

UNIVERSIDAD DON BOSCO FACULTAD DE INGENIERIA



TRABAJO DE GRADUACION

**" APLICACION DE TECNICAS DEL ESTUDIO DE
METODOS Y MEDICION DEL TRABAJO EN LA
FABRICACION DE PIEZAS PARA
MAQUINARIA INDUSTRIAL "**

PRESENTADO POR:
CLAUDIA IVETTE LINARES HERNANDEZ
CESAR AUGUSTO PALMA ALVARADO

PREVIA OPCION AL TITULO DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

NOVIEMBRE DE 1994

SOYAPANGO,

EL SALVADOR,

CENTROAMERICA.

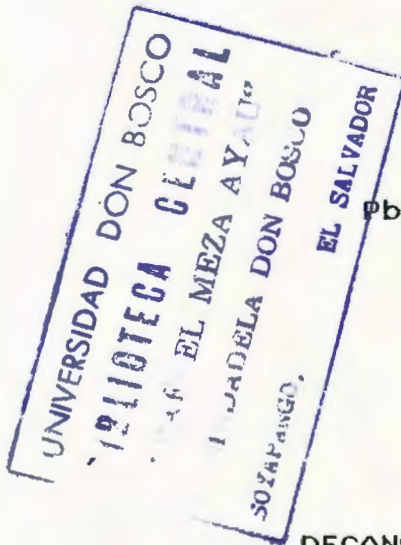
AUTORIDADES ACADEMICAS
DE LA
UNIVERSIDAD DON BOSCO, 1994

RECTOR

Ing. Federico Miguel Huguet Rivera

SECRETARIO GENERAL


Pbro. y Lic. Pierre Muyshondt



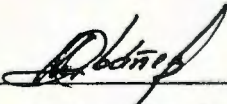
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

Ing. Joaquín Flores Escamilla

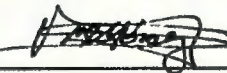
JURADO EXAMINADOR



Ing. Armando Arturo Menéndez Carrillo
ASESOR



Ing. Alexander Napoleón Ibañez Vargas
JURADO



Ing. Saúl Mario Gómez Argueta
JURADO

AGRADECIMIENTOS

Deseamos patentizar nuestro agradecimiento a Dios Todopoderoso porque gracias a su infinita bondad hemos tenido la sabiduría, el tiempo y la voluntad necesarias para finalizar con éxito este trabajo. Gracias a su divina presencia pudimos vencer las dificultades y alcanzar la meta propuesta.

Asimismo, agradecemos a todas aquellas personas que contribuyeron en una u otra forma a la realización de este trabajo.

Queremos mencionar con gratitud la ayuda profesional, la dedicación y la paciencia de nuestro asesor Ing. Armando Arturo Menéndez, como también a todos nuestros maestros con quienes compartimos durante nuestros años de preparación profesional.

Gracias a todos,

Los Autores.

DEDICATORIA

Con Amor:

- A mis padres,
José Miguel Linares y Ena Hernández de Linares
por su constante e incondicional ayuda.

- A mi esposo,
Josué Gustavo Torres por su comprensión, amor y
apoyo.

- A mis hermanos,
Gilda Haydee, José Miguel y Aida Carolina
porque siempre me animaron a llegar al éxito.

Claudia.

DEDICATORIA

A mi padre,

Juan Ramón Palma Villacorta

A mi madre,

Virginia de Palma

Que me apoyaron en los momentos difíciles,
mostrándome la virtud de la perseverancia.

A mis amigos,

Por alentarme en todo momento a seguir
adelante.

César.

I N D I C E

| | pág. |
|---|------|
| INTRODUCCION | i |
| OBJETIVOS | iii |
| ALCANCES | v |
| LIMITACIONES | vi |
| IMPORTANCIA Y JUSTIFICACION | vii |
| | |
| CAPITULO I | |
| ANTECEDENTES DE LA INDUSTRIA METAL MECANICA | |
| 1.1 Definición y clasificación de la Industria Metal Mecánica. | 1 |
| 1.2 Importancia de la rama metal mecánica dentro del sector manufacturero. | 3 |
| 1.3 Reseña Histórica de la Industria Metal Mecánica. | 5 |
| | |
| CAPITULO II | |
| INVESTIGACION DE CAMPO | |
| 2.1 Introducción. | 12 |
| 2.2 Objetivo de la encuesta dirigida a talleres. | 13 |
| 2.3 Determinación del tamaño de la muestra. | 14 |
| 2.4 Encuesta dirigida a talleres. | 15 |
| 2.4.1 Resultados de la encuesta dirigida a los talleres de la industria metal mecánica. | 16 |
| 2.4.2 Conclusiones de la encuesta | 39 |
| | |
| CAPITULO III | |
| ANTECEDENTES DEL ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS | |
| 3.1 Historia. | 42 |
| 3.2 Tendencias actuales del estudio de Tiempos y Movimientos | 49 |
| 3.3 Importancia del estudio del trabajo. | 50 |
| 3.4 Metodología básica para el estudio del trabajo. | 54 |

CAPITULO IV

ESTUDIO DE METODOS

| | | |
|-----------|--|----|
| 4.1 | Definición. | 56 |
| 4.2 | Objetivos del estudio de métodos | 57 |
| 4.3 | Metodología para realizar el estudio de métodos | 58 |
| 4.3.1 | Selección. | 58 |
| 4.3.2 | Registro. | 59 |
| 4.3.2.1 | Instrumentos de registro | 60 |
| 4.3.2.2 | Símbolos empleados en los cursogramas. | 61 |
| 4.3.2.3 | Aspectos que deben considerarse durante la preparación de los diagramas. | 62 |
| 4.3.2.4 | Descripción de las técnicas de registro. | 63 |
| 4.3.2.4.1 | Cursograma sinóptico del proceso | 63 |
| 4.3.2.4.2 | Cursograma analítico | 65 |
| 4.3.2.4.3 | Cursograma analítico para el operario | 68 |
| 4.3.2.4.5 | Diagrama de actividades múltiples | 70 |
| 4.3.2.4.6 | Diagrama de hilos | 72 |
| 4.3.2.4.8 | El Simograma | 76 |
| 4.3.3 | Examen. | 77 |
| 4.3.4 | Idear. | 78 |
| 4.3.5 | Definir. | 79 |
| 4.3.6 | Implantar. | 79 |

CAPITULO V

MEDICION DEL TRABAJO

| | | |
|-----|--|----|
| 5.1 | Definición. | 80 |
| 5.2 | Objetivos de la Medición del Trabajo. | 81 |
| 5.3 | Etapas de un estudio de tiempos | 82 |
| 5.4 | Importancia del Estudio de Métodos para llevar a cabo un Estudio de tiempos. | 83 |
| 5.5 | El Estudio de Tiempos y los Operarios | 84 |
| 5.6 | Descomposición de la tarea en Elementos | 86 |
| 5.7 | Tamaño de la muestra | 88 |
| 5.8 | Técnicas del estudio de Tiempos | 90 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 5.8.1 | Estudio de tiempos por cronómetro | 90 |
| 5.8.1.1 | Ventajas del estudio de tiempos por Cronómetro | 93 |
| 5.8.1.2 | Desventajas del estudio de por Cronómetro | 94 |
| 5.8.2 | Muestreo del trabajo. | 94 |
| 5.8.2.1 | Definición. | 94 |
| 5.8.2.2 | Procedimiento básico. | 96 |
| 5.8.2.3 | Selección del trabajo y determinación de objetivos. | 96 |
| 5.8.2.4 | Determinación del número de observaciones necesarias. | 97 |
| 5.8.2.5 | Determinación de la frecuencia de las observaciones. | 98 |
| 5.8.2.6 | Preparación de las hojas de registro. | 98 |
| 5.8.3 | Normas de tiempo predeterminadas | 100 |
| 5.8.3.1 | Definición. | 100 |
| 5.8.3.2 | Técnica MTM | 101 |
| 5.8.3.3 | Técnica MODAPTS | 103 |
| 5.8.3.4 | Sistema de datos tipo o estándar | 110 |
| 5.8.3.5 | Ventajas del sistema de datos Estándar | 113 |
| 5.8.3.6 | Desventajas del sistema de datos Estándar | 113 |
| 5.9 | Valoración del ritmo | 114 |
| 5.10 | Datos reunidos por cronometrajes. | 118 |
| 5.11 | Suplementos. | 128 |
| 5.11.1 | Suplementos por descanso. | 129 |
| 5.11.2 | Suplementos por contingencia. | 131 |
| 5.11.3 | Suplementos por razones políticas de la empresa. | 131 |
| 5.11.4 | Suplementos especiales. | 132 |

CAPITULO VI

MAQUINAS HERRAMIENTAS

| | | |
|-----|--|-----|
| 6.1 | Máquinas herramientas que trabajan con separación de viruta | 136 |
|-----|--|-----|

| | | |
|-------|---|-----|
| 6.1.1 | Terminología | 138 |
| 6.2 | Selección de máquinas herramientas | 139 |
| 6.3 | Generalidades del torno | 140 |
| 6.3.1 | Partes principales del torno | 140 |
| 6.3.2 | Herramientas del torno | 145 |
| 6.3.3 | Descripción de la herramienta de corte o cuchilla según su función | 147 |
| 6.3.4 | Factores de Corte en el torno | 147 |
| 6.3.5 | Montaje de las piezas que se han de tornear | 150 |
| 6.3.6 | Trabajos en el torno | 151 |
| 6.4 | Generalidades de la Fresadora | 154 |
| 6.4.1 | Clase de fresadoras. | 154 |
| 6.4.2 | Herramienta de corte | 157 |
| 6.4.3 | Trabajos característicos de la fresadora. | 158 |

CAPITULO VII

TRABAJO DE CAMPO

| | | |
|---------|---|-----|
| 7.1 | Metodología para realizar el trabajo de campo | |
| 7.2 | Selección de Técnicas del Estudio del Trabajo . . . | 162 |
| 7.3 | Tamaño de la muestra. | 164 |
| 7.4 | Registro y Análisis de Métodos y Tiempos Actuales. | 166 |
| 7.4.1 | Análisis de Poleas | 174 |
| 7.4.1.1 | Conclusiones de las observaciones de Poleas | 175 |
| 7.4.2 | Análisis de Ejes | 177 |
| 7.4.2.1 | Conclusiones de las Observaciones de Ejes | 178 |
| 7.4.3 | Recomendaciones | 181 |

CAPITULO VIII

MODELO DE PLANIFICACION Y PROGRAMACION DE LA PRODUCCION EN TALLERES DE MECANICA-INDUSTRIAL

| | | |
|---------|--|-----|
| 8.1 | Generalidades sobre la Planeación de la Producción | 184 |
| 8.2 | Técnicas de Programación de la Producción | 185 |
| 8.2.1 | Técnica del Canal Limpio o "Clear Channel" | 186 |
| 8.2.2 | Gráfica de Gantt | 187 |
| 8.2.3 | Técnica PERT-CPM | 188 |
| 8.2.4 | Línea de Balance | 190 |
| 8.3 | Resumen comparativo de las Técnicas de Planificación | 190 |
| 8.4 | Modelo de Programación | 191 |
| 8.4.1 | Procedimiento para la recepción y programación de trabajos en un taller de mecánica industrial | 192 |
| 8.4.2 | Cuadros de Programación de la Producción | 203 |
| 8.4.3 | Instructivos para llenar Formatos | 204 |
| 8.4.4 | Ejemplo de aplicación del modelo de producción en un | 210 |
| 8.4.4.1 | Ejemplo de Cálculo del Tiempo de Fabricación para una Pieza | 219 |

CAPITULO IX

PROPUESTA DE METODOS PARA CALCULAR LOS COSTOS DE FABRICACION

| | | |
|-------|--|-----|
| 9.1 | Definición de Salarios | 221 |
| 9.2 | Generalidades de la Administración de Salarios | 222 |
| 9.3 | División de los sistemas de salarios | 224 |
| 9.4 | Salarios con incentivo | 225 |
| 9.4.1 | Grupo de Salarios con Incentivos | 227 |
| 9.5 | Selección del Sistema de Salario aplicable a los Talleres | 235 |
| 9.5.1 | Ejemplo de Aplicación del Sistema de Salarios | 237 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 9.6 | Generalidades sobre costos de producción | 240 |
| 9.7 | Sistemas de acumulación de costos | 245 |
| 9.7.1 | Sistemas de costos por órdenes de trabajo | 245 |
| 9.7.2 | Sistema de costos por proceso de fabricación | 246 |
| 9.8 | Selección del sistema de acumulación de costos para los talleres de mecánica industrial | 246 |
| 9.8.1 | Ejemplo de cálculo de costos | 247 |

CAPITULO X

METODOLOGIA DE IMPLEMENTACION DE LOS SISTEMAS

| | |
|----------------------|-----|
| PROPUESTOS | 253 |
|----------------------|-----|

| | |
|------------------------|-----|
| CONCLUSIONES | 256 |
|------------------------|-----|

| | |
|---------------------------|-----|
| RECOMENDACIONES | 261 |
|---------------------------|-----|

| | |
|------------------|-----|
| ANEXOS | 263 |
|------------------|-----|

GLOSARIO

BIBLIOGRAFIA

Introducción

En este documento se presenta el Trabajo de Graduación para optar al título de Ingeniero Industrial.

El trabajo consiste en un estudio de tiempos y movimientos en los Talleres de Mecánica Industrial que se dedican a la fabricación de piezas para maquinaria industrial.

Comprende los objetivos, los alcances, las limitaciones, la importancia y la justificación del trabajo.

También consta de los antecedentes de la industria metal mecánica en El Salvador y de una investigación realizada en las empresas o talleres de mecánica industrial ubicados en el municipio de San Salvador, de la cual se presentan las conclusiones. Dicha investigación permitió hacer un diagnóstico en cuanto a la utilización de las técnicas del Estudio del Trabajo y determinar la situación actual con respecto a los métodos, la planificación y control de la producción en estas empresas.

Se muestra un trabajo de campo desarrollado en los

talleres de mecánica industrial del municipio de San Salvador, registrándose métodos y tiempos de fabricación para piezas de maquinaria industrial, valiéndose para ello de las técnicas del Estudio del Trabajo. Ayudando lo anterior para presentar un modelo de planificación de la producción que pueda aplicarse en dichos talleres.

Se presenta una manera de calcular los costos de fabricación y los incentivos salariales, con el objetivo de que puedan ser utilizados. Así como de una metodología que puede seguirse para la implementación de los modelos propuestos.

Finalmente se exponen las conclusiones y recomendaciones de toda la investigación desarrollada.

Objetivos

Objetivos generales.

- Hacer una investigación, en el área de San Salvador, en las empresas de la rama metal mecánica dedicadas a la fabricación de piezas de maquinaria industrial, para determinar si se aplican técnicas del estudio del trabajo.
- Realizar un trabajo de campo en talleres de mecánica industrial para registrar métodos y tiempos de trabajo, proponiéndose modelos de programación, costos de fabricación e incentivos salariales.

Objetivos específicos.

- Presentar una reseña histórica de la industria metal mecánica en El Salvador.
- Presentar la situación actual de las empresas de la industria metal mecánica que fabrican piezas para maquinaria industrial, con respecto a los métodos, la planificación y el control de la producción.
- Presentar los antecedentes, definición, importancia y tendencias actuales del estudio

del trabajo.

- Presentar una descripción de las diversas técnicas del estudio del trabajo.
- Presentar aspectos generales de las máquinas herramientas, específicamente de Torno y Fresadora.
- Estudiar y analizar los métodos y tiempos actuales de fabricación de las piezas para maquinaria industrial.
- Obtener los tiempos de los elementos comunes para la fabricación de piezas de maquinaria industrial.
- Exponer en forma general diferentes técnicas de programación de la producción.
- Proponer un modelo de programación de la producción dentro de un taller de mecánica industrial.
- Proponer un modelo para el cálculo de costos de fabricación en los talleres de mecánica industrial.
- Proponer un sistema para calcular los salarios e incentivos para los operarios que laboran en los talleres de mecánica industrial.
- Proponer una metodología para implantar en un taller los modelos de programación, de cálculo de costos y de salarios-incentivos.

Alcances

Una de las áreas que forman este trabajo es la presentación de un resumen general del Estudio del Trabajo, desde sus inicios hasta llegar a lo que es en la actualidad, comprendiendo una investigación de campo en la que se ha hecho un análisis de los métodos y tiempos de fabricación de piezas más comunes para maquinaria, la cual conduce a la proposición de nuevos métodos y tiempos. De esta investigación se han definido elementos comunes y variables.

Lo anterior permite demostrar a los talleres de mecánica industrial que el estudio de métodos y tiempos ayuda a introducir mejoras en el proceso de fabricación.

En un conjunto, la investigación (bibliográfica y de campo) ha servido para diseñar un modelo de programación de la producción aplicable a los talleres de mecánica industrial, como acción posterior a un Estudio del Trabajo con sus correspondientes formas y procedimientos.

Finalmente se presentan modelos para calcular costos de fabricación e incentivos salariales de tal forma que los talleres puedan tener un mejor control de éstos.

Limitaciones.

- Limitaciones de tiempo, esto significa la disponibilidad de tiempo previamente establecida, para realizar el trabajo de graduación.

- Aceptación por parte de los Gerentes o propietarios de los talleres de permitir el acceso a las instalaciones.

- El estudio está delimitado a los talleres que se dedican a la fabricación de piezas para maquinaria industrial, ubicados en el municipio de San Salvador. El registro de los métodos y tiempos de fabricación se efectuó en dos de ellos, clasificados como: un taller pequeño y uno grande.

- La sub-rama de fabricación que es objeto del estudio, es la de "Fabricación de productos metálicos, exceptuando maquinaria y equipo (clasificación CIIU #381).

- La investigación de campo se llevó a cabo en 25 talleres del municipio de San Salvador

Importancia y Justificación.

En los últimos años se han dado cambios a nivel nacional e internacional tendientes a la liberación del comercio, lo que incentiva la apertura de nuevas empresas que se desarrollaran junto a las ya existentes en un medio altamente competitivo y se verán exigidas a mantener una buena calidad de sus productos y servicios a precios competitivos.

En nuestro medio, la mayor parte de las empresas que se dedican a la fabricación de piezas para maquinaria industrial, desconocen la importancia de un estudio de métodos y medición del trabajo. Por lo cual es propósito de este proyecto dar un aporte a la industria metal mecánica, principalmente en la sub-rama "Fabricación de productos metálicos, exceptuando maquinaria y equipo" y demostrar lo útil de este tipo de estudios y la aplicabilidad de los mismos; ya que al poner en práctica estas técnicas las empresas mejorarían sus métodos y tiempos de operación, harían un mejor uso de los recursos disponibles, disminuyendo así los costos de producción. También se ayúdaría a dar cumplimiento con las fechas de entrega y a mejorar la calidad de los productos.

Este tipo de estudio se hace necesario en la

industria metal mecánica de tal forma que sirva de base para llevar a cabo una planificación más eficiente que incluya programación y control de la producción que permitan tomar las medidas correctivas pertinentes.

Para realizar el estudio es necesario contar con un marco teórico de la industria metal mecánica y del estudio del trabajo, así como también es importante realizar una investigación de campo en los talleres de mecánica industrial que permita recabar información acerca de los aspectos relacionados a la planificación, métodos y tiempos de fabricación.

CAPITULO I

ANTECEDENTES DE LA INDUSTRIA METAL MECANICA

1.1 Definición y clasificación de la Industria Metal Mecánica.

La industria metal mecánica la constituye un conjunto de actividades del sector manufacturero que se dedica a la transformación mecánica y física de los recursos metálicos ferrosos y no ferrosos para modificar su forma o naturaleza, con el fin de proporcionar productos que sirvan a otros procesos industriales en calidad de insumos o bien como productos finales o de consumo en forma de bienes duraderos. Por estas razones y desde el punto de vista económico, la industria metal mecánica se considera como una industria dinámica y estratégica que incide en el desarrollo económico y social del país.

Según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) la actividad metal mecánica se estructura en siete sub-ramas:

a. Rama Industrias Metálicas Básicas

371 Sub-rama Industrias básicas de hierro y
acero.

372 Sub-rama Industrias básicas de metales

no ferrosos.

b. Rama Fabricación de Productos Metálicos,
Maquinaria y Equipo

- 381 Sub-rama Fabricación de productos metálicos exceptuando maquinaria y equipo.
- 382 Sub-rama Construcción de maquinaria exceptuando la eléctrica.
- 383 Sub-rama Construcción de maquinaria, aparatos, accesorios y suministros eléctricos.
- 384 Sub-rama Construcción de materiales de transporte.
- 385 Sub-rama Fabricación de equipo profesional y científico, instrumentos de medida y de control n.e.p. o aparatos fotográficos e instrumentos de óptica.

La industria metálica básica comprende las empresas que se dedican a la fabricación de productos primarios de hierro y acero y de metales no ferrosos que incluyen procesos desde la fundición hasta la fase de productos semi-elaborados en talleres de laminación y fundición.

La fabricación de productos metálicos, maquinaria y equipo es la industria del país que se dedica principalmente a la fabricación de artículos elaborados total o parcialmente de materia prima servida por la industria metálica básica. Algunos productos como piezas para maquinaria industrial, de la sub-rama "Fabricación de productos metálicos exceptuando maquinaria y equipo" (381), serán el objeto del estudio.

1.2 Importancia de la rama metal mecánica dentro del sector manufacturero.

La importancia de la rama metal mecánica respecto al sector manufacturero será analizado en base a los siguientes indicadores económicos:

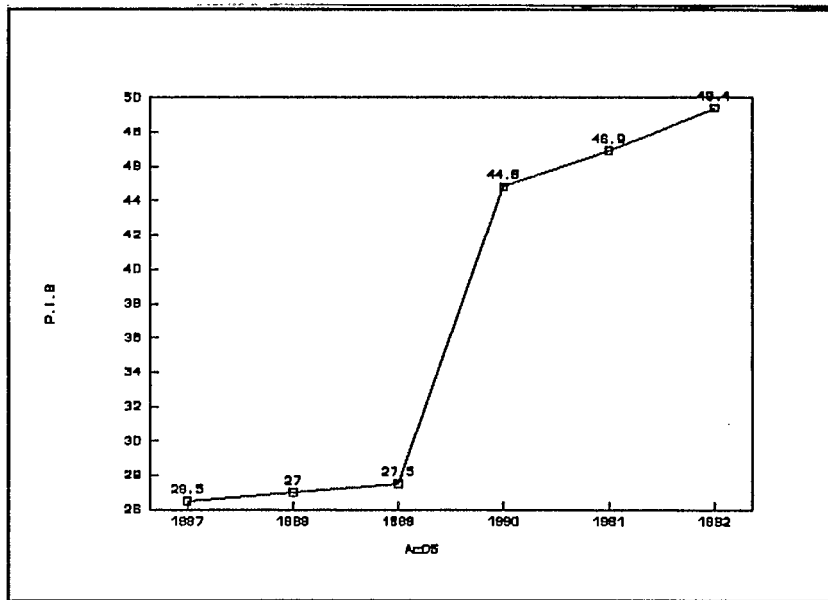
- Producto Interno Bruto
- Valor Bruto de la Producción

Producto Interno Bruto es la cantidad de bienes y servicios que produce un país a precios constantes durante un período determinado (1 año). Por lo tanto, el P.I.B. representa el grado de participación en la industrialización de un país, de un sector o de una rama industrial. La participación de la rama metal mecánica en el P.I.B. dentro del sector manufacturero ha sufrido incrementos a través de los años como se reflejan en el

siguiente gráfico.

Gráfico # 1

Producto Interno Bruto del Sector Manufacturero
en la Rama Industrias Metálicas y Productos Metálicos
a Precios Constantes (en Mill. ¢)

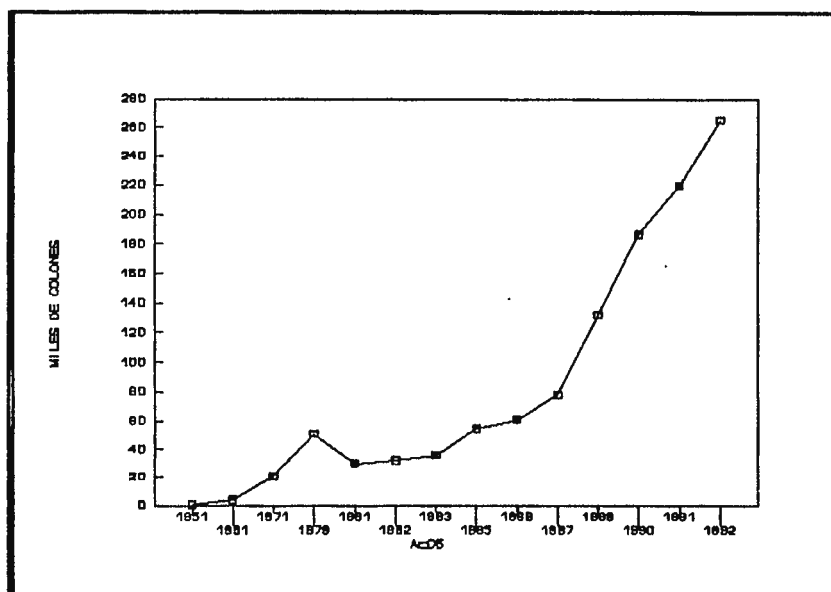


FUENTE:INDICADORESECONOMICOSDIRECTORIOCAMARA DE
COMERCIO E INDUSTRIADE EL SALVADOR-1993

El Valor Bruto de la Producción, se define como la suma de los insumos totales más la producción final total. El aporte al Valor Bruto de la producción nacional en la rama metal mecánica ha ido creciendo año con año, como se muestra en el gráfico # 2.

Gráfico # 2

Participación de Industria Metal Mecánica
dentro del Valor Bruto de la Producción
(en miles de colones)



FUENTE: REVISTA TRIMESTRAL DEL BANCO CENTRAL DE RESERVA DE EL SALVADOR
SEPTIEMBRE DE 1993

1.3 Reseña Histórica de la Industria Metal Mecánica.

En El Salvador la industria artesanal era la única que existía desde la independencia hasta la Primera Guerra Mundial. Su economía era eminentemente agrícola y se dedicaba a producir bienes básicos para el consumo interno y al cultivo de bienes primarios para la exportación y propiciaba el establecimiento de las primeras agroindustrias para transformación de bienes agrícolas

como el añil (en su época) y posteriormente el café, el algodón y la caña de azúcar.

La participación de la Rama Metal Mecánica en el desarrollo industrial manufacturero se incrementó desde mucho antes que los países de Centro América se independizaran, pues ya existían en El Salvador producciones puramente artesanales de productos metálicos, principalmente hojalatería y herrerías.

Un aspecto importante en el desarrollo de la Rama metal mecánica en el país fue el cambio que se realizó en ella en la década del '50, de ser totalmente una rama de producción artesanal comenzó a desarrollarse industrialmente; esta época es considerada como el inicio del proceso de evolución industrial de El Salvador.

La industria metal mecánica en El Salvador experimentó tasas de crecimiento positivas en la década de los sesenta, pero ya en la década de los setenta y más aun en la década de los ochenta, algunos sectores que componían la industria metal mecánica sufrían reducciones en su producción. En 1990, el valor agregado generado por esta industria fue de ¢ 450 millones, un 6% del PIB industrial y generó más de 6,000 empleos, aproximadamente un 7% del empleo generado por todo el sector industrial.

A continuación se presenta un cuadro que muestra las estadísticas más importantes del sector metal mecánico.

Cuadro # 1

Estadísticas Importantes del Sector Metal Mecánico

| | METAL. BASICA | PRODUC. METALIC. | MAQ.y EQUIPO | MAQ.NO ELECT. |
|---|------------------|---------------------|-----------------|------------------|
| Crecimiento Promedio Anual 1960-1970 | 33.0% | 21.0% | 23.8% | 142.0% |
| Crecimiento Promedio Anual 1970-1980 | 34.0% | -4.3% | 2.7% | 5.2% |
| Crecimiento Promedio Anual 1980-1990 | 2.8% | -4.0% | 2.5% | -3.3% |
| Producción Bruta 1990 (millones) | ¢ 493.6 | ¢ 150.9 | ¢ 91.1 | ¢ 366.1 |
| Valor Agregado 1990 (millones) | ¢ 197.4 | ¢ 67.9 | ¢ 54.7 | ¢ 128.1 |

FUENTE: "LA INDUSTRIA MANUFACTURERA EN EL SALVADOR", BOLETIN ECONOMICO Y SOCIAL No.65 FUSADES ABRIL 1991.

En 1960 se crea el Mercado Común Centroamericano (MCCA), con el propósito de lograr la industrialización y el crecimiento económico de la región, se adoptó en toda Centro América un modelo de sustitución de importaciones basado en políticas que protegían las industrias regionales. Además de altos aranceles y otro tipo de restricciones sobre los productos importados, se exoneraban a las industrias de impuestos de importación

sobre materias primas, maquinarias y equipos, envases y productos semielaborados y, en ocasiones, de los impuestos sobre la renta, utilidades y patrimonio. Esto hizo posible que aparecieran nuevas industrias, las cuales podían desarrollarse con un mercado asegurado y sin competencia extrarregional.

Las medidas proteccionistas y de fomento del MCCA, también permitieron que industrias ligeras como las textiles, vestuario, calzado y productos alimenticios, invadieran el mercado, llegando con el correr de los años casi a saturarlo. Esto generó una capacidad ociosa de considerable magnitud, lo que dió lugar a ciertas fricciones dentro del esquema regional y obligó a cada país a buscar mercados fuera del área para los productos que no podían colocar en el mercado centroamericano.

A partir de la segunda mitad de la década de los setenta, las oportunidades de sustituir importaciones se volvían cada vez más escasas, afectando el proceso de industrialización del país. El crecimiento de la industria se redujo de 1976 a 1978 (5% promedio anual), y experimentó tasas negativas en los últimos años de esa década. Toda la región centroamericana experimentaba resultados similares en sus economías debido al agotamiento de un modelo de crecimiento basado en un

mercado muy pequeño y altamente protegido

A mediados de los ochenta, tanto en El Salvador como en toda Centro América se veía ya la necesidad de adoptar un nuevo modelo de desarrollo económico en el cual la estrategia de crecimiento fuera exportar, o sea, "crecer hacia afuera". En El Salvador no fue sino hasta mediados de 1989 que comenzaron a adoptarse medidas necesarias para lograr este objetivo.

En el caso de la industria metal mecánica, ésta no recibió beneficios sustanciales de los incentivos fiscales y de las medidas arancelarias que se otorgaron en la época del Mercado Común Centroamericano, dado que la "protección" amparaba una reproducción indiscriminada, pero a escala pequeña de la industria de los países avanzados.

El nivel de protección estuvo asociado a tasas de rentabilidad susceptibles de obtener en actividades no expuestas al comercio internacional, desencadenándose un proceso de industrialización que recogía las desarticulaciones del modelo precedente y su desarrollo lineal hasta en los años ochenta; muestra de ello es el considerable peso de las industrias ligeras de consumo en la estructura productiva manufacturera nacional y la

escala de participación de la metal mecánica que incluye industria pesada, industria liviana o ligera de consumo duradero.

Los productos generados en las industrias ligeras de consumo, que lideraron el patrón industrial favorecidas por la protección a la industria naciente, se caracterizaron por su baja calidad, debido a que estaban orientados al mercado interno, donde las normas de control de calidad eran sustancialmente menos exigentes de las que existen en los mercados internacionales. De esta manera, no fue posible que la necesidad de modernizar estas industrias desencadenara un proceso de aprendizaje de la tecnología extranjera y el desarrollo de la creatividad local, tanto a nivel individual como nivel de empresas e instituciones públicas y privadas, orientadas a la investigación científica de la adopción y generación de tecnología en el país, apropiadas a las necesidades técnicas locales, para el mejor aprovechamiento de los recursos potenciales.

Asimismo, el proteccionismo otorgado a las empresas transnacionales en estos rubros permitió que penetraran a la industria salvadoreña, hasta llegar a obtener el liderazgo, gracias a su capacidad financiera y al dominio de la tecnología moderna. Sin embargo, no existe evidencia

de que este hecho haya significado algún beneficio en términos de transferencia tecnológica que se derive en el estímulo a la creatividad local y que haya favorecido el desarrollo tecnológico del país; lejos de esto, al quitarles el liderazgo a las empresas locales no fue posible que sectores nacionales, vinculados con el Estado, que conocieron la dinámica de los bienes de capital en el proceso de industrialización como la química y la metal mecánica, propiciaran las condiciones necesarias para favorecer el proceso de aprendizaje indispensable para lograr la modernización de la industria del país.

CAPITULO II

INVESTIGACION DE CAMPO

2.1 Introducción.

La investigación de campo tiene como objeto conocer la situación actual de los talleres de la industria metal mecánica que fabrican piezas para maquinaria industrial, con respecto a los métodos de planificación y control de la producción. Así como también investigar si aplican técnicas del Estudio del Trabajo.

El método utilizado para la investigación es el de la encuesta directa y la entrevista, para lo cual se diseñó una encuesta dirigida (Anexo # 1).

Se ha seleccionado la encuesta como una forma de recopilación de información porque se considera como una herramienta que, a través de preguntas elaboradas en forma estructurada, facilitará la obtención de datos necesarios para el estudio.

La encuesta consta de preguntas cerradas que son las

que provocan una respuesta de Sí o No; de preguntas abiertas que dan lugar a una respuesta concreta o a una opinión personal del encuestado y de preguntas de selección múltiple en las cuales el entrevistado selecciona una o más opiniones de las que se le presentan, es decir, las que más se acercan a su opinión.

La recopilación de datos se hizo por medio de entrevista personal. La unidad primaria de muestreo fueron los talleres encuestados y el sujeto informante el propietario o encargado del taller.

2.2 Objetivo de la encuesta dirigida a talleres.

El objetivo de la encuesta es conocer la situación actual de las empresas de la rama metal mecánica, dedicadas a la fabricación de piezas para diferente clase de maquinaria, de tal forma que se puedan identificar los tipos de piezas que más se fabrican, la maquinaria con que cuentan y la distribución de éstas. También, determinar como los talleres programan, controlan y planifican la producción de piezas y cómo llegan a determinar las fechas de entrega y el precio de sus productos.

Este cuestionario también ayuda a identificar la cantidad de empleados con que cuenta la empresa, así como el nivel de capacitación de los operarios, el sistema de pagos y los controles que se aplican.

2.3 Determinación del tamaño de la muestra.

Para la recopilación de las encuestas a los talleres se ha partido de una población finita, la cual está limitada por las empresas que se encuentran ubicadas en la zona del municipio de San Salvador, ya que éste es el lugar en donde se encuentran la mayoría de talleres.

Para determinar el tamaño de la muestra se ocupó la fórmula siguiente:

$$n = \frac{Z^2 PQN}{(N-1)E^2 + PQZ^2}$$

donde:

n = Tamaño de la muestra

Z = Coeficiente de confiabilidad (95%)

P = Proporción poblacional del evento esperado

Q = Proporción poblacional de que no se produzca el evento esperado

N = Tamaño de la población universo

E = Error muestral

Para un universo de 50 empresas identificadas, Anexo #2 se considera:

P = 85%
Q = 15%
E = 10%
Z = 1.96
N = 50

Al sustituir los datos anteriores en la fórmula, se obtiene un tamaño de la muestra de 25 talleres.

2.4 Encuesta dirigida a talleres.

Para realizar la tabulación y análisis de las encuestas, los resultados se presentan clasificados por el tamaño del taller.

Uno de los criterios que se toman para determinar el tamaño del taller es el del número de personas que trabajan en él, y para ello, se establecen los siguientes rangos¹:

| <u># de empleados</u> | <u>Tamaño del taller</u> |
|-----------------------|--------------------------|
| 1 a 19 | Pequeña |
| 20 a 99 | Mediana |
| 100 o más | Grande |

¹FUENTE: INFORME SOBRE: CLIMA DE NEGOCIOS Y ACTIVIDAD ECONOMICA IV TRIMESTRE, 1993. FUSADES.

A continuación se presenta una tabla en donde se especifica la cantidad de talleres encuestados divididos por el tamaño de la empresa y el porcentaje que representan.

| <u>Tamaño</u> | <u>Cantidad</u> | <u>Porcentaje</u> |
|---------------|-----------------|-------------------|
| Pequeña | 18 | 72% |
| Mediana | 5 | 20% |
| Grande | <u>2</u> | <u>8%</u> |
| | 25 | 100% |

2.4.1 Resultados de la encuesta dirigida a los talleres de la industria metal mecánica.

Pregunta No. 1

¿Qué tipos de piezas fabrican más a menudo?

La siguiente tabla muestra el porcentaje de talleres que fabrican las piezas más comunes, según el tamaño del taller.

Tabla # 1

Tipos de piezas que fabrican los talleres
de la industria metal-mecánica

| Piezas | Taller Peq. | Taller Med. | Taller Gran. |
|------------|-------------|-------------|--------------|
| Ejes | 100% | 100% | 100% |
| Poleas | 61% | 80% | 100% |
| Hexágonos | 61% | 80% | 50% |
| Pernos | 61% | 60% | 100% |
| Engranajes | 55% | 100% | 100% |
| Otros | 67% | 80% | 100% |

Entre las otras piezas que fabrican, se pueden mencionar: cojinetes, rodos, roscas, sinfines, camisas y asientos de motores, etc. Además, algunos se dedican a la reconstrucción de discos y prensas de embrague, y al rectificado de piezas.

Pregunta No. 2

¿Con qué maquinaria y equipo cuentan para la fabricación de sus productos?

La siguiente tabla, muestra que maquinaria poseen los talleres según el tamaño de los mismos.

Tabla # 2

Maquinaria que poseen los talleres de la
industria metal mecánica

| Maquinaria | Taller pequeño | Taller Mediano | Taller Grande |
|------------|----------------|----------------|---------------|
| Torno | 100% | 100% | 100% |
| Taladro | 100% | 100% | 100% |
| Fresadora | 50% | 100% | 100% |
| Cepillo | 28% | 100% | 100% |

El 100% de los talleres clasificados como pequeños cuentan con tornos y taladros. El 50% de ellos poseen fresadoras, y el 28% cepillos.

El 100% de los talleres clasificados como medianos y grandes poseen tornos, fresadoras, taladros, cepillos.

Además, algunos talleres cuentan con otro tipo de maquinaria como: rectificadoras, pulidoras, prensas hidráulicas, sierras y enrolladoras.

Pregunta No. 3

¿En cuántos metros cuadrados está distribuida la maquinaria?

La siguiente tabla muestra los resultados:

Tabla # 3

Superficie en la que esta distribuida la maquinaria que poseen los talleres del área metal-mecánica

| Metros ² | Pequeña | Mediana | Grande |
|-----------------------------|---------|---------|--------|
| 0- 29 mts. ² | 17% | - | - |
| 30- 49 mts. ² | 33% | 20% | - |
| 50- 69 mts. ² | - | - | - |
| 70- 89 mts. ² | 17% | 20% | - |
| 90-109 mts. ² | 6% | - | - |
| 110-129 mts. ² | - | - | - |
| 130-149 mts. ² | - | - | - |
| 150-179 mts. ² | 6% | - | - |
| 180-199 mts. ² | - | - | - |
| 200 mts. ² o más | 22% | 60% | 100% |

El 73% de los talleres pequeños, ocupan una superficie que van desde 0 a 109 metros cuadrados.

EL 40% de los talleres cuentan con una área que va desde cero a 89 metros cuadrados.

El 100% de las empresas grandes estan distribuidas en área de 200 o más metros cuadrados.

Pregunta No. 4

¿Existen los espacios suficientes entre la maquinaria que permita la circulación del personal y de los materiales?

EL 61.1% de los talleres pequeños contestó que Sí existian los espacios suficientes entre la maquinaria, expresando

las siguientes razones:

- a- Existe buena distribución dentro del taller (18.2%).
- b- Existe suficiente espacio para la maquinaria que se tiene. (36.4%).

El 45.5% de los que contestaron que sí, no explicaron las razones.

El 38.9 % contestó que No existe suficiente espacio entre la maquinaria, ya que el local es pequeño y la distribución de la maquinaria no es la adecuada.

El 80% de los talleres medianos contestaron que Sí existen espacios suficientes entre su maquinaria, dando las siguientes explicaciones.

- a- Existe una buena distribución (25%).
- b- El espacio existente es suficiente (50%)

El 25% de los que contestaron afirmativamente no explicó.

El 20% de estas empresas manifestaron que por falta de espacio y por mala distribución de la maquinaria no existía una circulación adecuada del personal.

El 100% de las empresas grandes manifestó que tenían espacio suficiente entre la maquinaria porque se diseñó la distribución de la maquinaria antes de instalarla.

Pregunta No. 5

¿Tienen definidos los pasos necesarios para la fabricación de piezas para maquinaria industrial?

En el grupo de la pequeña empresa el 38.9% contestó que sí tienen definidos los pasos para la fabricación de piezas aunque se basan en la experiencia.

El 61.1% no tienen definidos los pasos, argumentando que la producción de piezas no es en serie y que todo se hace a base de experiencia, o sea empíricamente.

El 80% de los talleres medianos manifestaron que sí tienen definidos los pasos de fabricación, aunque también se basan en la experiencia. El otro 20% argumentó que no tenían definidos los pasos.

El 100% de las empresas identificadas como grandes respondieron que sí tienen definidos los pasos para la producción, aunque éstas no explicaron nada al respecto.

Pregunta No.6

¿Realizan o han realizado alguna vez estudios de métodos y tiempos dentro del taller?

EL 33.3% de las empresas pequeñas manifestó que Sí han realizado alguna vez estudios de métodos y tiempos, por las siguientes razones:

- a- Es necesario para llegar a determinar tiempos de trabajo.
- b- Para tener idea de la producción y mejorarla.

El 66.7% de estas pequeñas empresas contestaron que No, expresando diferentes comentarios:

- a- No sirve de nada para este tipo de industria
- b- El taller es pequeño y no se trabaja en serie, por lo que ese tipo de estudios no tiene aplicación.
- c- No se ha dado la oportunidad.

El 40% de los talleres medianos contestó que sí han realizado estudios de métodos y tiempos, para llegar a determinar tiempos estándar. El 60% contestó que no habían realizado este tipo de estudio, argumentando que éstos sólo se pueden aplicar a la producción en serie.

El 100% de los talleres considerados grandes expresaron

que han realizado estudios de este tipo.

Pregunta No.7

¿Para la fabricación de piezas, utilizan dibujos, muestras o ambas?

El 22.2% de las empresas pequeñas utilizan sólo muestras y el 77.8% utiliza dibujos y muestras. El 100% de las empresas grandes y medianas utilizan muestras y dibujos.

Pregunta No.8

¿Cuenta su taller con algún departamento para programar la fabricación de piezas?

Un 22.2% de los talleres pequeños manifestaron que si contaban con un departamento que planificaba la producción; pero no dieron la explicación correspondiente. El otro 77.8% contestó que no contaba con un departamento de planificación, ya que no era rentable ni necesario, pues los trabajos no se hacen en serie y basta que el encargado o dueño del taller planifique y asigne los trabajos.

El 40% de las empresas medianas expresó que contaban con departamentos de programación de la producción y el 60%

manifestó que no, ya que los encargados o dueños hacían la programación y también porque no era necesario ya que no se hacía producción en serie.

El 100% de las empresas grandes contestaron que sí contaban con un departamento de programación de la producción.

Pregunta No.9

¿Cree la empresa necesario llevar a cabo una planificación de de los trabajos?

Sobre la necesidad de llevar a cabo una planificación de los trabajos, el 61.1% de los talleres pequeñas contestó que Sí, y manifestaron que era necesario para tener mayor control de la producción, mejor calidad, y cumplir con las fechas de entrega. El 22.2% consideran que no es necesario llevar una planificación de la producción, ya que la producción no es en serie y el volumen de trabajo no es suficientemente grande. Hubo un 16.7% que no contestó la pregunta.

El 60% de los talleres medianos consideran necesario llevar una planificación de sus trabajos, manifestando que con ésta se puede incrementar la producción, así como

también, se puede visualizar cualquier anomalía o percance a través de los controles que establecen las reglas de lo planificado. El otro 40% de estas empresas no contestaron la pregunta.

El 100% de las empresas grandes expresaron que es necesario planificar, pues ayuda cumplir con las fechas de entrega y a tener mayor control y producción.

Pregunta No.10

¿Utiliza la empresa algún sistema para programar la fabricación de piezas, como por ejemplo: diagramas de barras o de Gantt, diagrama de fechas(CPM-PERT), etc.?

Sobre las sistemas de programación el 11.1% de los talleres pequeños expresó que utilizaban sus propios sistemas de programación; sin embargo, no los mencionaron. El 72.2% dijo que no utilizaba ninguna clase de métodos para la programación de trabajos, ya que no es necesario porque la producción no es en serie y también, porque el volumen de trabajo no es suficientemente grande. Hubo un 16.7% de talleres que no contestaron la pregunta.

El 20% de los talleres medianos dijo que utilizaba un sistema de programación basado en el diagrama de Gantt y

en el diagrama de flechas. El 40% no utilizan ningún tipo de sistemas para programar, porque para este tipo de talleres no lo creen necesario, ya que se da el caso que a veces se le da prioridad a ciertos clientes, porque estos sean "buenos clientes" o porque les urge el trabajo. Por consiguiente, dejan pendientes otros trabajos y se altera la programación. Hubo un 40% de las empresas medianas que no contestó la pregunta.

El 100% de los talleres grandes utilizan sistemas de programación para la fabricación, tales como el diagrama de Gantt, y otros que son llevados por computadora, sin embargo, no los explicaron.

Pregunta No.11

¿Cuenta su taller con divisiones dentro del área de producción, como deptos., secciones, etc.?

De las empresas pequeñas el 44.4% de los talleres tienen delimitados sus áreas de producción las cuales son denominadas área de máquinas (torno, taladro, fresadora) y área de obra de banco. El 55.6% de los talleres pequeños no cuentan con divisiones dentro del área de producción.

El 60% de los talleres medianos cuenta con divisiones

dentro del área de producción y las más frecuentes son: depto. de fresadora, torno, maquinaria en general, obra de banco y soldadura. El otro 40% de los medianos no cuentan con divisiones en el área de producción.

El 100% de los talleres grandes contestó que contaban con divisiones dentro del taller, que son clasificadas en forma similar a las empresas medianas.

Pregunta No. 12

¿Llevan control de calidad para la materia prima?

El 38.9% de los talleres clasificados como pequeños contestaron que Sí llevan control de calidad para la materia prima. De éstos el 28.6% explicó que se basan en su experiencia y el 71.4% no dió explicación.

El 61.1% de los talleres clasificados como pequeños contestaron que No llevan control sobre la materia prima, y de este porcentaje el 45.45% dijo que están sujetos a lo que los proveedores les venden, y el 54.55% no dió explicaciones.

De los talleres clasificados como medianos, el 20% de ellos contestó que Sí llevan control de calidad para las materias primas, pero, no dieron explicaciones. El 80% de

los talleres medianos contestó que No llevan control para la materia prima. De este 80%, el 25% confía en las normas de los fabricantes, el 50% deposita su confianza en los proveedores, y el 25% no brindó explicaciones.

De las empresas consideradas grandes, el 100% de las encuestadas contestó que Sí llevan controles de calidad para la materia prima; explicaron que realizan dichos controles para probar las especificaciones de los fabricantes.

Pregunta No. 13

¿Qué controles aplican a la producción de piezas?

A continuación se presenta una tabla de los controles que los talleres aplican a sus trabajos.

Tabla # 4

Tipos de controles que los talleres aplican a la producción de piezas

| <u>Tipos de controles</u> | <u>Pequeña(%)</u> | <u>Mediana(%)</u> | <u>Grande(%)</u> |
|--|-------------------|-------------------|------------------|
| Porcentaje de piezas mala | 5.6 | 20 | 50 |
| Niveles de eficiencia en los trabajos | 0 | 0 | 50 |
| Verificación del avance de los trabajos conforme lo planeado | 5.6 | 60 | 50 |
| Verificación de las piezas terminadas | 61.1 | 20 | 50 |
| Programación de la maquinaria | 11.1 | 20 | 50 |
| No aplican controles | 11.1 | 0 | 50 |
| No contestaron | 5.6 | 40 | 0 |

Pregunta No. 14

¿Qué cantidad de trabajos reciben y despachan al día?

Pequeña empresa

El 77.7% de los talleres no contestó la pregunta. El 5.5% contestó que aproximadamente reciben y despachan 10 trabajos al día. Otro porcentaje igual contestó que reciben y despachan aproximadamente 5 trabajos, 6 trabajos y 4 trabajos al día.

Mediana empresa

El 20% dijo que aproximadamente reciben y despachan al día 10 trabajos. El 80% de los talleres no contestó.

Gran empresa

El 50% de los talleres manifestó que reciben y despachan aproximadamente 50 trabajos al día. El otro 50% no contestó la pregunta.

Pregunta No. 15

¿Cómo determinan los plazos de entrega del producto terminado?.

Pequeña empresa

a) Por experiencia (66.6%)

- b) Dejan holgura para la entrega de la pieza (5.5%)
- c) Por el tipo de pieza (16.6%)
- d) Depende de la carga de trabajo que se tenga (5.5%)
- e) Tiempo hombre/máquina (5.5%)

Mediana empresa

- a) Por experiencia (60.0%)
- b) Depende de la carga de trabajo que se tenga (20%)
- c) No contestó (20%)

Gran empresa

- a) Por experiencia (50%)
- b) Tiempo hombre/máquina (50%)

Pregunta No. 16

¿En qué porcentaje retrasan los trabajos?

Los resultados de la tabulación se muestran a continuación:

| Rango | Pequeña | Mediana | Grande |
|-------------|---------|---------|--------|
| 0 -10% | 27.8% | 20% | - |
| 11-20% | 38.8% | 40% | - |
| 21-30% | 27.8% | 20% | 50% |
| 31-40% | - | - | - |
| 41-50% | 5.5% | - | 50% |
| no contestó | - | 20% | - |

De las empresas clasificadas como pequeñas, el mayor porcentaje de éstas (38.8%) retrasan sus trabajos en un rango del 11 al 20%.

El mayor porcentaje de empresas clasificadas como medianas (40%) retrasan sus trabajos en un rango del 11 al 20 por ciento.

Con respecto a los talleres clasificados como grandes, el 50% expresó que retrasan sus trabajos en un rango del 21 al 31%; el otro 50% de 41 a un 50%.

Pregunta No. 17

¿Cuáles son las causas que hacen que se retrasen las entregas de los trabajos?

Las causas que mencionaron los talleres pequeños por las que retrasan los trabajos son:

- a) Falta de energía eléctrica
- b) Darle prioridad a otros trabajos
- c) Falta de materia prima
- d) Olvidar fechas de entrega
- e) Inasistencia de operarios
- f) Exceso de trabajo

Con respecto a los talleres medianos, éstos manifestaron que retrasan los trabajos de sus clientes por las siguiente razones:

- a) Darle prioridad a otros trabajos
- b) Falta de materia prima
- c) Mantenimiento de maquinaria
- d) Materia prima de mala calidad
- e) Errores en los procesos de producción

Los talleres clasificados como grandes expresaron que los retrasos en los trabajos se dan por:

- a) Darle prioridad a otros trabajos
- b) Falta de materia prima

Pregunta No. 18

¿En qué se basan para determinar el precio de los trabajos?

A continuación se muestra el porcentaje de talleres pequeños con los aspectos que éstos toman en cuenta para determinar el precio de sus trabajos. Es importante mencionar que los talleres ocupan más de un aspecto.

Aspectos% de talleres

| | |
|----------------------------------|-----|
| Tiempo de máquina | 78% |
| Costo de materia prima | 72% |
| Costo de mano de obra | 61% |
| Por experiencia | 22% |

El 100% de los talleres medianos y grandes toman en cuenta el costo de la materia prima, el costo de la mano de obra y el tiempo máquina para determinar el precio de sus trabajos. De los talleres medianos, un 20% ocupa además su experiencia y el 100% de los talleres grandes también lo hacen para la determinación de los precios de sus trabajos.

Pregunta No. 19

¿Estaría su empresa dispuesta a participar en un estudio de métodos y tiempos para mejorar los procedimientos de trabajo y hacer una mejor programación de los mismos?

| Respuesta | Pequeña | Mediana | Grande |
|----------------|---------|---------|--------|
| Si | 83% | 40% | 100% |
| No | 17% | 40% | - |
| No contestaron | - | 20% | - |

De la tabla anterior, puede notarse que los talleres que más pueden colaborar con el estudio son los pequeños (83%) y los grandes (100%).

Pregunta No. 20

¿Con cuántos empleados cuenta su empresa según la siguiente clasificación?

Tabla # 5

Número de empleados que tienen los talleres del área metal-mecánica

| Clasificación | Número de empleados por taller | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------------|---|----|----|----|---|----|---|---|---|---|----|---|----|-------------|----|---|---|------------|----|----|----|----|-----|-----|
| | Talleres pequeños | | | | | | | | | | | | | | T. medianos | | | | T. grandes | | | | | | |
| Ayudantes y aprendices | - | - | 2 | 1 | 4 | - | 3 | 1 | - | 1 | 1 | - | 4 | 2 | 1 | 1 | - | - | 5 | 6 | 1 | - | 5 | 50 | 12 |
| Operarios | 3 | 3 | 8 | 9 | 3 | 3 | 14 | 2 | 7 | 4 | 3 | 8 | 4 | 6 | 1 | 10 | 4 | 2 | 12 | 20 | 18 | 13 | 10 | 175 | 80 |
| Personal de Admon. | 1 | 4 | 3 | 4 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | - | 3 | - | 3 | - | 5 | 2 | - | 6 | 8 | 7 | 9 | 15 | 40 | 25 |
| Total | 4 | 7 | 13 | 14 | 10 | 5 | 19 | 4 | 9 | 6 | 4 | 11 | 8 | 11 | 2 | 16 | 6 | 2 | 23 | 34 | 26 | 22 | 30 | 215 | 117 |

Según la clasificación de las empresas por número de empleados presentada en el numeral 4, se obtuvieron 18 empresas pequeñas, 5 medianas y 2 grandes.

Pregunta No. 21

¿Con cuántos operarios cuenta para la maquinaria siguiente?

Tabla # 6

Número de operarios según clase de maquinaria

| Clasificación | Número de empleados por taller | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|--------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------------|---|---|------------|---|----|---|---|---|---|---|
| | Talleres pequeños | | | | | | | | | | | | | | T. medianos | | | T. grandes | | | | | | | |
| Torno | N | 2 | N | N | N | 1 | N | 2 | 4 | 1 | 2 | * | 4 | N | 1 | 4 | 1 | * | 5 | 13 | 9 | 6 | 8 | N | N |
| Fresadora | N | - | N | N | N | - | N | - | 1 | - | 1 | * | - | N | - | 2 | - | * | 3 | 6 | 3 | 3 | 6 | N | N |
| Cepilladora | N | - | N | N | N | - | N | - | - | - | - | * | - | N | - | 1 | - | * | 1 | - | 5 | 1 | - | N | N |
| Obra de banco | N | 1 | N | N | N | 2 | N | - | 2 | 3 | - | * | - | N | - | 3 | 3 | * | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | N | N |

*: Todos pueden utilizar las máquinas

N: No contestó

El 60% de los talleres clasifica a sus operarios por maquinaria; el 8% ocupa a sus operarios para trabajar en todas las máquinas y actividades del taller; y el 32% de los talleres no contestó la pregunta.

Pregunta No. 22

¿Cómo calificaría el nivel de capacitación que actualmente tienen sus operarios?

El 38.9% de los talleres pequeños califican de regular el nivel de capacitación de sus operarios, y el 61.1% lo considera bueno.

El 40% de los talleres medianos califican el nivel de capacitación de sus operarios como regular, y el 60% como bueno.

De los talleres grandes, el 50% califica como buenos a sus operarios, y el otro 50% como regular.

Pregunta No. 23

¿Cómo mide el desenvolvimiento de sus operarios desde que éstos ingresan a la empresa, hasta cuando ya están capacitados para realizar los trabajos que en el taller se ejecutan?

El 66.7% de los talleres pequeños contestó que mide el desenvolvimiento de sus operarios por la calidad y cantidad de trabajos que éstos realicen; el 22.2% no los mide, y el 11.11% no contestaron.

El 60% de los talleres medianos contestó que miden a sus operarios por la calidad y cantidad de trabajos que éstos realicen, y el 40% hacen una evaluación apreciativa después de cierto tiempo de trabajo.

El 100% de los talleres grandes manifestó que los supervisores evalúan periódicamente el trabajo de cada

operario y se les lleva un control de lo que ellos realizan.

Pregunta No. 24

¿Cuenta la empresa con algún método para evaluar la capacidad tanto de los operarios como el rendimiento de la maquinaria?

El 16.7% de los talleres pequeños contestó que Sí cuentan con métodos de evaluación para sus operarios: según la cantidad de trabajo asignado y según el desarrollo de los trabajos. El 83.3% no creen necesario realizar evaluaciones, debido al pequeño volumen de trabajos que manejan, ya que más bien dependen de su experiencia en los trabajos.

Con respecto a los talleres clasificados como medianos, el 40% dijo que por su experiencia saben lo que rinden los obreros y las máquinas. El 60% contestó que no cuentan con métodos de evaluación.

El 100% de los talleres grandes, expresaron que Sí evalúan al operario cada cierto tiempo y que ocupan el método de evaluación de personal en el que se mide la responsabilidad, calidad y cantidad de trabajo.

Pregunta No. 25

¿Cuál es el sistema de pagos para sus obreros?

El sistema de pago que los talleres (pequeños, medianos y grandes) utilizan en mayor porcentaje es el de salario por día; además utilizan, en menor proporción el sistema de salario base más incentivos.

Pregunta No. 26

¿Es necesario supervisar constantemente a sus operarios?

El 55.6% de los talleres pequeños contestó que sí es necesario por las siguientes razones:

- a) Para obtener la calidad deseada en los trabajos
- b) Para que los trabajos salgan más rápido
- c) Para evitar el robo de materiales.

El 44.4% expresó que no es necesario supervisar a los operarios, ya que éstos saben sus obligaciones.

El 60% de los talleres medianos contestó que sí es necesaria la supervisión, porque los obreros se distraen de sus actividades. Para el 40% no se hace necesaria la supervisión debido a que considera que sus trabajadores son buenos y responsables.

Con respecto a los talleres grandes, el 100% de éstos contestó que sí es necesario supervisar a los trabajadores para verificarles y controlarles los trabajos.

Pregunta No. 27

¿Inspecciona las piezas en su etapa de fabricación?

El 33.3% de los talleres pequeños inspeccionan las piezas en su proceso de fabricación, y el 66.7% no lo hace.

De los talleres medianos, el 80% contestó que sí inspeccionan las piezas para evitar errores y reclamos. El 20% no realiza inspecciones.

El 100% de las empresas grandes sí inspeccionan las piezas en su proceso de fabricación.

2.4.2 Conclusiones de la encuesta

Después de mostrar y analizar los resultados de cada una de las preguntas de la encuesta se presentan las siguientes conclusiones:

- El 92% de los talleres dedicados a la fabricación de piezas industriales no tienen procesos preestablecidos

ni estandarizados. Los pasos de fabricación los definen en forma empírica, es decir, que cuando hacen una pieza, los operarios aplican sus conocimientos y experiencia para determinar el proceso a seguir.

- El 72.2% de talleres pequeños y el 40% de medianos no utilizan técnicas para programar ni controlar la producción, también el 77.8% de los pequeños y el 60% de los medianos no cuentan con un departamento de planificación. A pesar de lo anterior, un 64% de los talleres consideran que es necesario planificar, ya que con ésto podrían obtener grandes beneficios, como por ejemplo, cumplir con las fechas de entrega de los trabajos y determinar costos reales de producción.
- El 92% de los talleres se basan en métodos empíricos para determinar la calidad de la materia prima, es decir, que se limitan a inspecciones visuales y evaluaciones subjetivas, que le dan más importancia a la presentación del producto. Además, éstos confían en lo que les ofrecen los proveedores.
- Para determinar el precio de sus productos, los talleres realizan cálculos aproximados del costo de materia prima, mano de obra y tiempo máquina. Además,

algunos, en ciertos casos, se basan en su experiencia cotidiana de trabajo.

- Para determinar las fechas de entrega de los productos, los talleres se basan en cálculos empíricos del tiempo que se pueden tardar en hacer la pieza.
- El 60% de talleres desconocen la importancia y la aplicación que tiene un estudio del trabajo. Creen que para este tipo de industria un estudio de esta naturaleza no se adapta, ya que no se realizan trabajos en serie, las piezas fabricadas por ellos son variadas y el volumen de trabajo no es lo suficientemente grande.
- Para medir la capacidad de sus obreros, los talleres pequeños y medianos se basan en evaluaciones subjetivas. En cambio las empresas grandes realizan periódicamente evaluaciones formales y llevan un control diario del trabajo que realiza cada operario.

CAPITULO III

ANTECEDENTES DEL ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

3.1 Historia.

El estudio de tiempos y movimientos son técnicas que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus aspectos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia¹ de una situación, con el fin de efectuar mejoras.

Los primeros estudios de tiempos y movimientos se realizaron en Europa (1760). Muchos años después Frederick W. Taylor, considerado como el padre de la administración científica, inició en América dichos estudios (1881).

Las experiencias que Taylor tuvo como aprendiz, trabajador, capataz, mecánico y luego como ingeniero jefe de una compañía fabricante de acero, le dieron la oportunidad de obtener conocimientos acerca de los programas y actividades de los trabajadores y observar las posibilidades de mejoramiento.

¹Ver Glosario

Una de las principales preocupaciones de él, fue incrementar la eficiencia de la producción, no sólo por reducir costos y aumentar utilidades, sino también para hacer posible un pago más justo para los trabajadores. Taylor dedujo que los problemas de la productividad se daban porque la dirección y los trabajadores desconocían lo que era un "día justo de trabajo" y la "paga justa por la jornada diaria de trabajo", es decir, que existía un enorme desacuerdo entre remuneración y utilidades. Identificó que la productividad era el resultado de dos factores: "mayores salarios y mayores utilidades", y esto sólo se podía lograr aplicando métodos científicos en vez de convicciones y criterios empíricos. Ante esta deducción estableció los cuatro principios básicos de la administración, que fundamentan su enfoque científico. Estos principios son:

- 1) El establecimiento de una verdadera ciencia.
- 2) La selección científica del trabajador.
- 3) Su educación y formación científica.
- 4) La colaboración estrecha y amistosa entre la dirección y los trabajadores.

Para llevar a la práctica su filosofía y sus principios, Taylor desarrolló ciertas técnicas, por ejemplo, para llegar a determinar en que consistía el trabajo justo de un día y para contribuir al

descubrimiento de la mejor forma de realizar un trabajo determinado, aplicó ampliamente el estudio de tiempos y movimientos. El proponía que la administración de una empresa debía encargarse de planear el trabajo de cada empleado por lo menos con un día de anticipación. Además, el empleado debía recibir instrucción escrita en donde se le describiera detalladamente su tarea y se le indicara los medios necesarios para efectuarlos. Cada trabajo debía tener un tiempo estandar fijado después de que se hubieran realizado los estudios de tiempos necesarios. Este tiempo se basaría en el trabajo de un operario altamente calificado, quien, después de haber sido instruido, era capaz de realizar el trabajo con regularidad.

En el proceso de fijación de tiempos, Taylor dividía la asignación del trabajo en porciones llamadas "elementos"; éstos se medían individualmente y el conjunto de sus valores se empleaba para determinar el tiempo total asignado a la tarea. Otros de los planes que se utilizaron para mejorar y aumentar la productividad fueron el remunerar y brindar incentivos a los trabajadores de acuerdo a su productividad, basados en una escala de salarios.

Todas estas técnicas fueron necesarias para que funcionara la filosofía de Taylor, la cual se basa en el

mejoramiento de la productividad, en dar al individuo la oportunidad de ser productivo y recompensar al trabajador según su productividad individual.

Otras personas que colaboraron al desarrollo de la administración científica y al pensamiento de Taylor fueron: Carl G. Barth, Henry Gantt y el matrimonio Frank y Lillian Gilberth.

Carl Barth, brillante matemático trabajó junto a Taylor; desarrolló muchas técnicas y fórmulas matemáticas que hicieron posible llevar a la práctica muchas de las ideas de Taylor.

Henry Gantt, ingeniero mecánico, se unió a Barth y Taylor y realizó trabajos de consultoría que se basaron en la selección científica de trabajadores y en el desarrollo de sistemas de incentivos y bonificaciones. Gantt creó métodos gráficos para la descripción de planes y mejora de los controles administrativos, conocidos en la actualidad como "gráfica de Gantt".

Los esposos Gilbreth fueron los primeros en estudiar los movimientos manuales y formularon principios básicos de la economía de movimientos que todavía están vigentes. Frank Gilbreth definió divisiones básicas para la

realización del trabajo, aplicables a cualquier trabajo productivo realizado por la manos, llamándoles "therblig".

Frank 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 los movimientos más favorables para lograr una eficiencia máxima".² Gilbreth comenzó trabajando como albañil, diez años después ascendió a superintendente en jefe de una empresa constructora; durante este período se interesó por los movimientos inútiles al realizar un trabajo, y redujo de 18 a 5 los movimientos para la colocación de ladrillos. Sus trabajos y experiencias como contratista le brindaron la oportunidad de obtener numerosas experiencias en el mejoramiento de la productividad humana. Para hacer sus estudios, Gilbreth también se basó en los cuatro principios básicos de la administración científica.

La Sra. Gilbreth trabajó junto a su esposo en las técnicas de mejoramiento de la productividad y, además,

²Benjamin Niebel, "Ingeniería Industrial, Métodos, Tiempos y Movimientos", México 1988, Editorial Alfaomega, pág. 14.

fue una de las primeras psicólogas industriales. El matrimonio Gilbreth desarrolló la técnica cinematográfica para estudiar los movimientos. En la industria se le denomina a esta técnica: Estudio de Micromovimientos. También desarrollaron las técnicas de análisis ciclográficos y cronociclográficos que se utilizan para estudiar las trayectorias de los movimientos efectuados por un operario.

El Sr. Dwight V. Merrick con la ayuda de Carl Barth ideó una técnica para determinar márgenes de tiempos sobre una base racional y creó un plan de pagos múltiples para el trabajo a destajo, en el que recomendaba tres tasas de pago progresivo.

El estudio de tiempos y movimientos recibió un gran impulso en los días de la Segunda Guerra Mundial, cuando Franklin D. Roosevelt, a través de su Secretaría de Trabajo, propuso el establecimiento de estándares de los cuales resultó un incremento en la producción.

Henry Fayol, industrial francés, considerado el padre de la administración moderna, clasificó todas las actividades de una empresa en seis categorías: " 1) Técnicas (Producción); 2) Comerciales (Compras, Ventas e Intercambios); 3) Financieras (Obtención y empleo óptimo

del capital); 4) Seguridad (Protección de la propiedad y de las personas); 5) Contables (Incluyendo Estadísticas); 6) Administrativas (Planeación, Organización, Mando, Coordinación y Control) ".³

El legado de la obra de Fayol se puede resumir en los siguientes aspectos:

- a) Observaciones sobre las cualidades de un administrador y su entrenamiento.
- b) Principios generales de la administración y los elementos de la administración.
- c) Los principios son las reglas y los elementos las funciones.

Fayol formuló catorce principios generales para la administración, de estos se mencionan:

- **División del trabajo:** este es el principio de especialización que los economistas consideran necesario para obtener un uso eficiente del factor trabajo. Se aplica a todo tipo de actividad tanto técnica como administrativa.
- **Remuneración:** la remuneración y los métodos de retribución deben ser justos y propiciar la máxima satisfacción posible para los

³ Koontz/O,Donnelly Wehrich, "Administración", Editorial MC-Graw-Hill,8a. Edición en español, pág. 37

trabajadores.

- **Orden:** lo divide un orden material y un orden social, "Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar", este es un principio de organización y de distribución de cosas y personas.

Los principios de la administración moderna son aplicables a todos los tipos de empresas, ya que todas necesitan de la administración. Fayol determinó que las funciones principales de la administración son: la Planeación, la Organización, el Mando, la Coordinación y el Control.

3.2 Tendencias actuales del estudio de Tiempos y Movimientos

Desde 1920, el Estudio de Tiempos y Movimientos se ha ido perfeccionando; para esta época se le reconoce como un medio o instrumento necesario para que funcione eficazmente un negocio o industria.

Ahora en día, los profesionales que se dedican al estudio de tiempos y movimientos se han percatado de que es indispensable tomar en cuenta el elemento humano para su trabajo. Se reconoce que factores como sexo, edad, buena disposición, tamaño y fuerza física, aptitudes, actitudes hacia el entrenamiento y respuesta a la

motivación tienen influencia directa en el rendimiento. Es importante explicarles a los trabajadores que el estudio de tiempos y movimientos es una técnica que beneficia tanto a la empresa como a ellos mismos. Muchos tienen la idea de que aplicando estas técnicas se les va a tratar como máquinas; además, inherentemente, les disgusta cualquier cambio en su forma de trabajo actual, ya que piensan que van a trabajar más y recibirán menos salarios.

Las personas que se dedican al estudio de tiempos y movimientos deben considerar los siguientes aspectos:

- Aplicar el enfoque del estudio basado en términos humanos.
- Tener amplios conocimientos de la conducta humana.
- Tener buena comunicación.

Siempre deben saber escuchar y mostrar que se respetan las ideas y las opiniones de los otros; deben dar crédito a lo que amerite en realidad; así como también, deben ser explícitos y claros cuando expongan sus ideas y opiniones, es decir, deben darse a entender.

3.3 Importancia del estudio del trabajo.

El estudio de tiempos y movimientos, que actualmente

se le denomina **Estudio del Trabajo**, se define de la siguiente manera: "Se entiende por estudio del trabajo genéricamente ciertas técnicas, y en particular el estudio de métodos y la medición del trabajo que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada con el fin de efectuar mejoras".⁴

El estudio del trabajo es un técnica empleada para aumentar la productividad⁵, que es un camino para que una empresa pueda crecer y aumentar su rentabilidad. Una de las formas que algunas empresas utilizan para aumentar la productividad es hacer grandes inversiones en maquinaria, equipo, instalaciones; pudiendo utilizar las técnicas del estudio del trabajo que enfocan el problema del aumento de la productividad, mediante un análisis sistemático de las operaciones y métodos de trabajo existentes, con el fin de mejorar su eficacia.⁶

A continuación se presentan ciertas características que hacen del **Estudio del Trabajo** una herramienta muy útil

⁴ Oficina Internacional del Trabajo, "Introducción al Estudio del Trabajo", Editorial Limusa, México 1986, tercera edición, pag. 29.

⁵ Ver Glosario

⁶ Ver Glosario

para el desarrollo y progreso de una empresa:

- a- Es un camino para aumentar la productividad de una instalación industrial, mediante la reorganización del trabajo que normalmente requiere poco o ningún desembolso de capital.
- b- Es sistemático, es decir, que no deja pasar por alto ningún factor que influya en la eficacia de una operación, ni al analizar las prácticas existentes, ni al crear otras nuevas.
- c- Es el método más exacto conocido, hasta ahora, para establecer normas de rendimiento de las que dependen una planificación y control eficaces para la producción.
- d- Si se aplican correctamente las técnicas del estudio del trabajo, se observan de inmediato las mejoras y beneficios del método de trabajo.
- e- Es un instrumento que puede ser utilizado en todas partes; tanto en una fábrica, como en oficinas, comercios, laboratorios, restaurantes, etc.
- f- Es uno de los instrumentos de investigación más penetrantes con que

cuenta la dirección de una empresa. Es una técnica excelente para atacar los problemas de cualquier organización, puesto que al investigar un grupo de problemas, se van descubriendo las deficiencias de todas las demás funciones que repercuten en ellos.

El objetivo principal del **Estudio del Trabajo** es aumentar la productividad y reducir el costo por unidad, permitiendo así, que se logre la mayor producción de bienes y servicios para un mayor número de personas.

Los resultados que se obtienen al aplicar las técnicas del estudio del trabajo son:

- a- Minimización del tiempo requerido para la ejecución de trabajos.
- b- Conservación de los recursos y minimización de los costos especificando los materiales directos e indirectos más apropiados para la producción de bienes y servicios.
- c- Utilización óptima de los recursos energéticos para la producción.
- d- Elaboración de productos de alta calidad que abren las puertas de nuevos mercados.

- e- Maximización de la seguridad, la salud y el bienestar de todos los empleados.
- f- Ejecución de la producción que toma en cuenta las mejoras en las condiciones ambientales.
- g- Aplicación de un programa de administración que tome en cuenta el factor humano.

3.4 Metodología básica para el estudio del trabajo.

Para llevar a cabo un estudio que sea ordenado en su procedimiento y permita obtener los mejores resultados existe una metodología a seguir que a continuación se detalla:

- a- Seleccionar: es uno de los pasos importantes en donde se elige el trabajo o proceso a estudiar.
- b- Registrar: es la recopilación de los hechos (a través de las técnicas adecuadas) relacionados con el producto o servicio.
- c- Examinar: es el análisis de los hechos registrados, incluyendo el propósito de la operación, el diseño de partes.

materiales, tolerancias, procesos de fabricación, montajes y herramientas, condiciones de trabajo, manejo de materiales, distribución en la fábrica y los principios de la economía de movimientos.

d- Idear: es la selección del mejor procedimiento para las operaciones, inspecciones y transportes, considerando las variadas restricciones asociadas a cada alternativa.

e- Medir: es el cálculo de la cantidad de trabajo para el método elegido; así como la determinación del tiempo estándar.

f- Definir: es la explicación detallada del nuevo método de trabajo y el tiempo requerido para desarrollarlo.

g- Implantar: poner en marcha el método propuesto.

h- Mantener: es la revisión, examen y el control del método implantado para determinar si los resultados están acordes a lo planeado.

CAPITULO IV

ESTUDIO DE METODOS

4.1 Definición.

" El estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemáticos de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces y de reducir los costos".¹

" El estudio 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 ".²

" La parte del estudio de movimientos, consta de una amplia variedad de procedimientos para la descripción y

¹Op. cit. OIT, pág. 79

²Op. cit. Niebel, pág. 7

análisis científico de métodos de trabajo, que considera: 1) Materia prima; 2) El diseño de capacidades (producto o servicio); 3) El proceso en orden de trabajo; 4) Las herramientas, lugar de trabajo, equipo, para cada paso individual en el proceso; y 5) La actividad humana usada en cada paso. El objetivo es determinar (o diseñar) un método preferente de trabajo. El criterio de preferencia es por lo general la economía monetaria, aunque frecuentemente puede tener más importancia el rendimiento de la actividad, la facilidad o economía del esfuerzo humano, la economía de tiempo o la economía de materiales, así como otros criterios ".³

4.2 Objetivos del estudio de métodos ^o _{ju}

A continuación se presentan los diversos objetivos que persigue un estudio de métodos.

- Mejorar los procesos⁴ y los procedimientos⁵ de trabajo.
- Mejorar la disposición de la fábrica, taller o lugar de trabajo; así como los modelos de máquinas e

³Marvin E. Mundel, "Estudio de tiempos y movimientos", Editorial Continental, México 1984 pág. 21

⁴Consultar Glosario

⁵Consultar Glosario

instalaciones.

- Economizar el esfuerzo humano y reducir la fatiga innecesaria.
- Mejorar la utilización de materiales, máquinas y mano de obra.
- Crear mejores condiciones materiales de trabajo.

4.3 Metodología para realizar el estudio de métodos

4.3.1 Selección.

La selección del estudio que se va a realizar se basa en tres aspectos principales que son :

- a) Consideraciones de índole económica: en esta fase se evalúa si en realidad vale la pena invertir y realizar este tipo de estudios en un trabajo determinado.
- b) Consideraciones de orden técnico: aquí se analiza si se cuenta con los recursos técnicos, materiales y humanos para realizar el estudio.
- c) Las reacciones humanas: son muy importantes, ya que se puede determinar el grado de aceptación y

colaboración que se puede obtener de las personas para el estudio; es un aspecto que puede llevar a la conclusión de no realizarse por falta de aceptación, o rechazo.

Una vez seleccionado el trabajo que se estudiará, es necesario examinar ciertos aspectos generales que se adaptan a cualquier situación:

- Producto y operación
- Investigación propuesta por:
- Motivos de la propuesta
- Límites de la investigación que se sugiere
- Pormenores del trabajo
- Equipo o maquinaria
- Disposición de los locales
- Producto
- Economía o aumento de productividad que cabe esperar de la mejora de métodos.

4.3.2 Registro.

Esta etapa consiste en registrar todos los hechos concernientes al método actual de trabajo. De la exactitud con que se registren los hechos dependerá el éxito que se logre en el estudio de métodos, ya que servirán de base

para hacer un examen crítico de los modos de trabajo actuales e idear nuevos métodos.

4.3.2.1 Instrumentos de registro

Entre los instrumentos que han sido creados para registrar la información se encuentran los gráficos y los diagramas, que permiten consignar información de manera precisa y uniforme. Los instrumentos utilizados, y que se describen más adelante, se clasifican en:

a) Los que sirven para consignar una sucesión de hechos o acontecimientos en el orden en que ocurren, pero sin reproducirlos a escala. Aquí entran los gráficos siguientes:


- Cursograma sinóptico del proceso
- Cursograma analítico del operario
- Cursograma analítico del material
- Cursograma analítico del equipo
- Diagrama bimanual.


b) Los que registran los sucesos en el orden en que ocurren, pero indicando su escala de tiempo. En este punto se mencionan dos gráficos: el diagrama de actividades múltiples y el simograma.

Hay diagramas que sirven para indicar el movimiento en una forma más clara, y son complementarios de los mencionados en los literales anteriores como por ejemplo: el diagrama de recorrido y el de hilos.

4.3.2.2 Símbolos empleados en los cursogramas.

Para registrar todo lo referente a un trabajo se emplean cinco símbolos de carácter uniforme⁶ los cuales permiten indicar con toda claridad lo que ocurre durante el proceso en estudio.


 **Operación:** se representa por un círculo. Se ocupa este símbolo cuando el material o producto sufre modificación o cuando existan actividades que contribuyan a la terminación del producto.


 **Inspección:** se representa por un cuadro. Se ejecuta una inspección cuando se comprueba si se ejecutó correctamente una operación en lo referente a calidad y cantidad.

 **Transporte:** el transporte se representa

⁶Los símbolos a que se hace referencia son los recomendados por la Asociación de Ingenieros Mecánicos de los Estados Unidos(ASME).

por una flecha. Hay necesidad de ocupar este símbolo cuando un objeto se traslada de un lugar a otro, a no ser que el traslado forme parte de una operación o sea, efectuada por el obrero en su lugar de trabajo al realizar una operación o inspección.

 **Espera o demora:** se representa por una letra "D" mayúscula. Existe demora cuando el material queda en suspenso entre dos operaciones sucesivas.

 **Almacenamiento:** indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén o bodega. Se simboliza por un triángulo equilátero.

4.3.2.3 Aspectos que deben considerarse durante la preparación de los diagramas.

- a) Con la representación gráfica de un trabajo se obtiene una visión global de los hechos.
- b) Los detalles a plasmar en el diagrama deben recogerse por observación directa.
- c) Los diagramas deberán pasarse en limpio con el debido cuidado y exactitud.
- d) Todo diagrama deberá llevar en su encabezado

datos como: el nombre del producto; el trabajo que se realice, indicar si es el actual o el proyectado; lugar donde se efectua la operación; el nombre de la persona que realiza la observación; la fecha de estudio, la clave de los símbolos empleados; un resumen de distancias y tiempos.

- e) Antes de dar por concluido todo diagrama, se debe verificar lo siguiente: si se han registrado los hechos correctamente y si la investigación ha sido objetiva.

4.3.2.4 Descripción de las técnicas de registro.

4.3.2.4.1 Cursograma sinóptico del proceso

Definición:

El cursograma sinóptico se utiliza para tener una visión global de un proceso y para saber la distribución de las operaciones. Para este cursograma solamente se ocupan los símbolos de operación e inspección. A la par de los símbolos se coloca una breve nota sobre la naturaleza de la operación o inspección. Cuando se conoce se agrega el tiempo de la operación. En el Figura # 1 se presenta un formato tipo para el diagrama de proceso.

Figura # 1

CURSOGRAMA SINOPTICO DEL PROCESO

Objetivo: _____

Actividad: _____

Lugar: _____

Hora y fecha: _____

Metodo actual _____ Metodo propuesto _____

Elaborado por: _____

Material_ Operario_ Equipo_

Simbolos:

= Operacion

= Inspeccion

Elemento secundario

Elemento secundario

Elemento principal

5

6

4

3

2

1

2

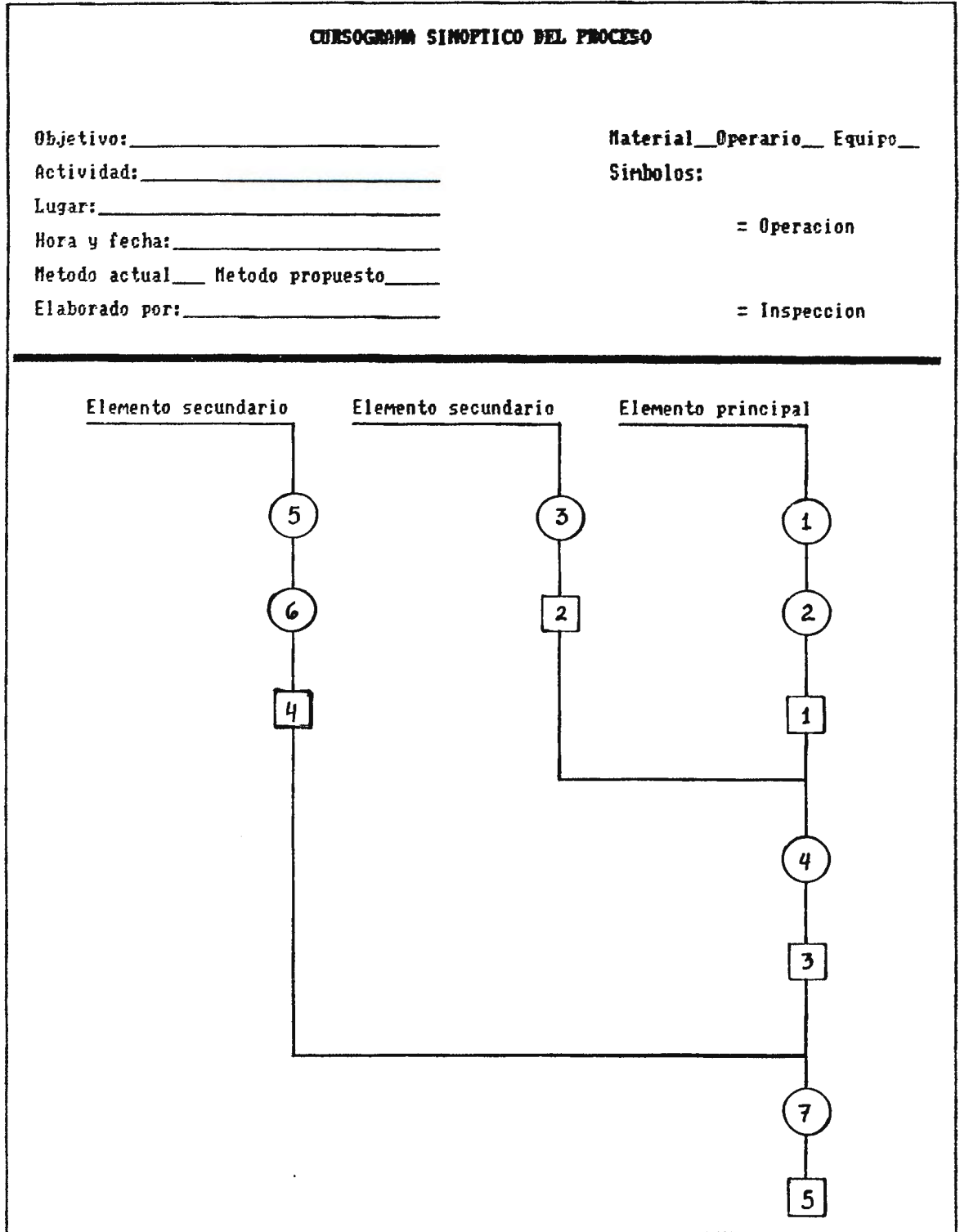
1

4

3

7

5



4.3.2.4.2 Cursograma analítico

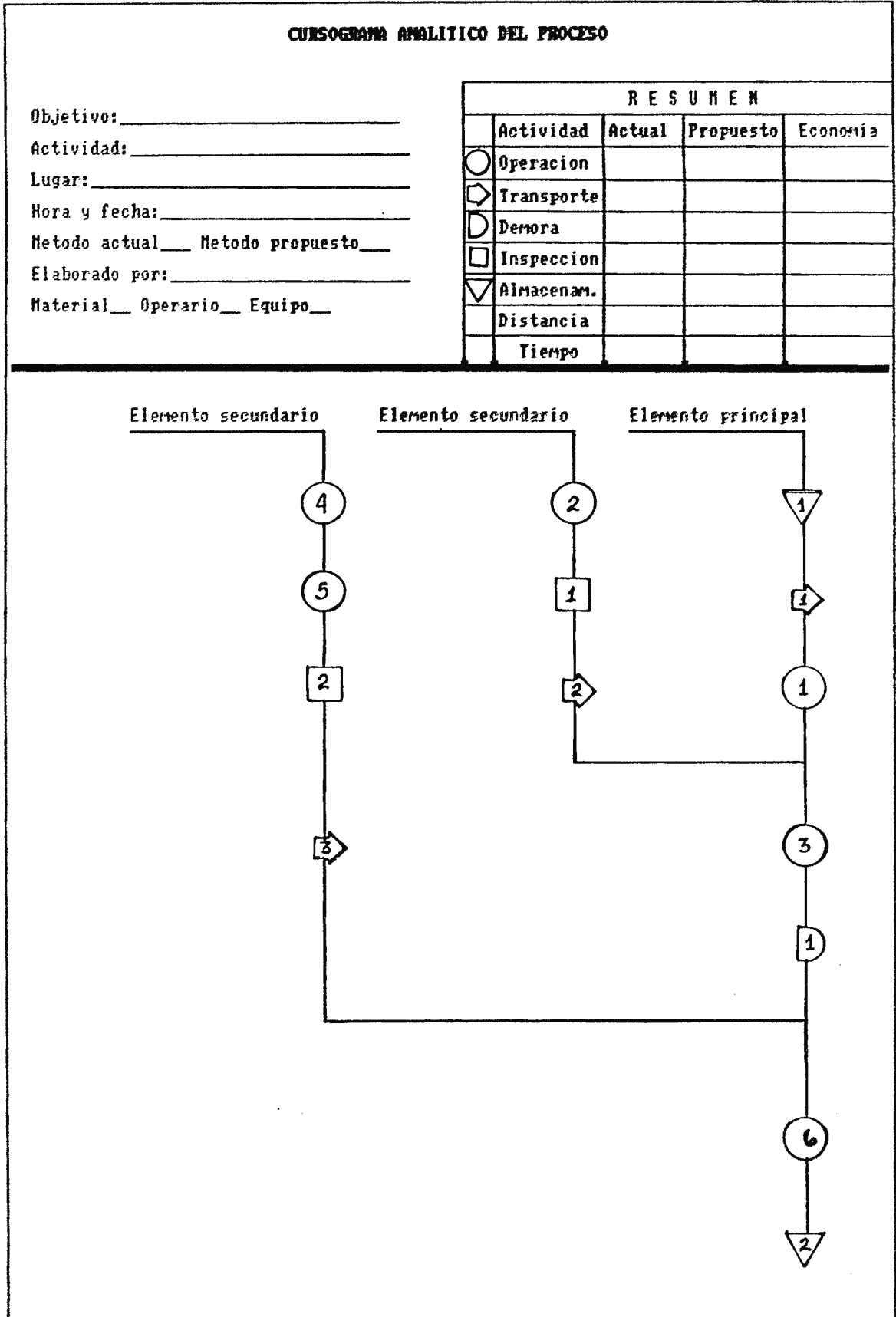
Definición:

Este es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento, que señala todos los hechos mediante el símbolo correspondiente, o sea, que se emplean los símbolos de operación, inspección, demora, transporte y almacenamiento (ver Figura # 2).

El cursograma analítico puede hacerse sobre el operario, para registrar lo que hace; sobre el material, registrando su transformación, y sobre el equipo, para registrar su utilización. El cursograma en mención es un medio para mirar con ojos críticos un trabajo y sacar conclusiones sobre el manejo de materiales, distribución de la planta y equipo, atrasos, almacenamiento e idear después, métodos más adecuados.

Otra forma de registrar los datos de un proceso es a través de una Carta de Flujo (ver Figura # 3), la cual es una variante del Cursograma Analítico

Figura # 2



4.3.2.4.3 Cursograma analítico para el operario

Definición:

El cursograma analítico para el operario es un cursograma donde se detalla todo lo que hace un trabajador. Por lo general, se usan los mismos formularios del cursograma para materiales y equipo. Es conveniente indicar con voz activa las actividades del operario y en voz pasiva cuando se trate del material o equipo. Por ejemplo:

Para el operario

Taladra la pieza
Recoge caja

Para el material

Pieza taladrada
Caja recogida

4.3.2.4.4 Diagrama de recorrido

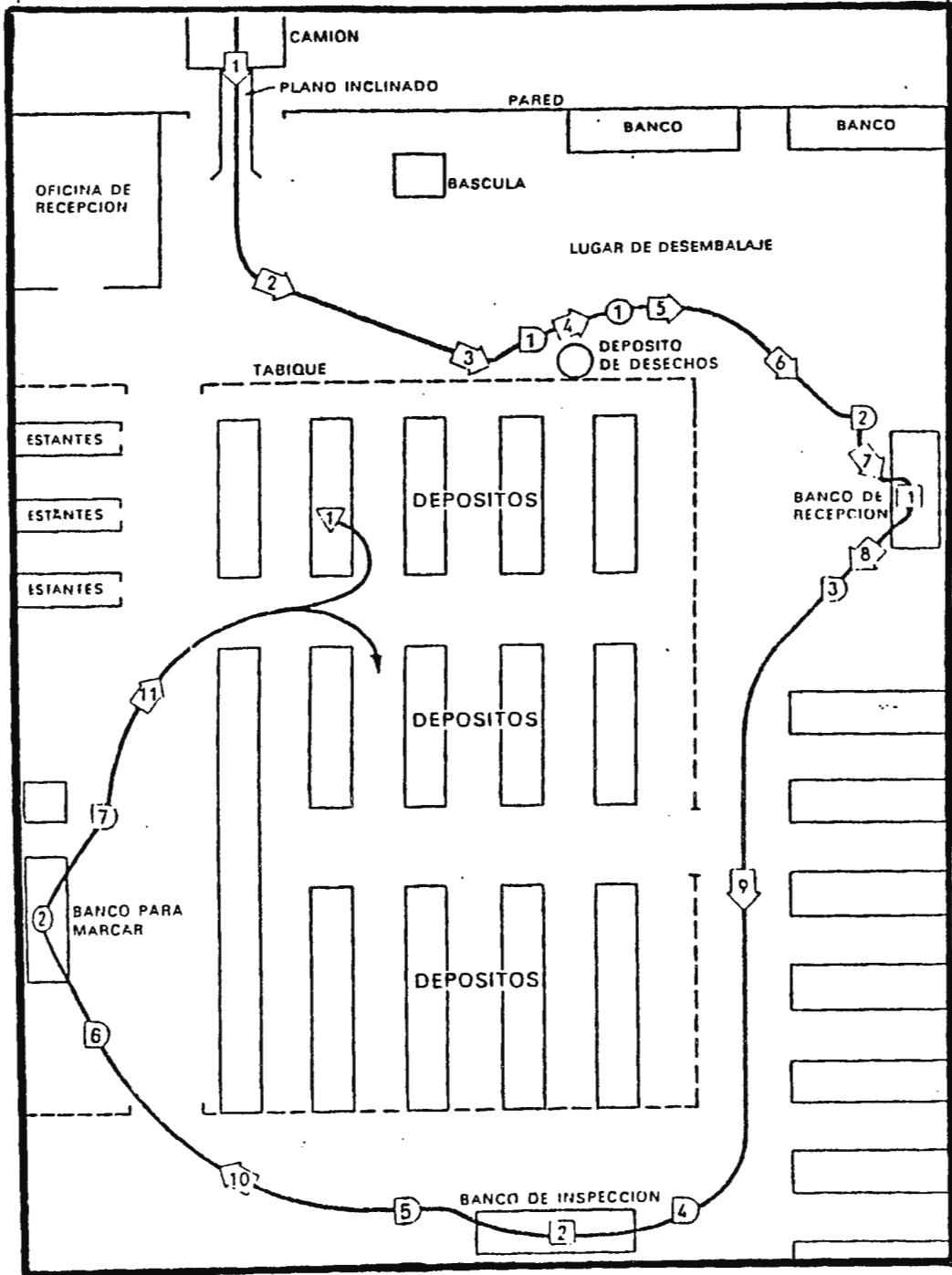
Definición:

El diagrama de recorrido es un plano de la fábrica o del lugar de trabajo hecho a escala, que muestra la posición correcta de las máquinas y los puestos de trabajo. Por medio de la observación directa se trazan los movimientos de un producto y se utilizan los mismos símbolos del diagrama analítico. (ver Figura # 4).

Este diagrama permite analizar disposiciones e instalaciones de locales, equipo y maquinaria; además de analizar congestionamientos de procesos.

Figura # 4

Diagrama de Recorrido



4.3.2.4.5 Diagrama de actividades múltiples

Definición:

El diagrama de actividades múltiples es un diagrama en el que se registran las actividades de varios objetos según una escala de tiempo común, para mostrar la correlación entre ellas (ver Figura # 5).

El diagrama puede utilizarse para operarios, máquinas o equipo. Al tener una escala de tiempo común se pueden comparar las actividades de los obreros y las máquinas, de tal forma que permita ver en que momentos de un proceso están activos dichos elementos. El diagrama permite llegar a combinar en otra forma las actividades, a fin de suprimir tiempos improductivos. Este diagrama se utiliza para organizar equipos de trabajadores en producciones en serie, trabajos de mantenimiento, cuando no se puede dejar detenida una máquina más de lo estrictamente necesario, y para determinar cuántas máquinas podría atender un operario.

Las actividades de diferentes operarios o máquinas y operarios se registran en función del tiempo activo o inactivo.

Figura # 5

**DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MULTIPLES
(PARA OPERARIO Y MAQUINA)**

| PRODUCTO: _____ PROCESO : _____ MAQUINA(S): _____ OPERARIO: _____ METODO:ACTUAL _____ PROPUESTO _____ ELABORADO POR: _____ HORA Y FECHA: _____ SIMBOL.: <input type="checkbox"/> =INACTIVO <input type="checkbox"/> =TRABAJ. | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">RESUMEN</th> </tr> <tr> <th style="text-align: left;">TIEM, CICLO, HOM</th> <th style="text-align: left;">MAQ</th> <th style="text-align: center;">Actual</th> <th style="text-align: center;">Propue.</th> <th style="text-align: center;">Econom.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: left;">TIEMPO DE TRABAJO</td> <td style="text-align: left;">OPERARIO</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">MAQUINA</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: left;">TIEMPO INACTIVO</td> <td style="text-align: left;">OPERARIO</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">MAQUINA</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: left;">UTILIZACION</td> <td style="text-align: left;">OPERARIO</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">MAQUINA</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | RESUMEN | | | | TIEM, CICLO, HOM | MAQ | Actual | Propue. | Econom. | TIEMPO DE TRABAJO | OPERARIO | | | | MAQUINA | | | | TIEMPO INACTIVO | OPERARIO | | | | MAQUINA | | | | UTILIZACION | OPERARIO | | | | MAQUINA | | | |
|--|--|---------|---------|---------|--|------------------|-----|--------|---------|---------|-------------------|----------|--|--|--|---------|--|--|--|-----------------|----------|--|--|--|---------|--|--|--|-------------|----------|--|--|--|---------|--|--|--|
| RESUMEN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TIEM, CICLO, HOM | MAQ | Actual | Propue. | Econom. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TIEMPO DE TRABAJO | OPERARIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MAQUINA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TIEMPO INACTIVO | OPERARIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MAQUINA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| UTILIZACION | OPERARIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MAQUINA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| TIEMPO MINUTOS | OPERARIO | MAQUINA | TIEMPO MINUTOS |
|----------------|----------|---------|----------------|
| 0.4 | | | 0.4 |
| 0.8 | | | 0.8 |
| 1.0 | | | 1.0 |
| 1.2 | | | 1.2 |
| 1.4 | | | 1.4 |
| 1.6 | | | 1.6 |
| 1.8 | | | 1.8 |
| 2.0 | | | 2.0 |
| 2.4 | | | 2.4 |
| 2.6 | | | 2.6 |
| 2.8 | | | 2.8 |
| 3.0 | | | 3.0 |
| 3.2 | | | 3.2 |
| 3.4 | | | 3.4 |
| 3.6 | | | 3.6 |
| 3.8 | | | 3.8 |
| 4.0 | | | 4.0 |

4.3.2.4.6 Diagrama de hilos

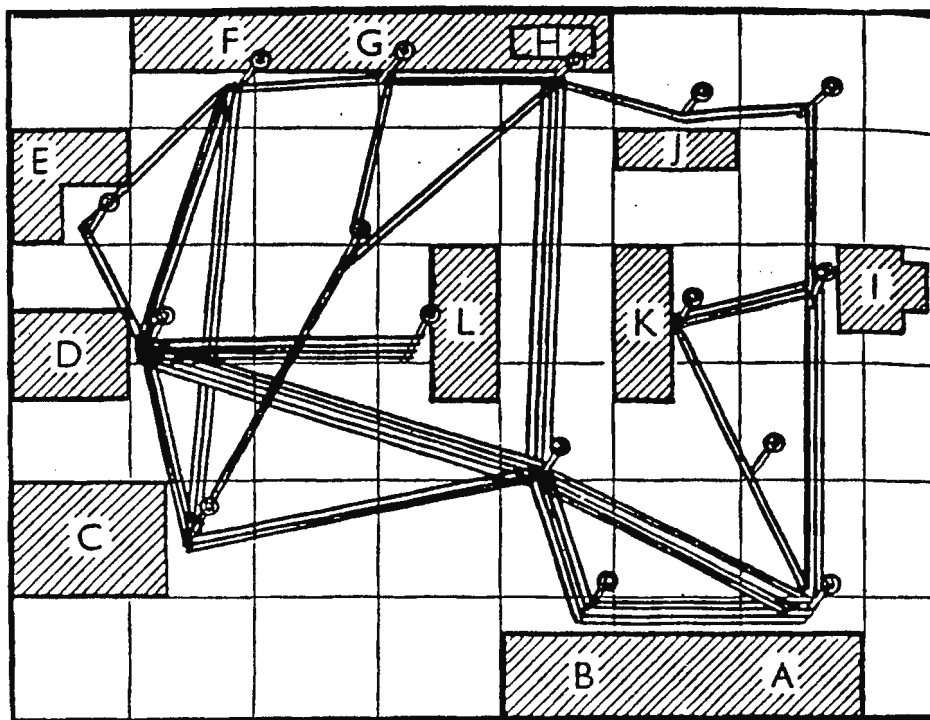
Definición:

El diagrama de hilos es un plano o un modelo a escala en el que se sigue y se mide con un hilo la trayectoria de los trabajadores, de los materiales o del equipo durante una sucesión determinada de hechos.

El diagrama de hilos viene a ser una especie de diagrama de recorrido en el que se mide el desplazamiento de un obrero o de un material en el lugar de trabajo (ver Figura # 6). La persona que realiza el estudio del trabajo debe seguir al operario objeto, según éste vaya y venga por el lugar de trabajo.

Hay muchas actividades, ya sea en la industria o en el comercio, en el que las personas se desplazan a intervalos regulares entre un punto y otro de su zona de trabajo, llevando o no material, donde se hace necesario llegar a conocer las distancias recorridas, con el fin de disminuir en lo posible estas distancias.

Figura # 6
Diagrama de Hilos



4.3.2.4.7 Diagrama bimanual

Definición:

El diagrama bimanual es un cursograma en el que se registran las actividades de las extremidades (manos o pies) del operario, indicando la relación entre ellas (ver Figura # 7).

El diagrama bimanual sirve principalmente para estudiar operaciones repetitivas que realiza el operario, por lo general, en su puesto de trabajo, y balancear los movimientos de sus manos, buscándose reducir la fatiga, y los movimientos improductivos. Los símbolos empleados son los mismos que para los diagramas mencionados anteriormente, solamente que su significado es diferente, como a continuación se detalla:

Operación: habrá operación en las actividades de coger, sujetar, soltar y utilizar una herramienta o material.

Transporte: se emplea para representar el movimiento de la mano o del pie hasta una herramienta o material o desde uno de ellos.

Espera: indica el tiempo en el que la mano o el pie no trabaja.

Sostenimiento: indica el acto de sostener alguna pieza, herramienta o material.

Al construir un diagrama bimanual es conveniente tener presente las siguientes notas:

- a) Es conveniente estudiar el ciclo de las operaciones varias veces antes de comenzar las anotaciones.
- b) Registrar lo que hace una sola mano a la vez.
- c) Registrar pocos símbolos a la vez.
- d) Es bueno empezar las anotaciones con la acción

de coger o asir una pieza que indique el comienzo de un ciclo de trabajo.

- e) Registrar lo observado en un mismo renglón del formato, sólo cuando las actividades se realicen al mismo tiempo.
- f) Las acciones que tienen lugar sucesivamente deben registrarse en renglones distintos.

4.3.2.4.8 El Simograma

Definición:

Es un diagrama basado en el análisis cinematográfico que se utiliza para registrar simultáneamente con una escala de tiempo común, los therbligs⁷ o grupos de therbligs referentes a diversas partes del cuerpo de uno o varios trabajadores.

El simograma es la representación de micromovimientos del operario. Los simogramas se utilizan principalmente para las operaciones de corta duración, que se ejecuten con extremada rapidez.

⁷Ver Glosario.

4.3.3 Examen.

Para esta fase se usa lo que se denomina la técnica del interrogatorio, que consiste en someter cada actividad a una serie sistemática y progresiva de preguntas. Las clases de actividades que se pueden registrar en un diagrama se dividen en dos grandes categorías:

- a) Aquellas en que a la materia prima le sucede algo; es decir se le trabaja, traslada o examina. Por ejemplo, alguna materia prima que esté lista para ser trabajada, luego se le transforma física o químicamente y es examinada para ser trasladada a otro proceso.
- b) Aquellas en que la materia prima no es tocada y está o bien almacenada o detenida en espera.

Para llegar a examinar adecuadamente un proceso de producción o servicio es necesario hacer una serie de preguntas para determinar el propósito, el lugar, la sucesión, las personas y los medios por los que han sido emprendidos cada actividad, con el objeto de eliminar, combinar, ordenar o simplificar dichas actividades (ver Cuadro #2).

Cuadro #2 Técnica del Interrogatorio

| | Analizar y comprender | Por qué | Pensar mejores alternativas |
|-------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------------|
| <u>Propósito:</u> | Qué se hace? | es necesario? | Qué otra cosa podría hacerse? |
| <u>Lugar:</u> | Dónde se hace? | se hace allí? | Dónde debería hacerse? |
| <u>Sucesión:</u> | Cuándo se hace? | se hace en ese momento? | Cuándo debería hacerse? |
| <u>Persona:</u> | Quién lo hace? | esa persona? | Quién sería el más indicado? |
| <u>Medios:</u> | Cómo lo hace? | de esa manera? | Cómo podría hacerse mejor? |

Las preguntas mencionadas en el cuadro anterior se deben hacer sistemáticamente, porque son la condición básica de un buen resultado.

4.3.4 Idear.

En esta etapa se llega a crear y seleccionar el método de trabajo óptimo. Lo primero que se debe hacer es comparar el método proyectado con el método original y cerciorarse de que no se pasó nada por alto. Luego se registrará la cantidad de actividades efectuadas por cada método, las economías de distancia y el tiempo que se espera de la modificación y el posible ahorro de dinero que permitirá.

4.3.5 Definir.

El objetivo de esta parte es dejar definido en forma escrita las normas de ejecución para los trabajos, de tal suerte que sirvan para explicar el método a los operarios y a la misma dirección.

4.3.6 Implantar.

Para poder implantar un método de trabajo es importante contar en primera instancia, con la aceptación del jefe del taller, ya que éste es el responsable de lo que pase en él. Igualmente importante es tener la aprobación de la dirección. Sin las dos condiciones apuntadas sería inútil cualquier esfuerzo por implantar un nuevo método de trabajo. El siguiente paso es lograr que los operarios acepten los cambios. Enseñar a los trabajadores el método resultante después del estudio es algo muy importante, y debe realizarse en una forma tal que los operarios queden concientizados de lo que significan dichos cambios, para asegurar la fidelidad en los métodos. Por último, hay que darle seguimiento a lo implantado por un tiempo prudencial (depende del trabajo) para asegurarse que todo marche según lo previsto.

CAPITULO V

MEDICION DEL TRABAJO

5.1 Definición.

"Es un conjunto de procedimientos para determinar la cantidad de tiempo requerido bajo ciertas circunstancias estándar de medición, para tareas que implican alguna actividad humana. El resultado de tal medición recibe el nombre de tiempo estándar".¹

"La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida".²

"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, las demoras personales y los retrasos

¹Op. cit., Marvin E. Mundel, pág.21

²Op. cit., OIT, pág. 193.

inevitables".³

En resumen, se puede decir que la medición del trabajo es un conjunto de técnicas o procedimientos en los cuales se observan directa y continuamente, durante un período de tiempo determinado, los resultados de una tarea. Registrando datos relativos al tiempo y cantidad de trabajo, para llegar a establecer estándares de tiempo de las tareas.

5.2 Objetivos de la Medición del Trabajo.

Los objetivos del estudio de tiempos son los siguientes:

- a) Reducir o eliminar el tiempo improductivo de un trabajo.
- b) Fijar tiempos tipo o estándar para la ejecución de un trabajo.

La medición del trabajo es importante para utilizarla en los siguientes aspectos:

- a) Comparar la eficacia de varios métodos.
- b) Repartir el trabajo a los obreros para que en lo

³Op. cit., Benjamin Niebel, pág. 7.

posible le toque a cada quien una tarea que lleve el mismo tiempo.

- c) Determinar mediante diagramas de actividades múltiples el número de máquinas que un trabajador puede atender.
- d) Obtener información en qué basar el programa de producción, incluyendo necesidades de equipo y mano de obra para cumplir esa meta de producción.
- e) Obtener información en que basar: Presupuestos de oferta, plazos de entrega y precios de venta.
- f) Obtener información que permita controlar los costos de mano de obra, fijar y mantener los costos estándar.
- g) Establecer planes de incentivos salariales.

5.3 Etapas de un estudio de tiempos

- a) Seleccionar el trabajo que se va a realizar.
- b) Obtener y registrar información acerca de la tarea del operario y de las condiciones en que se ejecuta el trabajo.
- c) Registrar una descripción completa del método, y descomponer la operación en elementos.
- d) Medir el tiempo con el instrumento adecuado (cronómetro) y registrar el tiempo invertido por

el operario.

- e) Determinar la velocidad del trabajo efectivo del operador basado en la idea que tenga el analista de lo que debe ser un ritmo normal.
- f) Convertir los tiempos observados en tiempos básicos o valorados.
- g) Determinar los suplementos que se agregan al tiempo básico.
- h) Determinar el tiempo tipo de la operación en estudio.

5.4 Importancia del Estudio de Métodos para llevar a cabo un Estudio de tiempos.

Entre los propósitos que se persiguen con el estudio de tiempos está llegar a determinar y fijar normas de rendimiento y tiempo estándar para lo cual es conveniente y adecuado establecer y definir la mejor forma de ejecutar el trabajo a través de un estudio de métodos.

Hay que tomar en cuenta que mientras no se haya encontrado, definido y estandarizado el mejor método, no estará estabilizada la cantidad de trabajo y, por lo tanto, no se podrán planificar programas. Si el tiempo tipo es ocupado para calcular remuneraciones, puede resultar antieconómico el costo de mano de obra.

Por consiguiente, hay que asegurarse primero que el método sea bueno y que todo tiempo corresponde exclusivamente a un método correctamente determinado.

5.5 El Estudio de Tiempos y los Operarios

Cuando se lleva a cabo un estudio de tiempos dentro de una empresa es necesario dialogar con los operarios y el personal, para explicarles con claridad en qué consiste el estudio y la finalidad que se persigue a través de éste. Muchos trabajadores creen que éste tipo de estudio en vez de beneficiarlos los perjudicará y por lo tanto, no colaboran en la realización del estudio. Asimismo, sería adecuado que cuando se seleccione a los operarios se le pregunte al capataz y a los representantes de los trabajadores, qué obreros a su juicio, se deben estudiar primero, ya que éstos deberán de ser competentes y constantes en su trabajo; además, tienen que poder trabajar normalmente cuando se les esté observando.

En la práctica del estudio de tiempos debe hacerse la distinción entre los trabajadores denominados "representativos" y "calificados". Los primeros son aquellos cuyo desempeño y desenvolvimiento corresponde al promedio del grupo estudiado; los segundos, aquellos que se les reconoce que tienen aptitudes físicas necesarias,

la requerida inteligencia y, además, hayan adquirido la destreza y el conocimiento necesario para realizar el trabajo según normas satisfactorias de cantidad, calidad y seguridad.

Cuando se hace un estudio de tiempos es preferible seleccionar trabajadores calificados, ya que los resultados obtenidos van a ser más confiables, equitativos y justos para todos los trabajadores.

Otro aspecto importante del estudio de tiempos es la posición en que debe colocarse el observador con respecto al operario. Esto en gran parte dependerá de la clase de operación que se esté analizando. Lo importante es que debe estar en una línea de visión que le permita ver y apuntar trabajo en estudio.

Algunos problemas que se dan en este tipo de estudios, y en los que la persona que realiza el estudio debe estar atenta para tratar de resolverlos, son los siguientes:

- a) El operario nervioso, que no se desempeña normalmente cuando es observado. Trata de trabajar rápido cometiendo muchos errores. El analista debe de detener el estudio y platicar con el operario para darle seguridad y quitarle

el nerviosismo.

- b) El operario listo que trata de despistar al analista, trabajando con lentitud y haciendo movimientos innecesarios a fin de conseguir un tiempo con un margen superior al necesario.
- c) La persona que realiza el estudio debe estar consciente que en el camino tropezará con estos tipos de problemas y otros más, pero deberá tratar de resolverlos. Una de las formas más seguras sería aplicar bien el estudio de métodos.

5.6 Descomposición de la tarea en Elementos

Una vez registrados los datos de las operaciones y seleccionados los operarios, el especialista debe proceder a descomponer la tarea en elementos.

Elemento se define como: "La parte delimitada de una tarea que se selecciona para facilitar la observación, medición y análisis."⁴

Ciclo de trabajo es: "La sucesión de elementos necesarios para efectuar una tarea u obtener una unidad de

⁴Op. cit., OIT, pág. 233

producción."⁵

El detalle de los elementos es un aspecto necesario e importante en el estudio de tiempos ya que se puede:

- a) Separar el trabajo productivo del improductivo.
- b) Evaluar el trabajo con mayor exactitud.
- c) Distinguir los diferentes tipos de elementos y ocuparse de ellos dependiendo de cada tipo.
- d) Determinar y separar los elementos que causan más fátiga y fijar mejor los tiempos de descanso.
- e) Verificar con facilidad el método, de modo que después se note si se están omitiendo o agregando elementos.
- f) Especificar detalladamente el trabajo.
- g) Extraer los tiempos de los elementos que más se repiten.

Así mismo, se debe considerar las clases de elementos que se pueden dar, tales como:

- a) Elementos repetitivos: los que reaparecen en cada ciclo de trabajo.
- b) Elementos casuales: no reaparecen en cada ciclo de trabajo, sino a intervalos regulares o

⁵Op. cit., OIT, pág. 233

irregulares.

- c) Elementos constantes: aquellos cuyo tiempo básico de ejecución es siempre el mismo.
- d) Elementos variables: aquellos cuyo tiempo básico de ejecución cambia según ciertas características del producto, equipo o proceso, como dimensiones, peso, calidad, etc.
- e) Elementos manuales: los que son hechos propiamente por el trabajador.
- f) Elementos mecánicos: los que realiza automáticamente una máquina a base de fuerza motriz.
- g) Elementos dominantes: los que duran más tiempo que los demás elementos realizados simultáneamente.
- h) Elementos extraños: los observados durante el estudio y que al ser analizados no resultan necesarios para realizar el trabajo.

El conocimiento profundo de estas características servirá para un mejor análisis que traerá como consecuencia la exactitud en la aplicación del método.

5.7 Tamaño de la muestra

Quando se aplica cualquiera de las técnicas del

estudio de tiempos es necesario determinar el tamaño de la muestra lo que corresponde a calcular el valor del promedio representativo para cada elemento; es decir, que se tiene que establecer el número de observaciones que deben efectuarse para cada elemento, teniendo un nivel de confianza y un margen de exactitud predeterminados. Para esto se puede ocupar un método estadístico o un tradicional.

Con el método estadístico se efectúa cierto número de observaciones preliminares (n') y luego se aplica la fórmula presentada a continuación, asumiendo un nivel de confianza del 95.45 por ciento y margen de error ± 5 por ciento:

$$n = (40\sqrt{(n'\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2)/\Sigma x})^2$$

n = Tamaño de la muestra que se desea determinar

n' = Número de observaciones preliminares

Σ = Suma de valores

x = Valor de las observaciones

Este método, en la práctica, puede resultar difícil de aplicar, ya que algunos ciclos de trabajo se componen de varios elementos y el tamaño de la muestra variará según las observaciones realizadas en cada elemento. Es posible que se lleguen a determinar diferentes tamaños de

muestras para cada elemento, a menos que éstas coincidan más o menos con éste mismo promedio.

También es importante que las observaciones se hagan cada cierto de tiempo durante ciertos números de ciclos, a fin de tener la seguridad que se van a observar varias veces los elementos casuales.

5.8 Técnicas del estudio de Tiempos

Para llevar a cabo un estudio de tiempos es necesario valerse de ciertas técnicas, entre las principales y más empleadas están:

- Estudio de tiempos por cronómetro.
- Muestreo del trabajo.
- Sistemas de normas de tiempo predeterminados
- Datos tipo.

Estas técnicas son explicadas a continuación.

5.8.1 Estudio de tiempos por cronómetro

En el método de medición por cronómetro existen dos procedimientos principales, que son:

- Cronometraje Acumulativo o Continuo.
- Cronometraje con vuelta a cero.

El **Cronometraje Acumulativo** consiste en que el reloj funciona sin interrupción durante todo el estudio. Se pone en marcha al principio del primer elemento del primer ciclo y se detiene hasta acabar el estudio. Al final de cada elemento se apunta la hora que marca el cronómetro y los tiempos de cada elemento se obtienen haciendo las respectivas restas después de terminar el estudio.

El método continuo tiene la ventaja de que si se da el caso de omitir un elemento o no se registra alguna actividad esporádica, el tiempo total no cambia; es decir que se toma un registro completo de todo el período de observación.

Esta técnica se adapta mejor para tareas con elementos cortos, aunque tiene la desventaja que se necesita más trabajos a fin de evaluar el estudio, ya que para determinar el tiempo de cada elemento se tienen que ir haciendo restas y ésto prolonga más las etapas del estudio.

En el **Cronometraje con vuelta a cero** se toman directamente los tiempos. El cronómetro se lee cada vez que el elemento termina y luego las manecillas regresan de inmediato a cero, para comenzar a tomar el tiempo del

elemento siguiente.

Se deben tomar en cuenta las desventajas que presenta ésta técnica, las cuales se enumeran así:

- Se pierde tiempo al regresar a cero las manecillas del cronómetro, se acumula un pequeño error en el estudio.
- No se puede aplicar para elementos cortos ya que es muy difícil tomarles el tiempo.
- No siempre se obtiene un registro completo de un estudio en el que no se hayan tenido en cuenta los retrasos y los elementos extraños.
- El tiempo total del ciclo no se puede verificar sumando los tiempos de las lecturas elementales.

Este método con vuelta a cero se recomienda sobre todo para tareas con ciclos de trabajo y elementos largos en los cuales los errores son tan pequeños que no afectan el resultado.

Existe otro tercer método llamado **Cronometraje por Diferencia**, éste consiste en cronometrar varios elementos juntos agrupándolos de manera que cada uno de ellos quede comprendido una vez y excluido la siguiente, al final se resta para deducir el tiempo que lleva cada etapa.

Ejemplo: En una tarea constituida de siete

elementos cortos el analista puede cronometrar del 1 al 3 y del 4 al 7 y anotar sólo esos dos tiempos; luego los números del 1 al 4 y del 5 al 7 durante unos cuantos ciclos más y así sucesivamente.

Con éste sistema se puede utilizar los métodos de cronometraje acumulativo y el de vuelta a cero. Se recomienda este tercer método para medir con exactitud elementos muy breves que no le dan tiempo al analista para observar el trabajo, mirar el reloj y apuntar la hora.

5.8.1.1 Ventajas del estudio de tiempos por Cronómetro

- a) Capacita al analista para observar el ciclo completo, dándole por éste medio una oportunidad de sugerir e iniciar el mejoramiento de métodos.
- b) Es el único método que efectivamente mide y registra el tiempo real empleado por el operario.
- c) Es más probable que comprenda aquellos elementos que ocurren menos de una vez por ciclo.
- d) Proporciona rápidamente valores exactos para elementos controlados por máquinas.
- e) Es relativamente sencillo de aprender y explicar.

5.8.1.2 Desventajas del estudio de tiempo por Cronómetro

- a) Requiere la calificación o evaluación de la actuación, es decir, la destreza o empeño del trabajador.
- b) No obliga a seguir un registro detallado del método total que se empleó, incluyendo la distribución de equipo en el lugar de trabajo, los patrones de movimiento, la condición de materiales, las herramientas, etc.
- c) Puede no proporcionar una evaluación exacta de elementos no cíclicos.
- d) Basa el estándar en una muestra pequeña, ya que es determinado por una persona que estudia a un sólo trabajador que utiliza un sólo método.
- e) Requiere que el trabajo sea realizado antes de establecer el estándar.

5.8.2 Muestreo del trabajo.

5.8.2.1 Definición.

El muestreo del trabajo es una técnica para determinar mediante muestreo estadístico y observaciones aleatorias, el porcentaje de aparición de determinada

actividad.

El muestreo del trabajo constituye una técnica aplicable a una gran variedad de operaciones, ya sean dentro de una fábrica u oficina; proporciona a la dirección de una empresa información sobre el porcentaje de tiempo que se consume en determinada actividad, ya sea productiva o improductiva. El muestreo del trabajo consiste en tomar muestras en forma intermitente y al azar de la actividad a tratar.

A continuación se mencionan algunos usos del muestreo del trabajo:

- a) Cálculo del porcentaje de tiempo productivo e improductivo de un operario y sus motivos.
- b) Cálculo del porcentaje de tiempo productivo e improductivo de una máquina y sus motivos.
- c) Distribución más equitativa de cargas de trabajo.
- d) Comparación de la eficiencia de los trabajos para dos o más departamentos.

Además de llegar a conocer, por ejemplo, por qué una máquina pasa ociosa un determinado porcentaje del día, el muestreo del trabajo permite a la dirección de una empresa

determinar donde se deben aplicar estudios de métodos, donde se debe mejorar el manejo de materiales y si se debe mejorar la planificación de la producción.

5.8.2.2 Procedimiento básico.

- a) Selección del trabajo y determinación de los objetivos del estudio, incluyendo las actividades por observar.
- b) Diseño del procedimiento de muestreo:
 - Estimación del número de observaciones requeridas en base al grado de precisión que se desee.
 - Determinación de la frecuencia de las observaciones.
 - Preparación de las hojas de registro.
- c) Recopilación de datos.
- d) Análisis de los datos.
- e) Presentación de los resultados.

5.8.2.3 Selección del trabajo y determinación de objetivos.

Es necesario llegar a determinar en forma clara lo que se quiere lograr por medio del muestreo del trabajo, así como también, las actividades involucradas en el trabajo y definir cuáles deberán observarse. Es importante

unificar criterios de observación entre el personal que se encargue de registrar los fenómenos; de no hacer lo anterior se corre el riesgo de que el estudio muestre datos que no reflejen lo que sucede en realidad.

5.8.2.4 Determinación del número de observaciones necesarias.

Método estadístico:

$$\sigma_p = \sqrt{(p(1-p)/n)}$$

donde:

σ_p = error estándar de la proporción

p = proporción⁶ verdadera de ocurrencias del elemento que se busca, expresado como decimal

n = número total de observaciones al azar en las que se basa p

Despejando n se tiene:

$$n = p(1-p) / \sigma_p^2$$

Para utilizar la fórmula anterior se debe tener una estimación preliminar del valor de p, o sea de la proporción de que ocurra el acontecimiento que interesa. Esta estimación puede basarse en el criterio de la persona

⁶Ver glosario

que realizará el estudio efectuándose observaciones aleatorias en el lugar de trabajo.

5.8.2.5 Determinación de la frecuencia de las observaciones.

Como las observaciones tienen que ser con una frecuencia aleatoria, se utiliza una tabla de números aleatorios para tal fin. La frecuencia de las observaciones depende grandemente de los siguientes aspectos:

- a) del tamaño de la muestra,
- b) del tiempo disponible para el estudio,
- c) de la naturaleza del trabajo a estudiar y
- d) del personal disponible para desarrollar el muestreo.

5.8.2.6 Preparación de las hojas de registro.

Los formularios de registro deben diseñarse de acuerdo a las necesidades del estudio. No es posible utilizar formas estándar, puesto que para cada estudio se requieren un número exclusivo de observaciones y de frecuencia de observaciones; además, las formas deben ajustarse a los objetivos del estudio en particular (ver Figura # 8).

5.8.3 Normas de tiempo predeterminadas

5.8.3.1 Definición.

El sistema de normas de tiempo predeterminadas es una técnica para la medición del trabajo, en la cual se utilizan tiempos determinados para los movimientos básicos de los trabajadores, con el fin de establecer el tiempo requerido para una tarea, según una norma de ejecución preestablecida.

Las normas de tiempo predeterminadas tuvieron sus antecedentes a principios del presente siglo, con Frank B. Gilbreth, al clasificar éste los movimientos de las manos y los ojos. Dos principios motivaron a Gilberth a realizar los estudios:

- a) que un análisis crítico detallado de los métodos de trabajo estimula el ingenio para mejorar dichos métodos.
- b) que se puede evaluar la eficacia de varios métodos proyectados de trabajo al comparar el número de movimientos que se emplean para cada uno.

5.8.3.2 Técnica MTM

Durante la Segunda Guerra Mundial y la postguerra, se idearon muchos sistemas de tiempos predeterminados. Uno de estos fue el MTM (Medida del Tiempo de los Métodos) inicialmente ideado en 1948, por H. B. Maynard, G. J. Stegemerten y J. L. Schwab, empleados de la Westinghouse Electric Corporation de los Estados Unidos.

Con el transcurso del tiempo, han ido surgiendo formas simplificadas y complementarias del MTM, como el MTM-2, MTM-3, MTM-V, MTM-C y el MTM-M. Los creadores del MTM lo definieron como 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. EL MTM proporciona la relación real entre los movimientos básicos y el tiempo necesario para efectuarlos.

El MTM se basa en los aspectos siguientes:

- a) Cualquier operación manual se compone de movimientos básicos distintos y conocidos.
- b) Cada movimiento básico tiene un tiempo de valor constante, dentro de un nivel medio de

actuación.

- c) Por medio de la investigación se han llegado a medir los valores de los tiempos para todos los movimientos básicos.

El procedimiento elemental para aplicar el MTM se resume en dos puntos que son:

- a) Conocer los movimientos básicos que deben utilizarse en la operación que se estudie.
- b) Sumar el valor del tiempo dado por los datos MTM para cada uno de dichos movimientos básicos.

La medida de los tiempos para los movimientos básicos se efectuó en base de análisis detallados de películas cinematográficas, que tomaban en cuenta las condiciones que afectaban a cada movimiento básico, y obtuvieron tablas con los tiempos predeterminados (ver Anexo # 3). La unidad de tiempo empleada es 0.00001 horas, llamada Unidad Medida de Tiempo (UMT). Las tablas de MTM dan el número de 0.00001 horas que necesita un operario con habilidad media trabajando con un esfuerzo medio para efectuar un movimiento en condiciones medias.

Los elementos básicos de la MTM se presentan a

continuación con su respectivo símbolo y la palabra en idioma inglés que le da origen:

| <u>Elemento</u> | <u>Símbolo</u> | <u>Palabra en inglés</u> |
|---|-------------------|-----------------------------|
| Alcanzar | R | Reach |
| Mover | M | Move |
| Girar | T | Turn |
| Aplicar presión | AP | Apply Pressure |
| Asir o coger | G | Grasp |
| Posicionar | P | Position |
| Soltar | RL | Relaease |
| Desmontar | D | Disengage |
| Recorrido de los ojos y enfoque visual | ET y EF | Eye travel and eye focus |

En el Anexo # 4 se definen los elementos antes mencionados.

5.8.3.3 Técnica MODAPTS

Otra técnica que pertenece a las normas de tiempos predeterminados es la técnica MODAPTS (Modular Arrangement of Predetermined Time Standars) que es un sistema que relaciona tiempos estándares a actividades del cuerpo humano cuando ejecuta algún trabajo.

El concepto básico que constituye lo principal de su desarrollo y el apoyo de sus ventajas, se puede resumir en cuatro aspectos:

- a) Todos los movimientos de una operación pueden medirse en múltiplos o módulos del movimiento de los dedos. Se utiliza un módulo como unidad denominado MOD.
- b) Cada clasificación de actividades tiene dentro de su corta descripción el número real de unidades de trabajo físico humano. Cada clase de actividad es descrita por el número de unidades de trabajo físico humano relacionadas con ella.
- c) El sistema MODAPTS agrupa las actividades en dos tipos. El primero son clases de movimiento a través del espacio. Estas son llamadas Clases de Movimiento. El otro tipo son las actividades ejecutadas al final de un movimiento, y de aquí la descripción terminal, a éstas se les denomina Clases Terminales.
- d) La presentación de la información es visual, capaz de ser memorizada fácilmente.

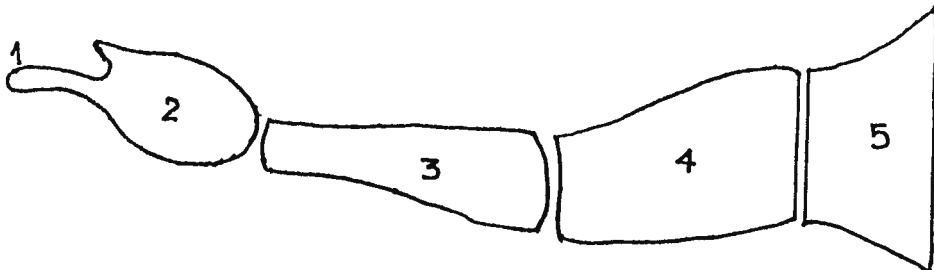
El tiempo necesario para efectuar un movimiento con los dedos, las manos y los brazos, se correlaciona con el miembro que debe realizarlo para completar una actividad dada. El grupo tecnológico de la Asociación Australiana para Investigación y Normas de Tiempos predeterminados, que bajo la dirección de Chris Heyde produjo MODAPTS, descubrió que un individuo promedio puede efectuar un

movimiento normal de dedos en 1/7 de segundos; si se requiere la mano, 2/7; si se usa el antebrazo, 3/7; el brazo 4/7 y el hombro 5/7.

Este principio, esquematizado en la figura # 1, se resume y codifica de la siguiente manera:

| MOVIMIENTO | UNIDAD 1 MOD = 1/7 de segundo |
|------------|----------------------------------|
| Dedos | 1 MOD |
| Mano | 2 MOD |
| Antebrazo | 3 MOD |
| Brazo | 4 MOD |
| Hombro | 5 MOD |

Figura # 9
Clases de Movimiento según parte
del cuerpo utilizada



La consistencia interna del Modapts está basada en el número pequeño que tiene, de valores tiempo para movimientos comunes. Este pequeño número de alternativas y la mutua exclusión entre ellas, hace que MODAPTS dependa menos del criterio humano y alcance mayor consistencia de la que es posible alcanzar, con otros sistemas de tiempos predeterminados que contiene más clasificaciones.

El tiempo modular denominado unidad Mod es igual a $1/7$ de segundo más un tiempo adicional de 10.75%. Para fijar tiempos normales, es decir, sin adiciones. Un MOD equivale a un valor de 0.129 segundos.

En el sistema MODAPTS no se requiere de mediciones de distancias, ni el uso de tablas o códigos. Todos los movimientos básicos y el número de unidades de actividad humana asociado con cada uno ellos están impresas en la tarjeta MODAPTS (Anexo # 5).

El ritmo de la producción puede establecerse en base a tres posibilidades:

- a) Cuando es establecido por el operario.
- b) Cuando es establecido por la máquina.
- c) Cuando es una combinación de operario y máquina.

Cuando el ritmo de la producción es determinado por el operario, MODAPTS dirá cuales son las posibilidades de producir. En el caso de que la producción sea determinada por la máquina, Modapts se utiliza para ver cuanto tiempo está realmente ocupado el trabajador. Y cuando la producción es una combinación de ritmo de trabajador y máquina surge lo que Modapts denomina "Tiempo de proceso", que es el tiempo requerido para completar la porción controlada por la máquina o el proceso, en un ciclo de

trabajo.

Para llegar a entender mejor la técnica MODAPTS es necesario comprender el concepto que se basa en los controles que ejecuta el sistema nervioso. Existen dos niveles de control consciente que son completamente diferentes: Control consciente bajo y control consciente alto.

Los movimientos de control bajo son relativamente fáciles y los movimientos de alto control, requieren concentración y generalmente necesitan del uso constante de los ojos, para controlar los movimientos que se están haciendo. La necesidad de usar los ojos durante todo el movimiento, generalmente, indica la presencia de alto control consciente.

Es importante tener en cuenta que los estándares deben determinarse según el grado normal de control consciente necesario para llevar a cabo cada movimiento, con el objeto de no crear estándares demasiado holgados o estrechos para un operario promedio, según sea el caso.

El sistema Modapts contiene 21 valores de tiempos para movimientos comunes. Hay 5 valores para "alcanzar" y "mover", 6 para "tomar" y "poner", y 10 que corresponden

a movimientos auxiliares de levantar, retomar, accionar pedal, esfuerzo visual, decidir, presionar, girar manivela, caminar, inclinarse y pararse o sentarse.

Cada actividad que se muestra en la tarjeta tiene una figura, y cada una de éstas asociada un valor. Al usar la tabla, siempre hay que relacionar, tanto la letra como el número. Los valores en la tarjeta MODAPTS se expresan en MODS, que son unidades de trabajo físico humano y no contienen suplementos para necesidades personales, fatigas o demoras. Son valores concebidos sobre una base de tiempo normal.

Los códigos de movimientos se componen de dos partes que son:

- a) una letra: ésta es la clave del tipo de movimiento; por ejemplo: G = tomar, W = caminar, P = poner.
- b) un número: identifica la cantidad de MODS que contiene cada movimiento como indican los siguientes ejemplos:

| <u>Descripción del movimiento</u> | <u>Código</u> | <u>MOD</u> |
|-----------------------------------|---------------|------------|
| Tomar control por contacto | G0 | 0 |
| Tomar simple | G1 | 1 |
| Accionar pedal | F3 | 3 |
| Inclinarse y erguirse | B17 | 17 |

Las actividades en MODAPTS están divididas en dos tipos: clase movimiento, y clase terminal. Entre ambas, existe una relación estrecha, ya que siempre ocurren juntas; primero está la actividad movimiento, seguida por una actividad terminal, que se efectúa al final. Por ejemplo, tomar una lápiz y colocarlo en un dispositivo holgado se representa de la siguiente forma:

| Descripción | Código | MOD |
|--|-----------|-----|
| Alcanzar lápiz y colocarlo sobre dispositivo holgado | 3,G1,4,P0 | 8 |

La codificación tiene el siguiente significado: el movimiento del antebrazo hasta alcanzar el lápiz tiene 3 MOD, tomar el lápiz (G1) tiene un MOD, movimiento del antebrazo al dispositivo holgado tiene 4 MOD, posicionar el lápiz sin control visual tiene(P0) tiene 0 MOD.

En el Anexo # 6 se presenta un resumen de las clases movimiento y las clases terminal; además se explican las actividades simultáneas y valores auxiliares del método MODAPTS.

5.8.3.4 Sistema de datos tipo o estándar

Los datos tipo o estándar son estándares de tiempo elementales tomados de estudio de tiempos anteriores. Estos estándares elementales se archivan y se clasifican en un banco de datos para que puedan ser encontrados fácilmente cuando sea necesario. Si se estableciera un banco de datos tipo o estándar para elementos que aparecen repetidamente en un lugar de trabajo, no sería necesario hacer un estudio de tiempos individual para cada tarea; es decir, que teniendo en el banco los datos tipo de cada elemento se podría calcular el tiempo total necesario para una nueva tarea y si se le suman los suplementos de tiempos se obtendría el tiempo estándar.

Esta técnica de los datos tipo no sustituye a las otras técnicas. Para desarrollar datos estándar elementales es necesario disponer de una serie de estándares de tiempos para un conjunto de tareas similares. Estos tiempos pueden desarrollarse mediante técnicas de cronometraje, sistema de normas de tiempo predeterminados y otras.

Para efectuar un sistema de datos estándar se desarrollan los siguientes pasos:

- a) Obtención de tiempos estándar para una gama de

trabajos dentro de un grupo de trabajos similares. Los estándares de tiempo usados como base para la elaboración del banco de datos tipo tienen que tener ciertas características tales como:

- Desarrollo de una práctica estándar escrita adecuada con elementos y puntos de terminación correctamente definidos.
- Descomposición de elementos similares.
- Utilización de métodos y equipos similares.
- Elementos correctamente escogidos.
- Calificación a una tasa uniforme de actividad.

b) Resumen de los datos en una hoja apaisada. La hoja apaisada es un documento u hoja en donde se presentan los datos. Las columnas de la hoja representan los elementos y las variables; las líneas representan las diferentes partes del estudio de tiempos.

c) Investigación y clasificación de los elementos constantes y variables. Los elementos constantes son aquellos que son idénticos y los elementos variables son similares en el patrón de movimiento de un trabajo a otro, pero varían en el tamaño, forma y otros aspectos de trabajo. Estos elementos pueden repetirse el mismo número

de veces, distinto número de veces en cada trabajo o aparecer en algunos trabajos y en otros no.

- d) Determinación del tiempo estándar promedio, para el elemento constante. En este paso se determina el tiempo promedio basándose en los datos mostrados en la hoja apaisada, es decir que se suman los datos de una columna que representa un elementos constante, se divide entre el número de datos y se obtiene el promedio.
- e) Determinación de los factores causales y sus relaciones con el tiempo estándar para elementos variables. Los elementos variables mencionados son aquellos que su tiempo de duración dependen de factores causales, por lo tanto, en el sistema de datos tipo es necesario valerse de gráficos, dibujar el tiempo que ocupa cada elemento en función de la variable y luego establecer una ecuación para llegar a calcular el tiempo estándar de cada elemento variable. Para variables discretas, o sea que sólo tiene partes definidas entre dos límites, se prepara una tabla para la gama de trabajos comprendidos.

5.8.3.5 Ventajas del sistema de datos Estándar

- a) Minimizar el tiempo para determinar tiempos estándar para trabajos repetitivos, es decir, que se elimina la necesidad de varios estudios.
- b) Establecer tiempos estándar para trabajos, antes de su producción, es decir, cuando tienen similitud o se parecen a otros trabajos previamente estudiados.
- c) Basarse en otros datos y no sólo en estándares de tiempo individual, por lo tanto, es confiable.
- d) Ayudar a calcular los rendimientos de producción para el establecimiento de precios en productos nuevos.
- e) Ayudar a montar líneas de ensamble con un mínimo de desbalance original.

5.8.3.6 Desventajas del sistema de datos Estándar

- a) No admite pequeñas variaciones en el método.
- b) Las fórmulas complejas requieren de un técnico con mayor aptitud.
- c) Es más difícil de explicar a los operarios.
- d) Puede ocasionar inexactitudes significativas si se extiende más allá del alcance de los datos

empleados en el desarrollo.

5.9 Valoración del ritmo

La Valoración del Ritmo consiste en que la persona encargada del estudio debe evaluar el ritmo de trabajo del operario y situarlo con relación al ritmo normal, es decir que se hace una comparación del ritmo real del trabajador con cierta idea del ritmo tipo, que se ha formado mentalmente, al ver cómo trabajan en forma natural los operarios calificados cuando utilizan el método que corresponde.

Un trabajador que mantenga un ritmo tipo y descanse de modo apropiado, tendrá un desempeño tipo que es un rendimiento que obtiene naturalmente y sin esfuerzo un trabajador calificado como promedio de la jornada. A ese desempeño tipo se le atribuirá el valor de 100 en las escalas de valoración.

La valoración tiene por objeto determinar, a partir del tiempo que invierte realmente el operario observado, cuál es el tiempo tipo que el trabajador calificado medio puede mantener y que sirva de base real para la planificación, el control y los sistemas de pagos.

Un aspecto importante que el analista debe tomar en cuenta son los factores que pueden depender o no de los operarios, pero que influyen en el ritmo de trabajo. Estos factores se describen a continuación:

- Factores que no dependen de los operarios:

- a- Variaciones de la calidad u otras características de la materia prima utilizada.
- b- Mayor o menor eficacia de las herramientas y maquinaria.
- c- Cambios inevitables de los métodos o condiciones de ejecución.
- d- Variaciones en la concentración mental necesaria para ejecutar ciertos elementos.
- e- Cambio de clima y variaciones en el medio ambiente.

- Factores que dependen de los operarios:

- a- Las variaciones aceptables de la calidad del producto.
- b- Las variaciones debidas a su pericia.
- c- Las variaciones debidas a su estado de ánimo.

El analista debe de estar consciente del esquema de movimientos que seguirá un trabajador calificado y de las maneras en que se puede cambiar para adaptarlo a

situaciones que se presenten.

En resumen se puede decir que el ritmo óptimo de cada operario depende del esfuerzo físico que exija el trabajo, del cuidado con que debe hacerlo y de su formación y experiencia.

También hay que tener en cuenta que la valoración se simplifica si antes se ha efectuado un buen estudio de métodos que haya permitido reducir al mínimo las actividades que exigen capacidades o esfuerzos especiales.

Para poder comparar el ritmo del trabajo observado con el ritmo tipo, hace falta una escala numérica que sirva de medida para calcularlos. Actualmente, se utilizan varias escalas y la más recomendada es la de la norma británica de 0 a 100. En la cual 0 representa actividad nula y 100 el ritmo normal de trabajo del obrero calificado y motivado, es decir, el ritmo tipo. Si el analista considera que una operación se está realizando a una velocidad inferior a la que en su concepto es la norma, aplicará un factor inferior a 100, como por ejemplo: 90 o 75 y en caso contrario aplicará un factor superior como 110 , 115 o 120.

Para llegar a determinar el tiempo básico, se

multiplica el tiempo observado por el tiempo atribuido entre el valor tipo.

$$\text{Tiempo Básico} = \frac{\text{Valor atribuido}}{\text{Valor tipo}} \times \text{Tiempo Observado}$$

En la práctica, el producto "Tiempo observado x Valor atribuido" muy rara vez es constante a lo largo de muchos cronometrajes por muchas razones tales como:

- Variaciones en el contenido de trabajo.
- Inexactitud en la anotación y registro de los tiempos observados, así como también, en la valoración.
- Variaciones por redondear los valores.

En general, el ritmo de cada elemento deberá valorarse durante la ejecución del trabajo, antes de registrar el tiempo y sin tener en cuenta los elementos anteriores o posteriores. Tampoco se contará el aspecto fatiga, ya que el suplemento para recuperar fuerzas se evaluará después por separado.

También es recomendable hacer la valoración cuando se está ejecutando el elemento y anotarla antes de cronometrar, pues se corre el riesgo de que los tiempos y valoraciones anteriores del mismo elemento influyan en la

operación.

5.10 Datos reunidos por cronometrajes.

Una vez realizada la fase de toma de tiempos, se tiene que hacer un resumen y un análisis de los datos obtenidos, apuntando los resultados en una hoja de análisis (ver Figura # 10).

Lo primero que se hace es llenar los epígrafes del membrete de la hoja resumen (ver Figura # 11) sacar los datos en limpio basándose en la hoja de estudios (ver Figura # 12).

Para calcular y anotar el tiempo transcurrido se resta la hora de comienzo de la hora de término. Si se ha utilizado el método acumulativo el tiempo transcurrido tiene que ser igual con la hora final indicada por el cronómetro, en caso contrario existe un error y hay que investigar de qué se trata. Al restar el tiempo total del tiempo transcurrido, se obtiene el tiempo neto, el cual tiene que coincidir con la suma de todos los tiempos cronometrados. Es recomendable que en los casos que se utiliza el método de la vuelta cero antes de seguir se haga una verificación sumando todos los tiempos registrados y se coteje el total con el tiempo neto. La

Figura # 10

ANALISIS DE LOS ESTUDIOS

OPERACION:

DEPARTAMENTO:

SECCION:

DATOS DE MAQUINAS, MATERIALES,
ETC.:

ESTUDIO NUM.:

FECHA:

OPERARIO:

FICHA NUM.:

MAQUINA NUM.:

REALIZADO POR:

NUM. CICLOS OBS.:

T
O
T
A
L
E
S

CICLOS

TIEMPO BASICO

SELECCIONADO POR VEZ

FRECUENCIA POR CICLO

TIEMPO BASICO POR CICLO

PERSONAL SUPLENENTE

FATIGA +
POR DESECANSO

TIEMPO TIPO

M.T/H.T

EL. NUM.

DESCRIPCION DEL ELEMENTO

TIEMPOS BASICOS

M.B.

M.B.

M.B.

Z

M.T.

diferencia máxima tolerada por algunos especialistas para no descartar el estudio es de $\pm 2\%$. En el método acumulativo no se puede hacer la verificación hasta después de haber extraído y totalizado los tiempos restados, y esto sirve para comparar la exactitud de las restas.

En las columnas de la hoja se enumeran en orden, por frecuencia de aparición todos los elementos repetitivos observados.

Los elementos variables deben ser tratados de otra manera que los constantes, por lo que se apuntan nuevamente y se agrupan debajo de la serie completa de elementos repetitivos. Después, todos los elementos causales se anotan juntos uno tras otro, inclusive los ocasionados por circunstancias excepcionales, y por último, se anotan y enumeran los elementos extraños y el tiempo improductivo. También se tiene que dejar constancia en la hoja de todo lo que se observó durante el estudio.

La etapa que sigue consiste en apuntar en la hoja la frecuencia con que se presentó cada elemento ya inscrito. Una vez terminado los pasos anteriores, el analista tiene que hacer los cálculos que se deben efectuar en el propio formulario de estudios de tiempos y los resultados se

anotarán en limpio y con tinta. El otro paso es convertir cada tiempo observado en tiempo básico para ser apuntado en la columna "T.B."

$$\text{Tiempo básico} = \frac{\text{Tiempo observ.} \times \text{Valor del ritmo observ.}}{\text{Valor del ritmo}}$$

Para examinar y seleccionar el tiempo básico de los elementos constantes se saca un promedio de los tiempos correspondientes a cada elemento sumando todos los tiempos básicos calculados y dividiendo el total por el número de veces que se había registrado el elemento; antes de esto se hace una lista de todos los tiempos básicos para poder ver todos aquellos que se apartan exageradamente del rango normal. Estos deben estudiarse bien ya que pueden deberse a errores de cronometraje o de cálculo, por lo tanto, hay que determinar la causa y examinar la probabilidad de que se repita el hecho con frecuencia o sólo muy de vez en cuando. Si se da esto último, se excluye el tiempo básico que se sale del rango cuando se va a sacar el promedio y después se traslada a las contingencias. Si se da el otro caso en el que las variaciones se dan con frecuencia, es preferible no omitir ningún valor para el cálculo del promedio y se recomienda que se acumulen muchas observaciones del elemento estudiado para que el promedio de los tiempos básicos al que se llegue sea

suficientemente representativo.

Los tiempos muy breves también se deben estudiar con mucho cuidado, ya que puede deberse a un error del analista o también indicar que se mejoró en algo el método en el momento que se tomó el tiempo.

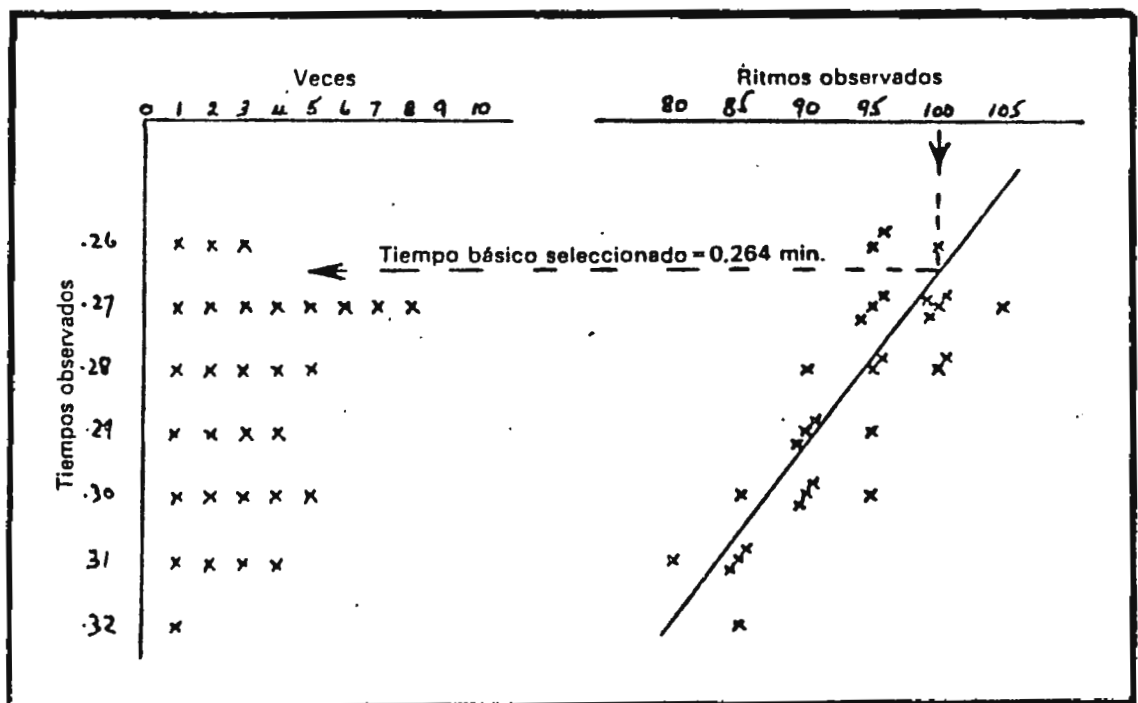
Todo lo anterior es válido si los tiempos excepcionales son poco frecuentes, ya que cuando las variaciones son importantes y frecuentes es síntoma de que el elemento no es constante y debe tratarse como variable.

Para el caso de los elementos variables hay que investigar a qué se debe la variación del tiempo básico y tener en cuenta varios factores a la vez. Lo primero que se hace es convertir los tiempos observados en tiempos básicos, para esto se utiliza un método gráfico (ver Figura # 13) este consiste en un gráfico dividido en dos secciones y en cada una de ellas se hace un asiento en forma de cruz. En la ordenada está la escala de tiempos observados para el elemento que se está tratando, la escala horizontal arriba a la derecha del gráfico indica las valoraciones efectuadas. Para construir el gráfico, el analista va recogiendo los datos de su hoja de estudios y cada vez que aparece el elemento traza una cruz en el renglón del tiempo observado y otra cruz más en el mismo

renglón bajo la valoración correspondiente en el lado derecho. Una vez registradas las cruces en la izquierda del diagrama aparecerá la distribución por frecuencia de los tiempos observados. A la derecha se traza la mejor recta entre los puntos señalados y para encontrar el tiempo básico seleccionado del elemento se tira una vertical desde la abscisa 100 de las valoraciones, hasta la diagonal que pasa entre las cruces y se busca a la izquierda la coordenada que corresponde a esta intersección.

Figura # 13

Método Gráfico para la selección del Tiempo Básico



Al construir el gráfico se elige como variable la que al servir de coordenada lleve a una disposición de los tiempos básicos en línea recta. Se puede dar el caso que la variabilidad con el tiempo no sea aritméticamente lineal y la línea final sea una curva, los tiempos básicos de ese elemento se seleccionarán buscando en la curva; la coordenada apropiada cada vez que se calcula el tiempo tipo.

Al concluir con los cálculos, se debe anotar en la hoja resumen la información, que dará un cuadro claro de todos los resultados. Junto a los elementos constantes se indicará el tiempo básico respectivo y la cantidad de veces que se observó el elemento y la frecuencia de aparición y para el caso de los elementos variables, se anotará la relación entre el tiempo básico y la variable determinante o sino una referencia a la hoja del gráfico.

Para completar el estudio se debe incluir cualquier elemento extraño que haya aparecido durante el estudio. También se deben indicar los elementos y tiempos contingentes que se deduzcan de los cálculos, se acostumbra a expresar los minutos básicos contingentes como porcentaje del total de minutos básicos del trabajo repetitivo observado durante todo el estudio.

El método consiste en sacar el promedio general ponderado de todos los tiempos básico de cada elemento, el cual se obtiene al multiplicar el tiempo básico extraído de un estudio por el número de observaciones del elemento hechas para el estudio, sumar los productos análogos de todos los estudios y dividir el total por la suma de todas las observaciones hechas en los estudios.

Una vez calculados todos los tiempos básicos representativos finales, es fácil calcular el tiempo básico por ciclo, por tarea o por operación de esos elementos: se multiplica el factor "tiempo por vez" por el factor "frecuencia de aparición por ciclo". Este método no se aplica para elementos variables, sino que es necesario valerse del correspondiente gráfico o bien si se ha establecido una relación en línea recta, se debe extraer de la fórmula algebraica que represente la línea recta.

Es oportuno, prever en el tiempo de la tarea cierto margen para contingencias. Se calcula un porcentaje que representa el total de contingencias observados en el total del trabajo restante, si este porcentaje es muy bajo, lo más práctico es tomar ese valor como porcentaje de margen para contingencias, pero si pasa de 4 o 5% más vale averiguar las causas de estas para eliminarlas o reducirlas en lo posible.

En resumen ,el tiempo básico es una parte del tiempo tipo correspondiente a una tarea u operación. Para poder establecer el tiempo tipo hay que añadirle ciertos suplementos.

5.11 Suplementos.

Al realizar un estudio de métodos, uno de los propósitos principales es minimizar la energía que necesita un operario para ejecutar una operación, perfeccionar métodos y procedimientos y, si es posible, mecanizar el trabajo; sin embargo, aunque esto se logre, el trabajo siempre exige esfuerzo humano, por lo que es necesario prever ciertos suplementos para compensar la fatiga y el descanso, también el tiempo que debe ocuparse para sus necesidades personales y otros casos imprevistos.

La determinación de los suplementos no es cosa fácil, por lo tanto lo que se debe tratar es de evaluarlos objetivamente. Esta evaluación no se puede universalizar para cualquier situación y tipo de trabajo, sino que se debe hacer para cada trabajo específicamente y para esto es necesario tomar en cuenta factores tales como:

- Los relacionados con el individuo. Cada trabajador tiene sus propias características físicas y mentales, tanto la curva de

aprendizaje, como el grado de fatiga son diferentes para cada individuo.

- Los relacionados con la naturaleza del trabajo. Cada situación de trabajo tiene sus propias características que influyen tanto en el grado de cansancio como en los retrasos inevitables en la ejecución de tareas.
- Los relacionados con el medio ambiente. Los factores ambientales como el calor, el frío, la humedad, el ruido, la suciedad, las vibraciones, la intensidad de luz, del polvo, del agua, etc. influyen también en la determinación de los suplementos.

5.11.1 Suplementos por descanso.

Los suplementos por descanso son los que se le agregan al tiempo básico para darle oportunidad al trabajador de reponerse de los efectos físicos y mentales causados por la ejecución de la tarea y para que puedan atender sus necesidades personales. La cantidad y la valoración de estos suplementos dependen de la naturaleza del trabajo.

Casi siempre dichos suplementos se añaden, elemento por elemento, a los tiempos básicos. En cambio para los

suplementos que se necesitan para compensar climas extremos no se puede hacer lo mismo, ya que el clima puede variar de un momento a otro; entonces lo que conviene hacer en estos casos es aplicar los suplementos al turno o a la jornada de trabajo.

Los suplementos por descanso tienen dos componentes principales:

- a. Suplementos fijos
- b. Suplementos variables.

Los suplementos fijos se dividen en: a. Suplementos por necesidades personales; que son los que se aplican a los casos en donde es inevitable el abandono del trabajo. Por ejemplo: - tomar agua, ir al baño, etc. y

b. Suplementos por fatiga básica que siempre es una cantidad constante y se aplica para la compensación de la energía consumida en la ejecución de un trabajo.

Los suplementos variables se agregan cuando las condiciones de trabajo cambian mucho de las indicadas. Para establecerlos es necesario utilizar tablas de cálculo y cada región o país tienen sus propias tablas. Las organizaciones de investigación han tratado de establecer un sistema más racional para el cálculo de los suplementos variables, pero hasta ahora no se han logrado.

5.11.2 Suplementos por contingencia.

Otro aspecto importante en el estudio de tiempos es que para calcular el tiempo tipo es preciso incorporar los suplementos por contingencia que se definen a continuación.

El suplemento por contingencia es un pequeño margen que se incluye en el tiempo tipo para evitar añadiduras de trabajo y demoras que no pueden ser medidas exactamente, ya que éstas no aparecen con frecuencia ni con regularidad. Estos suplementos son siempre muy breves, por lo que se acostumbra a expresarlos como porcentajes del total de minutos básicos repetitivos de la tarea y estos porcentajes se suman al resto del trabajo de la tarea y a los suplementos por descanso.

5.11.3 Suplementos por razones políticas de la empresa.

Estos suplementos son cantidades que se agregan al tiempo tipo para que en casos excepcionales el nivel definido de desempeño corresponda a un nivel satisfactorio de ganancias. Estos suplementos se pueden utilizar para ajustar los tiempos tipo a las exigencias de los convenios de salarios entre empleadores y sindicatos. También se puede aplicar cuando se implantan tiempos tipo únicamente

para una pequeña parte del total de trabajadores.

5.11.4 Suplementos especiales.

Estos suplementos se pueden conceder a actividades que normalmente no forman parte del ciclo de trabajo; pero que son indispensables para efectuarlo debidamente. Estos suplementos pueden ser permanentes o pasajeros. Cuando dichos suplementos se apliquen hay que especificarlo.

Cuando el trabajo se remunera por rendimiento basado en normas de tiempo se puede agregar el suplemento por comienzo que compensa el tiempo que se invierte en los preparativos que necesariamente ocurren al principio de cada turno. También, se puede aplicar el suplemento por cierre de trabajos o agregar otros dos suplementos correspondientes al caso, el suplemento por limpieza que se aplica para los casos en que es preciso limpiar la máquina o el lugar de trabajo y el otro es el suplemento por herramienta que es necesario aplicarlo, ya que lleva tiempo para ajustar las herramientas y mantenerlas en buen estado.

Algunos suplementos se asignan por ocasión o por lote. Entre ellos están:

- El suplemento por montaje que se aplica cuando

es necesario montar una máquina y/o cambiar procesos para el comienzo de un nuevo lote de productos.

- El suplemento por desmontaje, cuando se termina con un lote de producción y es necesario modificar la maquinaria o el proceso.
- El suplemento por cambios diversos que es concedido a obreros que realizan ciertos trabajos en los que deben esperar unos instantes al principio y al final de cada lote.

En el tiempo se pueden incluir suplementos por rechazo y por recargo de trabajo. Los primeros se aplican en casos que el producto resulte defectuoso y hay posibilidades de corregirlas volviéndolos a procesar. Y el segundo corresponde cuando pasajeramente se aumenta el trabajo por ciertas modificaciones que se dan momentaneamente en las condiciones tipo.

Otro de los casos en que se asignan los suplementos especiales es cuando el obrero es nuevo y dependiendo del desenvolvimiento que tenga se le asigna el suplemento. Entre estos tenemos el suplemento por aprendizaje, el cual se le da a un obrero que se está formando y adaptando a un trabajo ya sujeto a un tiempo tipo; cuando un obrero experimentado le da entrenamiento a un nuevo obrero se

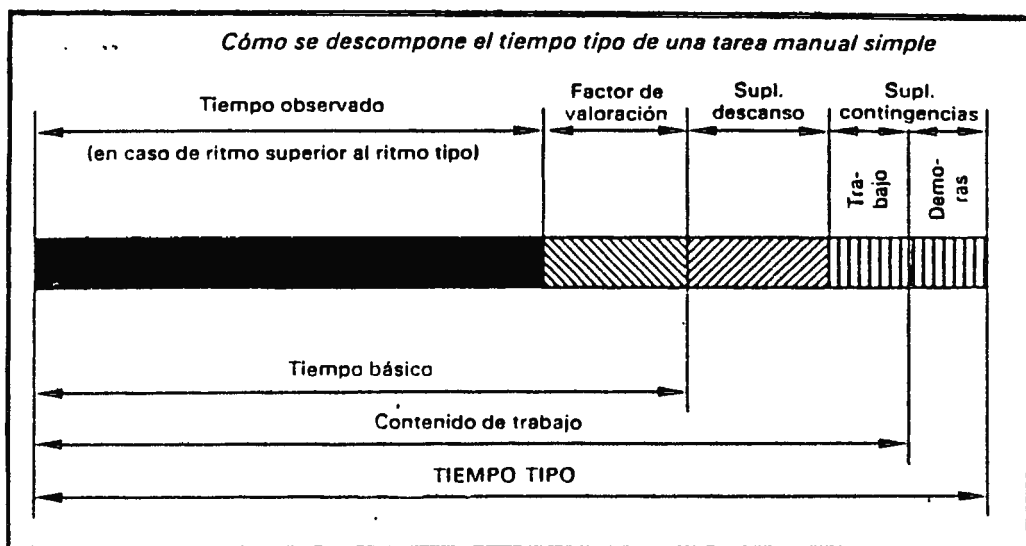
aplica un suplemento de formación. Estos suplementos se fijan frecuentemente a razón de tantos minutos por hora en escala decreciente de modo que cuando se lleve a cabo el término del período de aprendizaje, se llegue a cero en la escala. Muy parecido es el suplemento por implantación que se da a los trabajadores cuando se les pide que adopten un nuevo método o procedimiento, más que todo esto se hace para que el empleado esté motivado y no pierda ganar mientras se adaptan a la nueva forma de trabajo, incluso en algunos casos en el período de transición la remuneración se calcula más elevada.

Quando se encomienda a un trabajador la producción de series pequeñas es justo atribuirle un suplemento por pequeños lotes, de modo que él pueda decidir qué hacer y cómo proceder y, luego, por práctica o repetición alcanzar un desempeño tipo.

En conclusión, se puede decir que la aplicación de los suplementos dependerá de las situaciones y tipos de trabajo que se desarrollen; así como también del criterio del analista de tiempos que esté realizando el estudio. En la práctica, lo más común es que se le agregan al tiempo tipo los suplementos por descanso y por contingencia. El tiempo tipo de la tarea será la suma de los tiempos tipo

de todos los elementos más los respectivos suplementos por descanso y por contingencia (ver Figura # 14). Por tanto, se puede definir el tiempo tipo como el tiempo total de ejecución de una tarea a un ritmo tipo.

Figura # 14
Descomposición del Tiempo Tipo



CAPITULO VI

MAQUINAS HERRAMIENTAS

6.1 Máquinas herramientas que trabajan con separación de viruta

Las máquinas herramientas son aquellas que tienen por objeto sustituir el trabajo manual por el trabajo mecánico en la fabricación de piezas u objetos de metal, y se dividen en máquinas con desprendimiento de viruta y sin desprendimiento de viruta.

Las máquinas herramientas que trabajan con separación de viruta disponen en general de una o más herramientas cortantes. La herramienta o la pieza que se está trabajando tienen el movimiento que puede ser en línea recta o en forma circular. Entre estas máquinas se pueden mencionar las más importantes:

- Máquinas de movimiento rectilíneo que trabajan con herramienta simple: Limadora, cepilladora y mortajadora.
- Máquinas de movimiento rectilíneo que trabajan con herramienta múltiple: Serradora alternativa, brochadora.
- Máquinas de movimiento circular que trabajan con

herramienta simple: Torno.

- Máquinas de movimiento circular que trabajan con herramienta múltiple: Fresadora, taladradora, mandriladora, sierra circular.

Herramientas de Corte

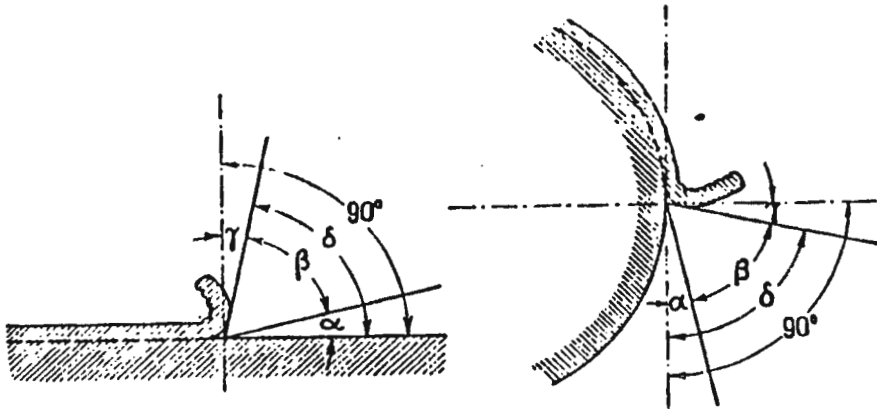
Las herramientas de corte terminan en una cuña afilada que penetra en la pieza que se trabaja bajo un ángulo determinado, arrancando viruta. La cuña tiene dos caras: una en la cual se apoya la viruta (superficie de desprendimiento) y otra que avanza junto a la pieza (superficie de incidencia).

Los ángulos que hay que considerar en la herramienta son tres: (Ver Figura # 15)

- Angulo de incidencia que es el que forma la superficie de incidencia con la superficie de la pieza trabajada. Tiene como objeto que la herramienta no roce con la pieza.
- Angulo de cuña es el que se forma de la superficie de incidencia con la de desprendimiento.
- Angulo de desprendimiento es el que forma la superficie de desprendimiento con la perpendicular a la superficie de la pieza.

Figura # 15
Angulos de las herramienta de corte

Angulo de incidencia (α).
Angulo del útil o ángulo de cuña (β).
Angulo de desprendimiento (γ).



El valor que deben tener los ángulos en cada caso dependerá del tipo de máquina, del material de la pieza y del material de la herramienta.

6.1.1 Terminología

Velocidad de Corte

La velocidad de corte es una velocidad relativa de la herramienta con respecto a la pieza. Se suele medir en metros por minuto (m/min.)

Profundidad de Corte

Es el espesor de la capa de material arrancada de la pieza por la herramienta. Se mide generalmente en

milímetros o en décimas de milímetro.

Avance

Como generalmente la herramienta es mucho más estrecha que la superficie que tiene que trabajar o mecanizar, no efectúa su trabajo de una sola pasada, sino que necesita varias. Esto se logra desviando lateralmente un poco a cada pasada la herramienta o la pieza. Avance es la desviación lateral que sufre la cuchilla o la pieza en cada pasada de la herramienta. Se mide en mm.

Lubricación y refrigeración

Cuando se mecaniza una pieza, sobre todo a altas velocidades, la herramienta se calienta dando lugar al ablandamiento del material de que está constituida, al desgaste del filo y a la rotura si el calentamiento es irregular. Para evitar esto se emplean diversos líquidos. Los llamados lubricantes tienen como objeto disminuir el rozamiento entre la herramienta y la pieza o la viruta. Y los refrigerantes sirven también para enfriar la herramienta.

6.2 Selección de máquinas herramientas

En las respuestas de la pregunta No. 2 de la Encuesta dirigida a los talleres metal-mecánicos (Capítulo

II) se determinó que el 100% de los talleres (clasificados como pequeños, medianos y grandes) poseen tornos; el 50% de los talleres pequeños, y el 100% de los talleres medianos y grandes poseen fresadora.

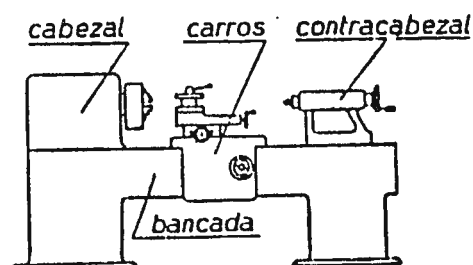
6.3 Generalidades del torno

El torno es una máquina herramienta en la cual la pieza que se ha de mecanizar tiene un movimiento de rotación alrededor de un eje. La pieza verifica el movimiento de corte y la herramienta produce el avance.

6.3.1 Partes principales del torno

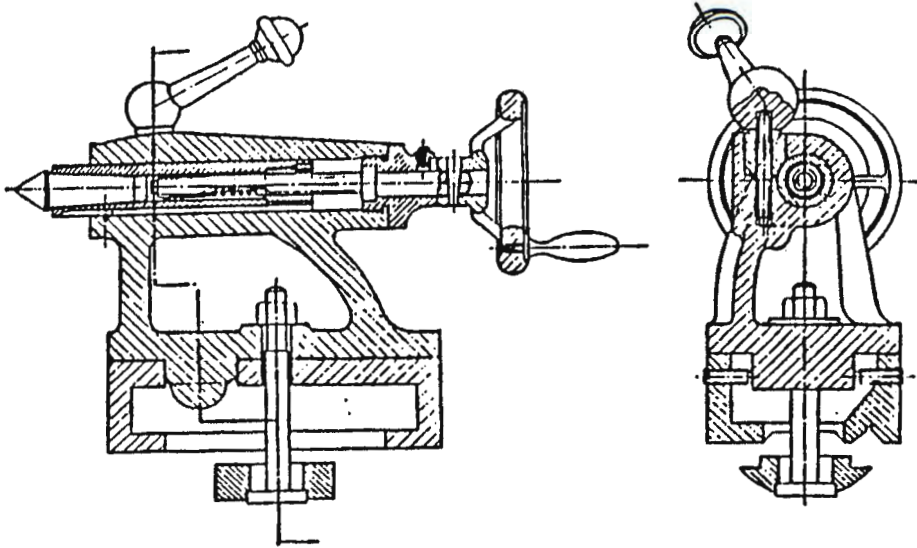
En un torno se distinguen cuatro partes principales: la bancada, el cabezal, el contracabezal y los carros como se muestra en la Figura # 16. En el Anexo # 7 se muestran todas las partes del torno.

Figura # 16
Partes principales del torno paralelo



- a) Bancada. Es un prisma de fundición sostenido por uno o más pies cuidadosamente cepillado y alisado para servir de apoyo y guía a las demás partes del torno. Las bancadas pueden ser de dos clases, según la forma de su perfil transversal: de guías prismáticas o americanas y de guías en cola de milano o europea.
- b) Cabezal. Está formado por un bastidor o caja de fundición ajustado a un extremo de la bancada y unido fuertemente a ella mediante tornillos. En la parte superior están alojados dos cojinetes en los que gira perfectamente ajustado un eje de acero. En el cabezal van montados generalmente los órganos encargados de transmitir el movimiento del motor al eje.
- c) Contracabezal. El contracabezal o cabezal móvil consta de dos piezas de fundición, de las cuales una se desliza sobre la bancada y la otra puede moverse a frotamiento duro sobre la primera mediante uno o dos tornillos. Ambas pueden fijarse en cualquier punto de la bancada mediante un tornillo. (Ver Figura # 17).

Figura # 17
Contracabezal o cabezal móvil



La parte superior tiene un agujero cilíndrico paralelo a la bancada y a igual altura, sobre la misma, que el eje del cabezal. En dicho agujero entra a frotamiento suave un manguito, cuyo hueco termina por un extremo en un cono morse y por el otro en una tuerca. En esa tuerca entra un tornillo que puede girar mediante una manivela; como este tornillo no puede moverse axialmente, al girar el tornillo el manguito tiene que entrar o salir en su alojamiento. Para que este manguito no pueda girar, hay una

ranura en toda su longitud en la que ajusta una chaveta. El manguito puede fijarse en cualquier parte de su recorrido mediante otro tornillo. En el cono morse puede colocarse una punta semejante a la del cabezal o bien una broca. Para evitar el roce se emplean hoy en día las puntas giratorias. (Ver Figuras # 18 y # 19).

Figura # 18
Punto gitatorio

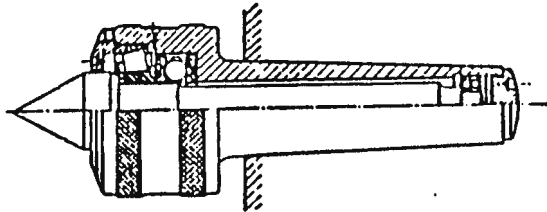
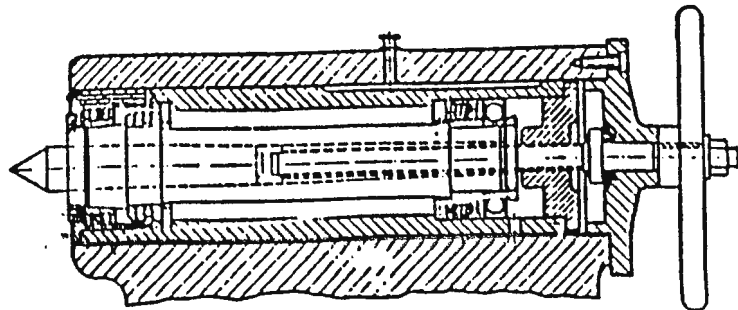


Figura # 19
Contracabezal con contrapunto sobre camisa giratoria



d) Carros. Los carros ordinariamente son tres, van cada uno apoyado en el anterior, y son el carro principal, el carro transversal y el carro orientable.

El carro principal consta de dos partes, una de las cuales se desliza sobre la bancada y la otra, llamada delantal (ver Figura # 20), está atornillada a la primera y desciende por la parte anterior de la bancada. El delantal lleva en su parte interna los dispositivos para obtener los movimientos automáticos y a mano de la herramienta, y mediante ellos efectuar las operaciones de roscar, cilindrar y refrentar.

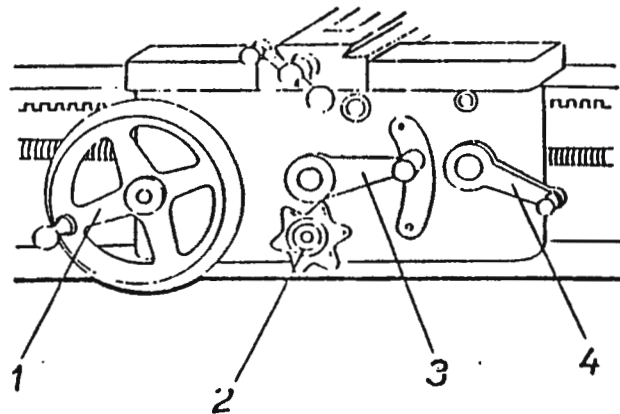
El carro transversal está formado por una pieza de fundición que se desliza perpendicularmente a la bancada sobre un ajuste de cola de milano¹ que lleva el carro. Su movimiento puede ser a mano, por medio de un volante o automático.

El carro orientable está apoyado sobre una pieza llamada plataforma giratoria, que puede girar alrededor de un eje central y fijarse en cualquier posición del carro transversal por medio de cuatro tornillos. Un círculo graduado indica en cualquier posición el ángulo que el carro orientable forma con la bancada. Esta

¹ Ver glosario

pieza lleva un ajuste de cola de milano en el que se desliza el carro orientable. El movimiento no suele ser automático, sino a mano mediante un tornillo al que da vuelta por medio de una manivela.

Figura # 20
Carros del torno



— Carros del torno: delantat. 1. Volante para cilindrar a mano. 2. Embrague de la barra de cilindrar. 3. Mando para cilindrar o refrentar. 4. Mando de la tuerca de roscar.

6.3.2 Herramientas del torno

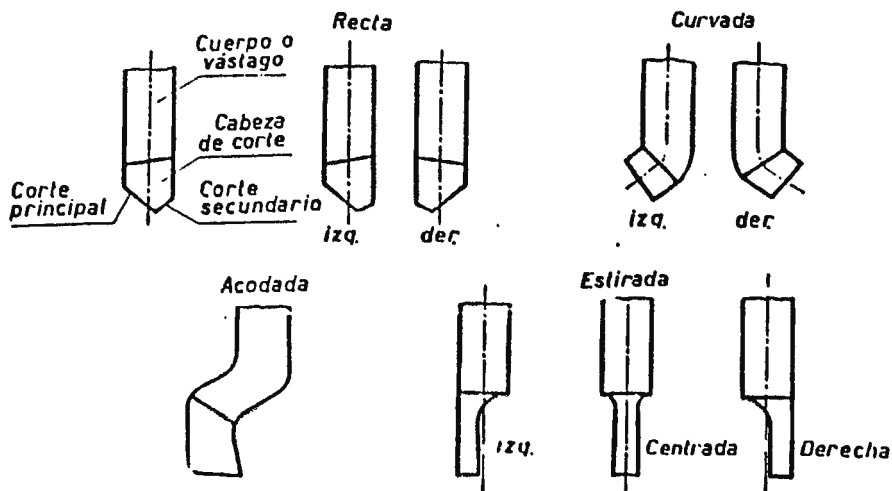
Las herramientas que se utilizan en el torno van a depender del trabajo que se va a realizar. En las herramientas se distinguen dos partes principales: el cuerpo y cabeza de corte.

El cuerpo suele ser cuadrado o rectangular para que sea mas fácil y mas seguro de sujetarlo y la cabeza de

corte tiene forma de cuña y produce el arranque de la viruta, puede tener numerosas formas y variantes para mejor adaptación del trabajo que se realice.

Las herramientas pueden ser de cuchilla recta, curvada, acodada y de cortar, Figura # 21. Las rectas son las que vistas desde arriba el eje o cuerpo es recto, este mismo puede tener tanto corte principal a la izquierda como a la derecha. Las curvadas son las que el eje visto en planta puede estar curvado a la izquierda o a la derecha. Las acodada es que el eje está lateralmente acodado y las de cortar son las que la cabeza de corte se estira en dirección al eje, puede ser estirada a la izquierda, central o derecha.

Figura # 21
Formas de las cabezas de corte



6.3.3 Descripción de la herramienta de corte o cuchilla según su función

- a) Cuchillas de desbastar son las que arrancan la mayor parte de material en el menor tiempo. Se aprovecha al máximo tanto la capacidad del torno como la capacidad de corte de la herramienta.
- b) Cuchillas de afinar con estas se trata de obtener superficies cuidadosamente acabadas, exactas y pulidas por tanto la viruta arrancada debe ser pequeña.
- c) Cuchillas de corte lateral, éstas se utilizan para refrentar y labrar ángulos muy marcados.
- d) Cuchillas de interiores sirven para mecanizar las superficies interiores de un agujero.
- e) Cuchillas de trocear, sirven para hacer ranuras o gargantas, como para cortar en el torno.
- f) Cuchillas de roscar, se consideran cuchillas de forma y su corte varía de acuerdo al perfil de la rosca que se va maquinar (ver Anexo # 8).

6.3.4 Factores de Corte en el torno

En el torno como en las demás máquinas herramientas existen tres movimientos básicos: el movimiento de corte, el movimiento de avance y el movimiento de penetración.

El movimiento de corte en el torno lo efectúa la pieza al girar. Este giro de la pieza determina un desplazamiento relativo de la cuchilla contra la pieza que produce el arranque del material. La velocidad relativa de la cuchilla respecto a la pieza se denomina velocidad de corte y esta se expresa normalmente en mts./min. A continuación se presenta una fórmula que liga la velocidad de corte con el diámetro y la velocidad de giro:

$$V = \pi \times \frac{d}{1000} \times n$$

siendo V = velocidad de corte (m/min)
d = diámetro (mm)
n = velocidad de giro (r.p.m.)
 $\pi = 3,1416 \approx 3$

El movimiento de avance es el desplazamiento lateral experimentado por la herramienta en una revolución. En el torno el avance es continuo y rectilíneo, lo realiza la herramienta en una de sus dos posibles direcciones: paralelamente al eje de la pieza (avance longitudinal) o perpendicular al eje (avance transversal o plano). El movimiento de avance longitudinal da lugar a la operación de cilindrado y el transversal al de refrentado.

El movimiento de penetración no se efectúa en el torno continuamente, sino cada vez que hay que quitar una nueva capa de material. Se regula el espesor de corte

desplazando la herramienta perpendicularmente al avance.

El problema fundamental con que se enfrenta toda fabricación es el de obtener piezas de la calidad requerida en la forma más económica. De aquí el interés de aumentar en lo posible la velocidad y sección del corte para disminuir tiempos de fabricación.

En el torneado de desbaste se pretende alcanzar rápidamente medidas y formas próximas a las definitivas. La velocidad de corte y la sección de viruta deberán determinarse aprovechando al máximo la capacidad de corte de la herramienta y la potencia del torno.

En el torneado de acabado interesa sobre todo la calidad de la superficie obtenida y la exactitud de las medidas, en el mínimo tiempo. Aquí la sección de viruta es escasa, por lo cual interesa dar la mayor velocidad posible compatible con la herramienta, ya que la potencia del torno no se aprovecha completamente. La profundidad de corte es de unas décimas de milímetro, o sea , la diferencia entre las medidas del desbaste y del diámetro definitivo de la pieza. El avance depende de la calidad requerida, por ejemplo cuando se requiere un acabado muy fino, se utilizan avances mínimos.

6.3.5 Montaje de las piezas que se han de tornear

Existen dos tipos de montaje para los trabajos en el torno: el montaje entre puntos, y el montaje al aire. El montaje entre puntos supone dos operaciones preliminares: el trazado de los puntos y su ejecución. El trazado de los centros se pueden hacer con máquinas de taladrar o en el mismo torno con brocas. Los puntos de las piezas han de tener una parte cónica (con un cono de la misma conicidad que el cono externo de los puntos del torno, generalmente son de 60°) y otra parte cilíndrica, de menor diámetro. Las medidas que se deben dar en los puntos según el diámetro de las piezas están normalizadas y se pueden ver en el Anexo # 9. Construidos los centros se coloca la pieza entre los puntos del torno, engrasando el centro correspondiente a la contrapunta y fijando sólidamente ésta de manera que la pieza gire libremente, pero sin juego.

El montaje al aire consiste en sujetar la pieza en las mordazas de un plato. Entre los platos más comunes están el universal que tiene la propiedad de centrar las piezas automáticamente y el plato de garras independientes en donde es preferible montar las piezas de forma irregular.

Las piezas montadas en el torno se sujetan también muchas veces en la contrapunta, sobre todo cuando son largas y pesadas, pues así quedan más fijas. Y cuando se va a taladrar un extremo de una barra cilíndrica larga, se la sujeta entre el plato y una luneta fija.

6.3.6 Trabajos en el torno

Las operaciones principales que se pueden realizar en el torno son: torneado cilíndrico interior, alisado o mandrinado, torneado cilíndrico exterior, torneado cónico, refrentado, corte o troceado, taladrado y roscado.

Torneado cilíndrico exterior es la operación con que se da la forma según medidas a un cilindro de revolución. Primero se hace el desbaste, es decir que se elimina casi todo el sobremetal en el menor tiempo posible, para lo cual se dan pasadas profundas y de poco avance. El control de los diámetros se realiza por tanteos, esto es, torneado unos pocos milímetros para observar si la profundidad es suficiente, midiendo y tomando la pasada definitiva. Luego se le hace al acabado, es cuando se lleva la pieza a las medidas definitivas, buscando que las superficies queden lisas y uniformes.

EL torneado cilíndrico interior (mandrinado)

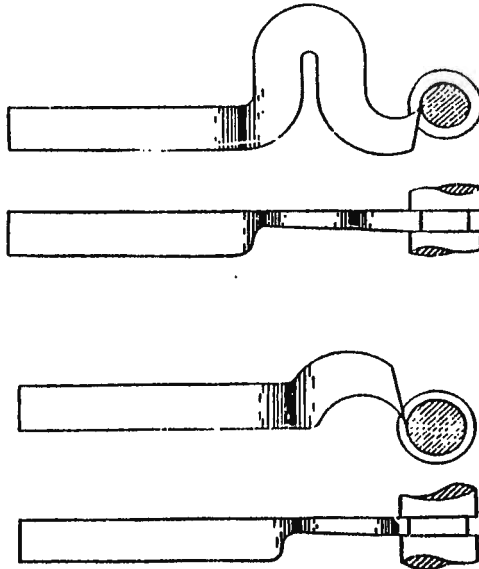
consiste en agrandar un agujero hasta la medida fijada. El mandrinado consta de las mismas fases de debaste y acabado que el torneado cilíndrico exterior; aunque resulta un poco más difícil, por no poder observarse el desarrollo de la operación.

El torneado cónico consiste en dar a la pieza la forma de un cono de revolución; en la mayoría de los casos se trata de un cono truncado. Este torneado puede hacerse sujetando las piezas entre puntos o al aire y se puede proceder de tres modos diferentes: inclinando el carro orientable, desplazando el contrapunto y empleando un dispositivo copiador.

El refrentado sirve para escuadrar y construir planos . En el torno se hace funcionar a mano o automáticamente el carro transversal. Para que el conjunto del carro no se mueva, suele llevar un tornillo que los fija a la bancada.

El troceado es una operación que consiste en cortar una pieza en partes sueltas. Las herramientas empleadas se pueden ver en la Figura # 22, si se utilizan las primeras el torno debe girar en sentido ordinario y si se utilizan las segundas debe girar al contrario.

Figura # 22
Herramientas forjada de troncear



Herramientas forjadas de troncar: a) para cortar con sentido de giro normal.
b) para cortar con sentido de giro invertido

El taladrado se hace por medio de brocas, las cuales, según el montaje, se fijan en el cabezal, en la contrapunta o excepcionalmente, en el carro. Esta operación se recomienda hacerla con refrigeración y para agujeros largos se necesario sacar periódicamente la broca para descargar la viruta.

El grafilado o moleteado consiste en cubrir la superficie de las piezas cilíndricas con dibujos especiales al objeto de hacerlas rugosas o más agradables a la vista. Para ello se utilizan herramientas llamadas grafilas o moletas.

El roscado en el torno se realiza en dos fases:

desbaste y acabado, para cada una de las cuales conviene emplear herramientas apropiadas. La velocidad de corte para el roscado, sobre todo el interior, debe ser mas reducida, la profundidad de pasada también debe ser pequeña, pues las herramientas son débiles. A pesar de trabajar con velocidad reducida, se debe lubricar la herramienta con aceite, sebo o taladrina, para pulir mejor la pieza.

6.4 Generalidades de la Fresadora

Las fresadoras son máquinas-herramientas cuya característica principal es que su herramienta de corte la constituyen discos de acero, llamados *fresas*, provistos de dientes cortantes.

6.4.1 Clase de fresadoras.

Los tipos principales de fresadoras que existen son:

- a) Fresadora horizontal: consta de una bancada vertical, llamada cuerpo de la fresadora, a lo largo de una de cuyas caras de desliza una escuadra llamada ménsula o consola, sobre la cual se mueve un carro portamesa, que soporta la mesa de trabajo. en la que se fija la pieza que se ha de fresar. En

la parte superior de la bancada están alojados los cojinetes en los que gira el árbol o eje principal, que a su vez puede ir prolongado por un eje portafresas (Figura # 23). Estas fresadoras se llaman universales cuando la mesa de trabajo puede girar alrededor de un eje vertical y puede recibir movimiento automático en sentido vertical, longitudinal y transversal, o al menos en sentido longitudinal.

- b) Fresadoras verticales: Son las fresadoras cuyo eje portafresas es vertical y tienen la mesa con movimiento automático en sentido vertical, longitudinal y transversal (Figura # 24).

- c) Fresadoras mixtas: En estas fresadoras, el husillo portafresas es orientado en cualquier sentido; su posición se determina por medio de dos círculos graduados (Figura # 25).

- d) Fresadoras universales: Esta clase de fresadoras tienen la ventaja de que la mesa de trabajo puede moverse en sentido vertical, longitudinal y transversal (Anexo # 10).

Figura # 23
Fresadora Horizontal

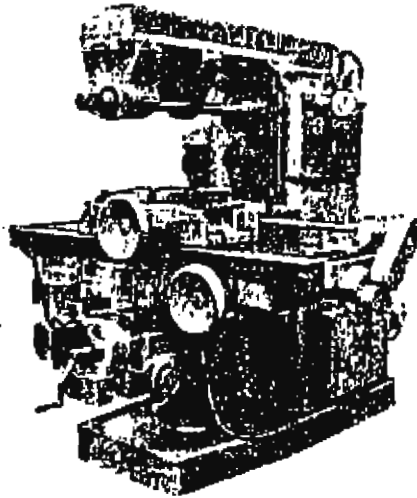
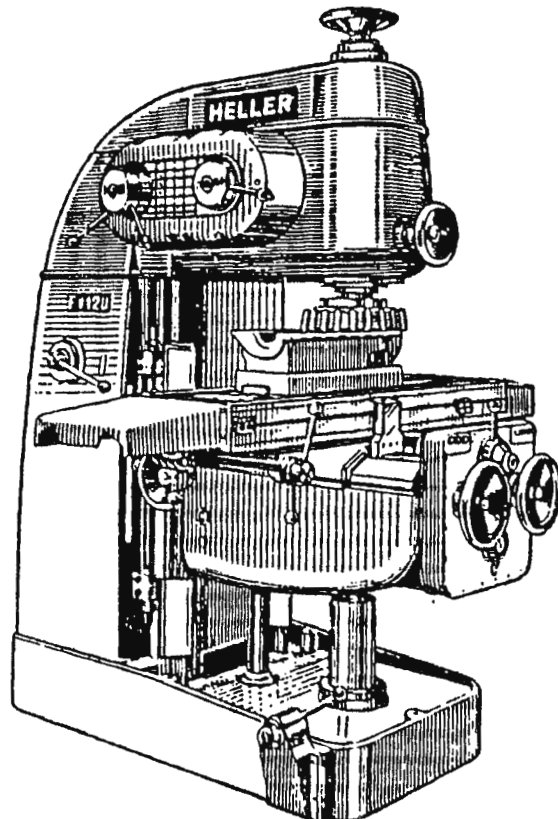


Figura # 24
Fresadora Vertical



tener sus dientes soldados a la masa o si no formando pequeñas herramientas independientes que se sujetan a un plato portacuchillas.

Material de las fresas: Las fresas se construyen generalmente de acero duro al carbono, o de acero rápido o extrarápido. El acero al carbono es económico en las fresas que se utilizan de vez en cuando; el acero rápido es conveniente siempre que las fresas tengan mucho uso. Los dientes postizos de las fresas pueden ser de acero rápido o de metales duros. El acero rápido se emplea en cuchillas independientes.

6.4.3 Trabajos característicos de la fresadora.

Las fresadoras se prestan para una gran gama de trabajos sobre piezas mecánicas.

Antes de usar una fresadora, todo operario debe conocer con absoluta seguridad todas las maniobras necesarias:

- a) Comunicar las distintas velocidades al eje portafresa.
- b) Hacer avanzar la consola, el carro transversal y la mesa, en ambos sentidos.

- c) Bloquear los carros cuando no deben deslizarse durante el trabajo.
- d) Ajustar los tambores y topes micrométricos.

Además, la pieza y la fresa deben estar colocadas convenientemente y aseguradas, y no debe haber obstáculos para el libre recorrido de las pasadas.

En todo trabajo, se iniciará la primera pasada con suavidad y a mano, pudiéndose luego usar el movimiento automático.

Fresado plano o planeado: Por medio de esta operación se hace plana la superficie de una pieza mecánica. Se trabaja con una fresa cilíndrica con dientes helicoidales interrumpidos, o con una fresa frontal sirviéndose o no del aparato vertical.

Ranurado: El ranurado puede ser de varias clases:

- a) Ranurado simple o fresado de ranuras abiertas.
- b) Rasgado o ranurado en desbaste, para abrir paso a la herramienta en otra operación posterior.
- c) Apertura de ranuras de forma (en T, de escariadores de diente recto, machos, fresas.
- d) Ranurado de chaveteros.

Corte de sierra circular: se puede considerar como un ranurado de gran profundidad y pequeña anchura.

Fresado de perfiles: para perfiles quebrados se utiliza una combinación de fresas sobre el mismo eje, y para perfiles curvos una sola fresa de la forma apropiada y dientes destalonados.

Fresado de polígonos: en la mayoría de los casos, el polígono que se ha de fresar está convenientemente torneado, puede entonces emplearse una fresa plana y el eje portafresas normal. Cuando el trabajo sea de un conjunto de varios polígonos delimitados por varias caras planas, se usará el aparato vertical y una fresa frontal.

Fresado de engranajes rectos: el procedimiento para fresar necesita mucha precisión y comienza con escoger el plato divisor apropiado. Colocada la fresa en el eje de la fresadora, y montada la pieza en la mesa, se sube ésta hasta que la fresa roce suavemente la pieza. Luego, se hacen marcas guías a la pieza con el fin de verificar el número de dientes que tendrá. Después de fresar cada diente se realiza la división con el plato divisor para el espaciado entre dientes.

Fresado circular: El fresado circular se realiza con una

fresa al aire, colocando la pieza en en el plato vertical (o en el universal, colocando su eje verticalmente). Con esta operación se pueden realizar superficies cilíndricas o cónicas. Esta operación es una especie de torneado, y se realiza en la fresadora cuando no puede ejecutarse en el torno por ser limitada a una porción de circunferencia menor de 360 grados.

CAPITULO VII

TRABAJO DE CAMPO

7.1 Metodología para realizar el trabajo de campo

Para realizar el trabajo de campo se ha seguido una metodología que presenta la secuencia de actividades por realizar, desde la selección de técnicas del Estudio del Trabajo hasta la creación de un modelo de programación. Figura # 26.

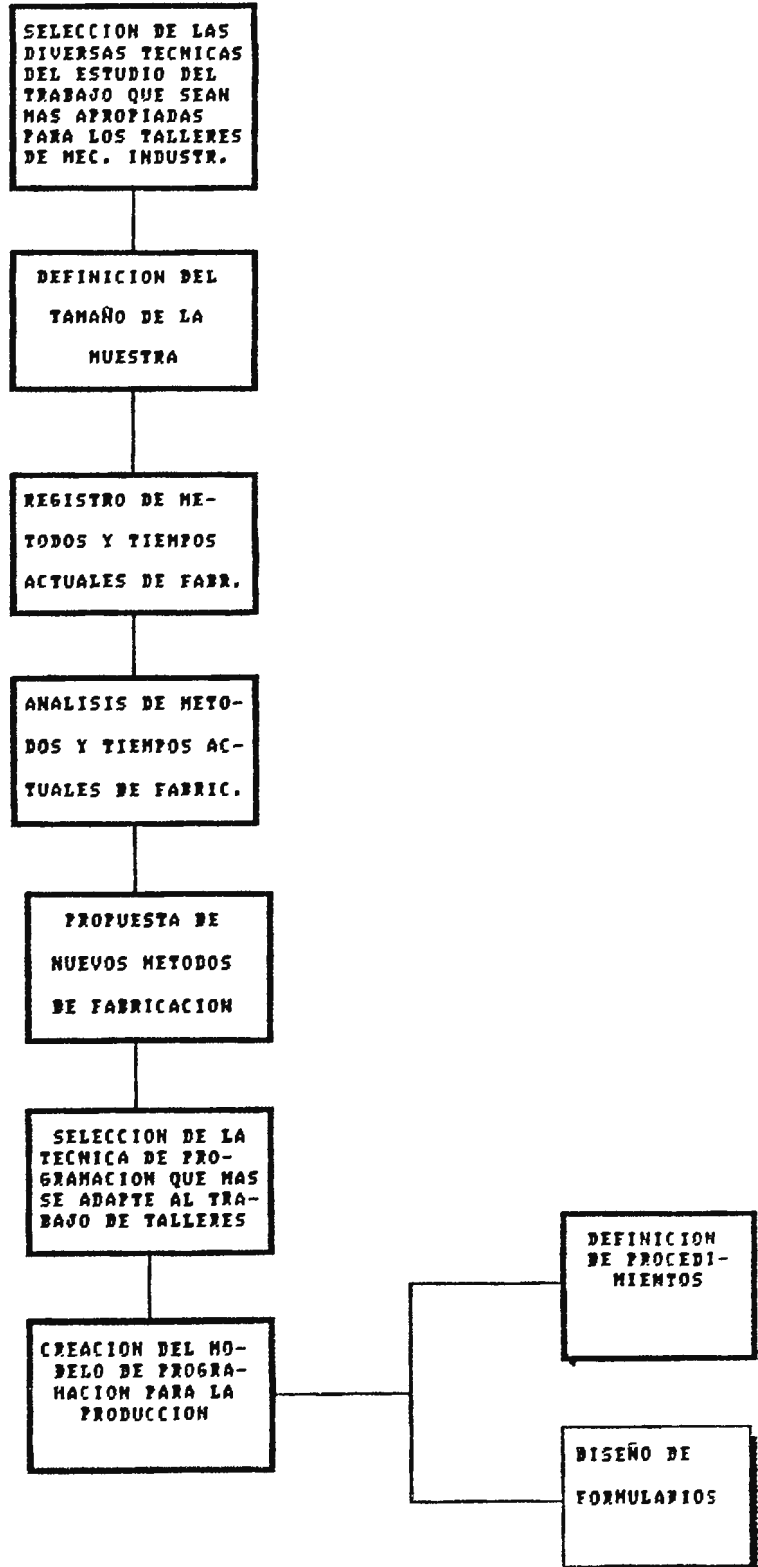
7.2 Selección de Técnicas del Estudio del Trabajo

Para realizar un Estudio del Trabajo ha sido necesario escoger y aplicar las técnicas más adecuadas, ya que éstas son herramientas con las cuales se investiga y analiza sistemáticamente cada aspecto de un proceso de trabajo.

Después de estudiar y analizar las diversas técnicas de registro presentadas en los Capítulos IV y V, y haber observado procesos de fabricación de diferentes piezas, se han seleccionado las siguientes técnicas del estudio de métodos y tiempos para realizar el Trabajo de Campo por

Figura # 26

Metodología básica para realizar
el trabajo de campo



las siguientes razones:

- a) Carta de Flujo (Cursograma Analítico). En este cursograma se registran en forma clara la secuencia de las operaciones que realiza el operario, lo que permite hacer un análisis detallado del método de trabajo empleado por él.
- b) Estudio de tiempos por cronometraje acumulativo. Esta técnica registra el tiempo real empleado por el operario y todos aquellos elementos que ocurren durante el proceso. Esta técnica es relativamente sencilla de poner en práctica y se adapta mejor para procesos con elementos cortos, permitiendo que el observador anote los tiempos de cada elemento sin tener que preocuparse por regresar el cronómetro a cero para registrar el siguiente elemento.

7.3 Tamaño de la muestra.

El trabajo de campo se limitó a registrar trabajos dentro de un taller grande y un pequeño¹ ya que éstos fueron los que permitieron el acceso a sus instalaciones.

En el taller pequeño se observó la fabricación de ejes y piezas variadas, y en el taller grande la de

¹ Vease la clasificación de las empresas en el Capítulo II, numeral 2.4.

poleas.

Para determinar el tamaño de la muestra se procedió a ocupar la siguiente fórmula:²

$$n = \frac{Z^2}{4e^2}$$

donde:

n = Tamaño de la muestra

Z = Coeficiente de confiabilidad

e = error muestral

Si se desea tener por lo menos el 95% de confianza de que la estimación está dentro de 0.1 de error permisible, el tamaño de la muestra es de :

$$n = \frac{(1.96)^2}{4(0.1)^2} = 96$$

El siguiente cuadro detalla el número de piezas de cada clase³, que forman parte de la muestra.

² R.E. Wapole/R.H. Myers. "Probabilidad y Estadística para Ingenieros". 3a. edición. Editorial Interamericana, 1989.

³Ver numeral 2.4.1 del Capítulo II

Cuadro # 3

Número de piezas de la muestra según
clase de pieza.

| Piezas | No. de piezas | % | No. de piezas de la muestra |
|--------------|---------------|------|-----------------------------|
| Ejes | 25 | 0.23 | 22 |
| Poleas | 17 | 0.16 | 15 |
| Engranajes | 17 | 0.16 | 15 |
| Pernos | 16 | 0.15 | 14 |
| Hexágonos | 15 | 0.14 | 14 |
| Otras piezas | 18 | 0.17 | 16 |
| Total | 108 | 1.00 | 96 |

Habiéndose realizado 60 visitas a los talleres se pudieron observar 11 trabajos de ejes, 8 de poleas y 39 de piezas variadas, que es un número menor que el tamaño de la muestra apuntado anteriormente. Hay que tomar en cuenta que el trabajo de campo se ha realizado con limitaciones en cuanto al acceso a los talleres y ejecución de las piezas más comunes, lo que no ha permitido cubrir la totalidad de la muestra.

En los siguientes apartados se presentan las piezas registradas en el período del trabajo de campo.

7.4 Registro y Análisis de Métodos y Tiempos Actuales.

Para facilitar el registro de métodos y tiempos de

fabricación de piezas se visitó previamente los talleres con el fin de familiarizarse e identificar las operaciones, procesos, actividades, clases de piezas que se hacen en este tipo de industria, así como también explicar a los operarios en que consistirían las visitas y darles una visión general de lo que se pretendía con la observación del trabajo y la toma de tiempos.

Durante las visitas previas a los talleres se identificaron los siguientes elementos comunes para la fabricación de piezas de maquinaria industrial:

- Preparación de herramientas: El operario busca las herramientas que va a utilizar para fabricar la pieza, las prepara para tenerlas en su puesto de trabajo. Si hay necesidad de afilar un buril o cualquier herramienta de corte se afila.

- Preparación de instrumentos de medición: El operario prepara todas las herramientas de medición que va a utilizar durante el trabajo. Como por ejemplo: Micrómetros, Calibradores, etc.

- Trazado: El operario marca o traza las piezas según medidas y especificaciones de éstas.

- Montaje: El operario monta o coloca la pieza en el plato del torno, sujetando la pieza en las mordazas del plato.

- Centrado: El operario verifica si la pieza montada en el plato está bien centrada.

- Montaje de la herramienta de corte: El operario coloca la herramienta de corte en el portaherramienta y la sujeta. El operario posiciona la herramienta según la pieza o trabajo que va a realizar.

- Preparación de la máquina: El operario escoge la velocidad de corte de la máquina.

- Maquinado: EL maquinado es cuando se corta o desbasta la pieza con la herramienta de corte. Entre las operaciones de maquinado se pueden mencionar las siguientes: roscar, refrentar, cilindrar, taladrar, cortar, mandrilar, pulir, etc.

- Desmontaje de la herramienta de corte: Cuando el operario necesita cambiar buril o afilarlo, lo desmonta aflojando las tuercas de la torreta y retirando la herramienta.

- Desmontaje de la pieza: Cuando el operario termina la pieza o necesita sacarla por cualquier razón, tiene que aflojar las mordazas del plato y retirarla.

- Limpieza de la maquinaria: El operario limpia la viruta o cualquier suciedad que tenga la máquina, aplica aceite a las guías, carros y cabezal.

Los métodos para los trabajos observados se registraron debidamente en cartas de flujo de proceso.

La toma de tiempos se realizó, dividiendo previamente cada trabajo en elementos al cual se le iba tomando el tiempo correspondiente. Luego de tener los tiempos de cada elemento registrados se procedió a clasificar las piezas según su naturaleza. Los datos de cada tipo de piezas, que en este caso son ejes y poleas, se registraron en un cuadro resumen (Figuras #27-A, 27-B y Figura #28), en el cual se describen los elementos comunes y de maquinado para fabricar las piezas, además, la frecuencia, el tiempo y el porcentaje de tiempo que representa cada elemento con respecto al tiempo total; finalmente se calcularon los tiempos promedios de cada elemento descartando sus valores mínimos y máximos.

Figura # 27--A

Cuadro Resumen de tiempos para la Fabricación de Poleas

| ELEMENTOS | POLEA #1 | POLEA #2 | POLEA #3 | POLEA #4 | POLEA #5 | POLEA #6 | POLEA #7 | POLEA #8 | PROMEDIO(BOJ) |
|--|----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|
| PREPARACION DE HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS DE MEDICION | | | | | | | | | |
| OPERARIO SE DESPLAZA PARA TOMAR PIEZAS PARA MAQUINAR | 1 119.0 | 1 27.0 | | 1 40.0 | 1 107.0 | | | 1 12.0 | 58.00 |
| MONTAR PIEZA EN PLATO (AL INICIO) | 119 2.8 | 27 0.8 | | 40 1.3 | 107 1.4 | | | 12 0.1 | |
| DES-MONTAR Y MONTAR PIEZA EN PLATO | 1 25.0 | 1 26.0 | 2 48.5 | 1 31.0 | 1 39.0 | 1 39.0 | 1 90.0 | 2 17.0 | 36.70 |
| CENTRAR PIEZA | 25 0.6 | 26 0.7 | 97 2.1 | 31 1.0 | 39 0.5 | 39 0.5 | 90 0.8 | 34 0.3 | |
| MONTAR BROCA | 1 77.0 | 1 30.0 | 1 120.0 | 1 45.0 | 1 78.0 | 1 83.0 | 3 200.3 | 4 33.5 | 72.17 |
| TALADRAR | 77 1.8 | 30 0.8 | 120 2.6 | 45 1.4 | 78 1.0 | 83 1.0 | 601 5.4 | 134 1.2 | |
| DES-MONTAR BROCA | 2 226.5 | 2 197.0 | 3 157.0 | 2 145.0 | 2 147.5 | 2 174.0 | 3 133.3 | 6 197.7 | 169.70 |
| MONTAR BURIL (PARA REFRENTAR) | 453 10.5 | 394 11.0 | 471 10.1 | 290 9.2 | 295 4.0 | 348 4.2 | 400 3.6 | 1186 10.7 | |
| TALADRAR | 1 27.0 | 1 33.0 | 1 23.0 | 1 25.0 | 1 84.0 | 1 80.0 | 2 30.0 | 1 90.0 | 44.14 |
| DES-MONTAR BURIL (PARA REFRENTAR) | 27 0.6 | 33 0.9 | 23 0.5 | 25 0.8 | 84 1.1 | 80 1.0 | 60 0.5 | 90 0.8 | |
| MONTAR BURIL (PARA CILINDRAR) | 1 302.0 | 1 307.0 | 1 256.0 | 1 261.0 | 1 143.0 | 1 284.0 | 2 364.0 | 2 204.5 | 259.85 |
| DES-MONTAR BURIL (PARA CILINDRAR) | 302 7.0 | 307 8.6 | 256 5.5 | 261 8.2 | 143 1.9 | 284 3.4 | 728 6.6 | 409 3.7 | |
| MONTAR BURIL (PARA MANDRILAR) | 1 20.0 | 1 8.0 | 1 15.0 | 1 11.0 | 1 17.0 | 1 20.0 | | | 15.75 |
| MONTAR BURIL (PARA MANDRILAR) | 20 0.5 | 8 0.2 | 15 0.3 | 11 0.3 | 17 0.2 | 20 0.2 | | | |
| REFRENTAR MASA (M) (DEL CENTRO DE POLEA) | 2 87.0 | 1 27.0 | | 1 22.0 | 3 35.3 | 3 79.0 | 4 115.0 | 3 64.3 | 61.42 |
| MEDIR | 174 | 27 0.1 | | 22 0.7 | 106 1.4 | 237 2.9 | 459 4.1 | 193 1.7 | |
| MONTAR BURIL (PARA CILINDRAR) | | | | | 1 136.0 | 1 103.0 | 1 87.0 | | 108.67 |
| MONTAR BURIL (PARA CILINDRAR) | | | | | 136 1.8 | 103 1.2 | 87 0.8 | | |
| MONTAR BURIL (PARA CILINDRAR) | | | | | 1 90.0 | 1 25.0 | 1 75.0 | 1 22.0 | 50.00 |
| MONTAR BURIL (PARA CILINDRAR) | | | | | 90 1.2 | 25 0.3 | 75 0.7 | 22 0.2 | |
| MONTAR BURIL (PARA CILINDRAR) | 1 20.0 | | | | | | | | 20.00 |
| MONTAR BURIL (PARA CILINDRAR) | 20 | | | | | | | | |
| MONTAR BURIL (PARA MANDRILAR) | 1 81.0 | 1 24.0 | 1 71.0 | 1 33.0 | 1 69.0 | 1 74.0 | 1 30.0 | 1 254.0 | 59.67 |
| MONTAR BURIL (PARA MANDRILAR) | 81 1.9 | 24 0.7 | 71 1.5 | 33 1.0 | 69 0.9 | 74 0.9 | 30 0.3 | 254 2.3 | |
| REFRENTAR MASA (M) (DEL CENTRO DE POLEA) | 3 89.7 | 3 62.3 | 4 47.5 | 5 73.0 | 2 102.0 | 2 121.0 | 2 161.5 | 4 161.3 | 100.83 |
| MEDIR | 269 6.2 | 187 5.2 | 190 4.1 | 365 11.5 | 204 2.7 | 242 2.9 | 323 2.9 | 645 5.8 | |
| REFRENTAR CARA (M) (SIN TOMAR EN CUENTA MASA) | 4 16.0 | 2 21.0 | 2 33.5 | | | | 1 86.0 | 1 92.0 | 39.00 |
| MEDIR | 64 1.5 | 42 1.2 | 67 1.4 | | | | 86 0.8 | 92 0.8 | |
| REFRENTAR CARA (M) (SIN TOMAR EN CUENTA MASA) | 3 72.7 | 5 89.2 | 2 99.5 | 4 81.3 | 4 494.8 | 7 309.4 | | 7 137.7 | 164.00 |
| MEDIR | 218 5.0 | 448 12.5 | 199 4.3 | 325 10.3 | 1979 26.5 | 2166 26.1 | | 964 8.7 | |
| REFRENTAR CARA (M) (QUE NO TIENE MASA) | | 1 20.0 | | 1 15.0 | | 1 18.0 | | 3 16.3 | 17.00 |
| MEDIR | | 20 0.6 | | 15 0.5 | | 18 0.2 | | 49 0.4 | |
| REFRENTAR CARA (M) (QUE NO TIENE MASA) | | | | | | | 6 86.0 | 10 170.4 | 171.25 |
| MEDIR | | | | | | | 1036 9.3 | 1704 15.4 | |
| TRAZAR | 1 10.0 | | | | 1 363.0 | 1 229.0 | 1 139.0 | | 184.00 |
| CILINDRAR (M) | 10 0.2 | | | | 363 4.9 | 229 2.8 | 139 1.3 | | |
| MEDIR | 3 | 3 140.0 | 14 89.4 | 3 185.0 | 2 287.0 | 1 589.0 | 7 110.1 | 3 162.0 | 149.20 |
| MEDIR | 327 | 420 11.7 | 1252 26.9 | 555 17.5 | 574 7.7 | 589 7.1 | 771 6.9 | 488 4.4 | |
| HACER CHAFLANES (M) | 1 11.0 | 1 13.0 | 5 55.0 | 2 14.5 | | | 5 23.4 | 2 67.0 | 33.40 |
| MEDIR | 11 0.3 | 13 0.4 | 275 5.9 | 29 0.9 | | | 117 1.1 | 134 1.2 | |
| HACER CANALES (M) | 1 20.0 | 1 16.0 | | 1 19.0 | 2 16.0 | 2 18.5 | | | 18.00 |
| MEDIR | 20 0.5 | 16 0.4 | | 19 0.6 | 32 0.4 | 37 0.4 | | | |
| HACER CANALES (M) | | | | | 3 468.7 | 3 523.0 | 4 361.8 | 2 321.0 | 407.60 |
| MEDIR | | | | | 1406 18.9 | 1569 18.9 | 1447 13.0 | 642 5.8 | |
| MEDIR | | | | | 18 13.2 | 13 14.0 | 18 28.1 | 14 24.1 | 19.25 |
| MEDIR | | | | | 237 3.2 | 182 2.2 | 460 4.1 | 338 3.1 | |

Figura # 27-B

Cuadro Resumen de tiempos para la Fabricación de Poleas

| ELEMENTOS | POLEA #1 | | POLEA #2 | | POLEA #3 | | POLEA #4 | | POLEA #5 | | POLEA #6 | | POLEA #7 | | POLEA #8 | | PROMEDIO(SEG.) |
|--|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|----------------|
| MANDRILAR (M) | 5 | 100.8 | 4 | 101.0 | 4 | 93.8 | 4 | 93.8 | 2 | 211.0 | 2 | 202.0 | 5 | 132.0 | 4 | 257.3 | 125.86 |
| | 504 | 11.7 | 404 | 11.3 | 375 | 8.0 | 375 | 11.9 | 422 | 5.7 | 404 | 4.9 | 660 | 5.9 | 1029 | 9.3 | |
| MEDIR | 5 | 20.0 | 3 | 10.0 | 3 | 66.7 | 3 | 15.0 | 1 | 28.0 | 1 | 24.0 | 5 | 69.4 | 4 | 40.3 | 47.63 |
| | 100 | 2.3 | 30 | 0.8 | 200 | 4.3 | 45 | 1.4 | 28 | 0.4 | 24 | 0.3 | 347 | 3.1 | 161 | 1.5 | |
| LIJAR O LIMAR (M) | 1 | 26.0 | 1 | 21.0 | | | 1 | 25.0 | 1 | 149.0 | 1 | 156.0 | 7 | 60.6 | 3 | 108.0 | 72.92 |
| | 26 | 0.6 | 21 | 0.6 | | | 25 | 0.8 | 149 | 2.0 | 156 | 1.9 | 424 | 3.8 | 324 | 2.9 | |
| MEDIR | | | | | | | | | | | | | 3 | 42.0 | | | 42.00 |
| | | | | | | | | | | | | | 126 | | | | |
| DESPLAZAMIENTO DEL PUESTO DE TRABAJO | 1 | 14.0 | 1 | 670.0 | 2 | 132.0 | 1 | 285.0 | 2 | 208.5 | 2 | 234.0 | 2 | 153.5 | 4 | 142.5 | 177.77 |
| | 14 | 0.3 | 670 | 18.7 | 264 | 5.7 | 285 | 9.0 | 417 | 5.6 | 468 | 5.6 | 307 | 2.8 | 570 | 5.2 | |
| PLATICANDO | 2 | 434.5 | 1 | 166.0 | 1 | 630.0 | | | | | 1 | 210.0 | 4 | 113.8 | 4 | 96.8 | 212.50 |
| | 869 | 20.1 | 166 | 4.6 | 630 | 13.5 | | 0.0 | | 0.0 | 210 | 2.5 | 455 | 4.1 | 387 | 3.5 | |
| CAMBIAR BURIL (PARA CORTAR) | | | | | | | | | | | | | 1 | 65.0 | 2 | 108.5 | 94.00 |
| | | | | | | | | | | | | | 65 | 0.6 | 217 | 2.0 | |
| CORTAR (M) | | | | | | | | | | | | | 4 | 281.0 | 3 | 249.0 | 267.29 |
| | | | | | | | | | | | | | 1124 | 10.1 | 747 | 6.8 | |
| MEDIR | | | | | | | | | | | | | 1 | 12.0 | 1 | 76.0 | 44.00 |
| | | | | | | | | | | | | | 12 | 0.1 | 76 | 0.7 | |
| CAMBIAR PLATO | | | | | | | | | | | | | 1 | 221.0 | 1 | 122.0 | 171.00 |
| | | | | | | | | | | | | | 221 | 2.0 | 122 | 1.1 | |
| SUJETAR PIEZA CON EL CONTRAPUNTO | | | | | | | | | 1 | 185.0 | 1 | 92.0 | | | | | 138.50 |
| | | | | | | | | | 185 | 2.5 | 92 | 1.1 | | | | | |
| LIMPIAR TORNO | 1 | 311.0 | | | | | | | 1 | 359.0 | 2 | 249.5 | | | | | 292.25 |
| | 311 | 7.2 | | | | | | | 359 | 4.8 | 499 | 6.0 | | | | | |
| APLICAR ACEITE A BANCADA, CABEZAL, CARRO, ETC. | 1 | 348.0 | | | | | | | | | | | | | | | 348.00 |
| CAMBIAR BURIL DE POSICION | | | 1 | 10.0 | 1 | 83.0 | 1 | 32.0 | | | | | 2 | 52.5 | | | 48.00 |
| | | | 10 | 0.6 | 83 | 1.8 | 32 | 1.0 | | | | | 105 | 0.9 | | | |
| AFILAR BURIL | | | 1 | 219.0 | | | 1 | 300.0 | | | | | 1 | 183.0 | | | 234.00 |
| | | | 219 | 6.1 | | | 300 | 9.5 | | | | | 183 | 1.6 | | | |
| AJUSTAR PORTAHERRAMIENTA | | | | | | | | | | | 1 | 96.0 | 2 | 10.5 | 1 | 16.0 | 33.25 |
| | | | | | | | | | | | 96 | 1.2 | 21 | 0.2 | 16 | 0.1 | |
| DESMONTAR PIEZA DE PLATO AL TERMINAR PIEZA | 1 | 47.0 | 1 | 25.0 | 2 | 35.5 | 1 | 36.0 | 1 | 33.0 | 1 | 37.0 | 2 | 44.0 | 2 | 11.5 | 35.57 |
| | 47 | 1.1 | 25 | 0.7 | 71 | 1.5 | 36 | 1.1 | 33 | 0.4 | 37 | 0.4 | 88 | 0.8 | 23 | 0.2 | |
| TOTAL TIEMPO POR PIEZA(SEG.) | 4325 | | 3575 | | 4659 | | 3164 | | 7462 | | 6311 | | 11100 | | 11060 | | |
| TIEMPO (HH:MM:SS) | 01: 12:01 | | 00: 59:58 | | 01: 18:05 | | 00: 53:13 | | 02: 04:37 | | 02: 18:01 | | 03: 05:00 | | 03: 04:33 | | |
| % TIEMPO DE MAQUINADO (M) | 38.5 | | 50.4 | | 48.8 | | 60.8 | | 65.8 | | 65.5 | | 58.7 | | 62.8 | | |
| % TIEMPO DE CENTRAR PIEZA | 10.5 | | 11.0 | | 10.1 | | 9.2 | | 4.0 | | 4.2 | | 3.6 | | 10.7 | | |
| % TIEMPO MONTAR Y DESMONTAR | 3.5 | | 2.3 | | 6.2 | | 3.5 | | 2.0 | | 1.9 | | 7.0 | | 1.7 | | |
| % TIEMPO DE PREP. DE HERRAM. | 0.0 | | 0.0 | | 0.0 | | 0.0 | | 0.0 | | 0.0 | | 0.0 | | 0.0 | | |
| % TIEMPO DE MEDIR | 4.0 | | 3.0 | | 11.6 | | 2.8 | | 3.6 | | 2.7 | | 9.7 | | 7.0 | | |
| % TIEMPO TOMAR PIEZAS | 2.8 | | 0.8 | | 0.0 | | 1.3 | | 1.4 | | 0.0 | | 0.0 | | 0.1 | | |
| % TIEMPO FUERA DEL PUESTO | 0.3 | | 18.7 | | 5.7 | | 9.0 | | 5.6 | | 5.6 | | 2.8 | | 5.2 | | |
| % TIEMPO PLATICANDO | 20.1 | | 4.6 | | 13.5 | | 0.0 | | 0.0 | | 2.5 | | 4.1 | | 3.5 | | |
| % TIEMPO CAMBIAR BURIL | 1.9 | | 0.8 | | 1.5 | | 1.7 | | 5.3 | | 5.3 | | 6.5 | | 6.2 | | |
| %TIEMPO MONTAR BROCA | 0.6 | | 0.9 | | 0.5 | | 0.8 | | 1.1 | | 1.0 | | 0.5 | | 0.8 | | |
| % TIEMPO ACTIV. VARIAS | 15.2 | | 6.7 | | 1.8 | | 10.5 | | 7.3 | | 8.3 | | 4.7 | | 1.2 | | |
| %TIEMPO DESMONTAR BROCA | 0.5 | | 0.2 | | 0.3 | | 0.3 | | 0.2 | | 0.2 | | 0.0 | | 0.0 | | |

| ELEMENTO | PIEZA | |
|----------|-----------------------|---------------------------|
| | PRELAV. / TIEM. PREP. | TIEM. MONT. / TIEM. DESM. |

Cuadro Resumen de tiempos para la Fabricación de Ejes

| ELEMENTOS | Ejes Grandes montados con luneta | | | | | Ejes montados al aire, sin sujeción | | | | | | Ejes sujetos con contrapunto | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------------------|---------|---------|-------|----------|-------------------------------------|---------|---------|---------|----------|--------|------------------------------|---------|---------|----------|-------|----------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| | Eje # 1 | Eje # 2 | Eje # 3 | SUMA | PROMEDIO | Eje # 4 | Eje # 5 | Eje # 6 | Eje # 7 | Eje # 11 | SUMA | PROMEDIO | Eje # 8 | Eje # 9 | Eje # 10 | SUMA | PROMEDIO | | | | | | | | | | | | |
| PREPARACION DE HERRAMIENTAS | | | | 0.0 | | | | | | | | | 3.0 | 12.0 | | | 3.0 | | | | | | | | | | | | |
| PREPARACION DE INSTRUMENTOS DE MEDICION | | | | 0.0 | | | | | | | | | 36.0 | 3.3 | | | 36.0 | 12.0 | | | | | | | | | | | |
| MONTAR PIEZA EN PLATO | 1.0 | 170.0 | 1.0 | 140.0 | 1.0 | 128.0 | 3.0 | | | | | | 2.0 | 18.0 | 1.0 | 17.0 | 1.0 | 20.0 | 4.0 | | | | | | | | | | |
| CENTRAR PIEZA | 170.0 | 11.5 | 140.0 | 12.8 | 128.0 | 8.0 | 438.0 | 145.5 | | | | | 36.0 | 3.3 | 17.0 | 3.0 | 20.0 | 3.8 | 73.0 | 10.3 | | | | | | | | | |
| MONTAR HERRAMIENTA DE CORTE | 374.0 | 25.2 | 301.0 | 27.5 | 369.0 | 17.0 | 1035.0 | 345.0 | | | | | 1.0 | 10.0 | | | | | 1.0 | | | | | | | | | | |
| PREPARACION MAQUINA (Escoger veloc. torno y posic. burb) | 2.0 | 49.5 | 1.0 | 49.0 | 1.0 | 41.0 | 4.0 | | | | | | 10.0 | 0.9 | | | | | 10.0 | 10.0 | | | | | | | | | |
| MAQUINAR - REFRENTAR | 99.0 | 8.7 | 49.0 | 4.5 | 41.0 | 1.9 | 189.0 | 47.3 | | | | | 3.0 | 13.7 | 2.0 | 8.5 | 2.0 | 8.5 | 7.0 | | | | | | | | | | |
| AFILAR HERRAMIENTAS DE CORTE (BURILES) | 1.0 | 140.0 | 2.0 | 60.0 | 1.0 | 20.0 | 4.0 | | | | | | 41.0 | 3.8 | 17.0 | 3.0 | 17.0 | 3.2 | 75.0 | 10.7 | | | | | | | | | |
| PREPARACION DE MAQUINA (Sujetar pieza con contrapunto) | 140.0 | 9.4 | 120.0 | 10.9 | 20.0 | 0.9 | 280.0 | 70.0 | | | | | 3.0 | 5.0 | 2.0 | 8.5 | 2.0 | 7.0 | 7.0 | | | | | | | | | | |
| MAQUINAR - CILINDRAR | 2.0 | 41.0 | 1.0 | 30.0 | | | 3.0 | | | | | | 15.0 | 1.4 | 17.0 | 3.0 | 14.0 | 2.7 | 48.0 | 6.6 | | | | | | | | | |
| Sujetar pieza con contrapunto | 82.0 | 5.5 | 30.0 | 2.7 | | | 112.0 | 37.3 | | | | | 1.0 | 43.0 | 1.0 | 35.0 | 1.0 | 38.0 | 3.0 | | | | | | | | | | |
| MAQUINAR - CILINDRAR | | | | | | | | | | | | | 43.0 | 3.9 | 35.0 | 6.1 | 38.0 | 6.8 | 114.0 | 38.0 | | | | | | | | | |
| MEDIR (Tomar medidas antes de maquinar) | | | | | | | | | | | | | 1.0 | 40.0 | | | | | 1.0 | | | | | | | | | | |
| MAQUINAR - CORTAR | | | | | | | | | | | | | 49.0 | 4.5 | | | | | 49.0 | 49.0 | | | | | | | | | |
| PULIR PIEZA | 1.0 | 69.0 | 1.0 | 90.0 | | | 2.0 | | | | | | 2.0 | 23.5 | 1.0 | 14.0 | 1.0 | 10.0 | 4.0 | | | | | | | | | | |
| PREPARACION DE MAQUINA (Aproximar contrapunto) | 69.0 | 4.7 | 90.0 | 8.2 | | | 113.0 | 5.3 | 113.0 | | | | 47.0 | 4.3 | 14.0 | 2.5 | 10.0 | 1.9 | 71.0 | 17.8 | | | | | | | | | |
| PREPARACION DE MAQUINA (Aleja contrapunto) | 5.0 | 35.8 | 2.0 | 35.0 | 2.0 | 81.5 | 9.0 | | | | | | 10.0 | 28.6 | 7.0 | 23.9 | 7.0 | 24.3 | 24.0 | | | | | | | | | | |
| MAQUINAR - HACER CONO PARA SUJETAR CONTRAPUNTO | 179.0 | 12.1 | 70.0 | 6.4 | 163.0 | 7.7 | 412.0 | 45.8 | | | | | 286.0 | 26.2 | 167.0 | 29.3 | 170.0 | 32.3 | 623.0 | 28.0 | | | | | | | | | |
| MONTAR BROCA EN CONTRAPUNTO PARA ABRIR AGUJERO | | | | | | | | | | | | | 1.0 | 99.0 | 1.0 | 75.0 | 1.0 | 52.0 | 3.0 | | | | | | | | | | |
| MAQUINAR - HACER AGUJERO | | | | | | | | | | | | | 99.0 | 9.1 | 75.0 | 13.2 | 52.0 | 9.8 | 228.0 | 75.3 | | | | | | | | | |
| DESMONTAR HERRAMIENTA DE CORTE | | | | | | | | | | | | | 1.0 | 73.0 | 1.0 | 67.0 | 1.0 | 69.0 | 3.0 | | | | | | | | | | |
| MEDIR (Verificar medidas despues de maquinar) | | | | | | | | | | | | | 73.0 | 6.7 | 67.0 | 11.8 | 69.0 | 13.1 | 209.0 | 69.7 | | | | | | | | | |
| MAQUINAR - HACER AGUJERO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DESMONTAR HERRAMIENTA DE CORTE | 1.0 | 12.0 | | | | | 1.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MEDIR (Verificar medidas despues de maquinar) | 12.0 | 0.8 | | | | | 12.0 | 12.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| APLICAR REFRIGERANTE A PIEZA | 4.0 | 44.0 | 3.0 | 25.0 | 5.0 | 16.2 | 12.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DESMONTAR PIEZA | 178.0 | 11.9 | 75.0 | 6.8 | 81.0 | 3.8 | 332.0 | 27.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LIMPIAR TORNO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CONSULTAR DUDAS AL JEFE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SOPLAR PIEZA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OPERARIO SE RETIRA DE PUESTO DE TRABAJO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OPERARIO OBSERVA PIEZA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OPERARIO BUSCA HERRAMIENTAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CORTA PIEZA CON SIERRA MANUAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL DE TIEMPO POR PIEZA (SEG) | 1482.0 | 100.0 | 1098.0 | 100.0 | 2114.0 | 100.0 | 4892.0 | 1502.5 | 1942.0 | 100.0 | 1384.0 | 100.0 | 738.0 | 100.0 | 700.0 | 100.0 | 3784.0 | 100.0 | 8468.0 | 1655.1 | 1090.0 | 100.0 | 570.0 | 100.0 | 527.0 | 100.0 | 2187.0 | 100.0 | 482.9 |
| % TIEMPO DE MAQUINADO | 22.3 | | 17.3 | | 47.4 | | | | 48.2 | | 34.3 | | 21.1 | | 33.8 | | 41.0 | | | | 40.8 | | 53.7 | | 58.1 | | | | |
| % TIEMPO DE MONTAR PIEZA | 11.8 | | 12.8 | | 8.0 | | | | 4.7 | | 18.4 | | 14.5 | | 11.5 | | 1.1 | | | | 3.3 | | 3.0 | | 3.8 | | | | |
| % TIEMPO DE CENTRAR PIEZA | 25.4 | | 27.5 | | 17.0 | | | | 12.5 | | 13.8 | | 21.0 | | 14.3 | | 7.8 | | | | 0.9 | | 0.0 | | 0.0 | | | | |
| % TIEMPO DE PREP. DE HERRAM. | 7.5 | | 4.5 | | 1.9 | | | | 28.2 | | 9.9 | | 2.0 | | 1.7 | | 14.5 | | | | 12.3 | | 4.4 | | 4.8 | | | | |
| % TIEMPO DE PREP. DE MAQUINA | 9.4 | | 10.9 | | 7.4 | | | | 2.6 | | 7.2 | | 2.7 | | 1.4 | | 9.2 | | | | 8.8 | | 7.5 | | 7.0 | | | | |
| % TIEMPO DE MEDIR | 11.9 | | 8.8 | | 3.8 | | | | 2.2 | | 5.1 | | 18.4 | | 18.7 | | 4.1 | | | | 29.2 | | 28.1 | | 23.1 | | | | |
| % TIEMPO DE DESMONTAR PIEZA | 4.7 | | 8.5 | | 1.9 | | | | 1.2 | | 3.8 | | 0.9 | | 1.4 | | 0.4 | | | | 1.9 | | 1.8 | | 1.5 | | | | |
| % TIEMPO IMPRODUCTIVO | 0.0 | | 0.0 | | 0.0 | | | | 0.0 | | 0.0 | | 0.0 | | 0.0 | | 16.8 | | | | 3.0 | | 3.5 | | 1.9 | | | | |
| % TIEMPO DE LIMPIEZA DE TORNO | 7.8 | | 13.7 | | 9.4 | | | | 4.5 | | 9.9 | | 18.3 | | 18.1 | | 0.7 | | | | 0.0 | | 0.0 | | 0.0 | | | | |
| % TIEMPO DE APLICAR REFRIGERAN | 0.0 | | 0.0 | | 0.0 | | | | | | | | | | | | 4.8 | | | | 0.0 | | 0.0 | | 0.0 | | | | |

Nota: Detalle de la información del Cuadro

| ELEMENTO | Pieza | |
|----------|-------------|--------------|
| | Preparación | Tiempo pieza |
| | Tiempo | % Torno, Td |

Luego de tener registrado el método y el tiempo de fabricación de las piezas se prosiguió a analizarlos y a proponer nuevos métodos. Para asignar el tiempo de los elementos comunes en los métodos propuestos, se ha utilizado el tiempo promedio de dichos elementos, y el tiempo de maquinado (cilindrado, refrentado, taladrado, etc.) se ha calculado por medio de las siguientes fórmulas⁴:

- a) Para encontrar el número de revoluciones por minuto:

$$N = \frac{V \times 1000}{\pi \times d}$$

donde:

V = Velocidad de Corte m/min (Según material a maquinar)

d = Diámetro de la pieza a maquinar

N = Revoluciones por minuto (rpm) de la pieza

- b) Para determinar tiempo de maquinado:

$$T = \frac{L}{S \times N}$$

donde:

L = Longitud a maquinar

S = Avance de la herramienta de corte

N = Revoluciones por minuto (rpm) de la pieza

T = Tiempo de maquinado en minutos

⁴ Tecnología mecánica, Tomo II. Biblioteca Profesional E.P.S, Barcelona, 1974.

Al tiempo total de fabricación de piezas en los métodos propuestos se le aplicará un 15.5% por suplementos los cuales han sido distribuidos de la siguiente manera⁵:

- a) 6.5% de Suplemento por fatiga
- b) 5.0% de Suplemento por necesidades personales
- c) 2.0% de Suplemento por retrasos inevitables
- d) 2.0% de Suplemento por limpieza de máquina.

7.4.1 Análisis de Poleas

En las observaciones registradas del torneado de poleas, se puede hacer la siguiente clasificación de estas: cuatro poleas planas (identificadas con los números #1, #2, #3 y #4); dos poleas de 3 canales, tipo A (#5 y #6); una polea de 4 canales, tipo B (#7); y una polea de 2 canales, tipo A (#8).

Los métodos de trabajo actuales con sus tiempos se muestran en Cartas de Flujo, en el Anexo # 11.

Después de analizar los métodos actuales, se presentan métodos propuestos para cada clase de polea observada, Anexo # 12, en los que se han eliminado las demoras y los desplazamientos del operario fuera del

⁵ Op. cit. Niebel, Benjamin W.; pág. 406

puesto de trabajo; además, se propone otra secuencia de operaciones, lo que ha influido en la disminución del número de las mismas. La frecuencia de las inspecciones también ha disminuido, obteniéndose por todo lo anterior un ahorro significativo en cuanto al tiempo total de fabricación de cada pieza.

7.4.1.1 Conclusiones de las observaciones de Poleas

Para el 50% de los trabajos observados, el operario ha tenido que desplazarse fuera de su puesto de trabajo, de 2 a 3 metros con el fin de tomar las piezas por tornear, tardándose en promedio el 1.1% del tiempo total ocupado para un trabajo.

En todas las observaciones, los operarios han tenido que desplazarse de su puesto de trabajo para buscar herramientas necesarias para su trabajo, como llaves de tuerca, refrigerante, gramil, compás, buril, etc., tardándose un promedio de 6.6% por pieza. Es notorio que cada operario no tiene asignado un juego de herramientas para que las ocupe durante la jornada diaria, lo que le obliga a buscarlas fuera de su puesto de trabajo según se presente la necesidad en la evolución de cada trabajo.

Las herramientas utilizadas por los operarios son

las adecuadas, por ejemplo: las herramientas de corte la escogen de acuerdo a la clase de maquinado por realizar.

El método de trabajo utilizado por el operario es basado en su propia experiencia. Estos métodos se podrían mejorar evitando que el operario realice operaciones innecesarias, como por ejemplo, cuando se realiza un maquinado, el operario a menudo no utiliza el tambor para ajustar la profundidad de corte, por lo que el número de veces que maquina se hace mayor; además, le obliga a medir con mucha frecuencia.

Con respecto a la supervisión ejercida, ésta se limita a asignar trabajos y a atender consultas cuando se lo soliciten.

Los operarios desconocen la carga de trabajo que tendrán para la jornada diaria. Por ejemplo, el supervisor le asigna un trabajo "x" al operario, éste se toma su tiempo para realizarlo, según se encuentre su estado de ánimo.

El operario se retira de su puesto de trabajo de una hasta cuatro ocasiones por pieza fabricada (para conversar con sus compañeros, por necesidades personales, para tomar café, etc.)

El promedio de tiempo de maquinado de las poleas es de 56.4% (4.50 hrs); de medir, el 5.55% (27 min); de montaje y de desmontaje en plato, el 3.5% (17 min); de centrar, el 7.9% (38 min) ; de cambiar buriles, el 3.65% (21.1 min); de montar y desmontar broca el 1.06% (5 min); de buscar herramientas, el 6.6% (32 min); de tiempo improductivo, el 8.05% (39 min).

7.4.2 Análisis de Ejes

En el periodo en que se registraron los métodos y tiempos de las operaciones en los talleres se obtuvo una muestra de 11 ejes, los cuales pueden ser clasificados según el montaje de las piezas: ejes grandes (más de 50 cms de largo) montados con luneta identificadas como Eje #1, #2, y #3; ejes montados al aire, es decir montados en el plato sin sujeción (Eje #4, #5, #6, #7, #11) y los ejes montados en el plato y sujetos con contrapunto (Eje # 8, #9, #10).

Los métodos de trabajo actuales de los ejes y sus tiempos se muestran en Cartas de Flujo, en el Anexo # 13.

Luego de analizar los métodos actuales se proponen otras alternativas para la fabricación de ejes; estos métodos propuestos se clasifican también según el montaje

de las piezas, Anexo # 14.

En el método propuesto para los ejes montados al aire se da un ahorro del 21.4% comparado con el tiempo real, y para los ejes montados entre plato y punto, se ahorra un 39.5%. En el caso de los ejes grandes montados en luneta el ahorro no se ve en el tiempo, ya que el maquinado real de éstos consistió en eliminar rebaba o escoria de soldadura, y en el método propuesto el tiempo se calculó el tiempo de maquinado, es decir cilindrado, refrentado y pulido. El beneficio se observa en los métodos trabajo como por ejemplo secuencia y cantidad de operaciones.

7.4.2.1 Conclusiones de las Observaciones de Ejes

En un 100% de las observaciones realizadas en el taller pequeño, el operario posee en el puesto de trabajo los materiales que va a utilizar y las piezas que va a fabricar. El encargado de recibir los trabajos (propietario del taller) busca el material proporcionándoselo al operario y dándole la explicación del trabajo que va a realizar.

Con respecto a las herramientas necesarias para la fabricación de las piezas, en el 73% de las observaciones

el operario cuenta con ellas en su puesto de trabajo. El tipo de herramientas más utilizadas son: llaves de tuercas, buriles, brocas, limas, calibradores y micrómetros. En el taller donde se registraron los ejes, se pudo observar que no se utiliza el gramil para centrar las piezas, lo que vuelve el centrado más tardado, difícil e inexacto. Lo que hacen es marcar las piezas con yeso, la observan cuando gira, y de esta forma van regulando y apretando las mordazas del plato. También otro aspecto importante de mencionar es que en el 100% de las observaciones de trabajos de ejes, éstos fueron montados en el plato universal (de tres mordazas) que es autocentrante, por lo que el centrado de las piezas no debería representar mayor inconveniente para el operario.

En el caso de las herramientas de corte (buriles), el operario utiliza la herramienta adecuada, dependiendo del maquinado que va a realizar. Lo que sí no está acostumbrado el operario a hacer, es a preparar todas las herramientas y utensilios que va a ocupar, sino que lo hace hasta que las va a emplear.

El método de trabajo utilizado por el operario es basado en su propia experiencia. Estos métodos se podrían mejorar evitando realizar muchas operaciones innecesarias, tales como medir cada vez que da una pasada de maquinado.

ya que la profundidad de corte se la da sin utilizar el tambor, es decir lo hace al tanteo. Otra de las operaciones innecesarias que se dan es que ya montada la herramienta de corte, el operario se da cuenta que esta no tiene filo y la tienen que desmontar para luego afilarla.

La supervisión en el taller donde se realizaron las observaciones ha sido casi nula; se ha limitado más que todo a que el propietario del taller revise la pieza ya terminada, y pocas veces las revisa cuando están en proceso de fabricación.

Por otra parte, el operario desconoce el trabajo que va a ejecutar durante la jornada diaria. El jefe lo distribuye según su criterio y lo va asignando a los operarios conforme éstos van terminando las tareas anteriores.

El promedio de tiempo de maquinado de los ejes es de 38.3% (3.06 hrs); de medir, el 13.6% (1.09 hrs); de montaje de la pieza en el plato, el 7.9% (37.9 min); de desmontaje, el 2.3% (11 min); de centrar la pieza, el 12.5% (1 hr) ; de preparación de herramientas (montar y desmontar), el 8.1% (38.9 min); de preparación de máquina (escoger velocidad de torno, posición del buril, aproximar y alejar contrapunto), el 6.7% (32.1 min); de limpieza del

torno, el 7.3% (35 min); de aplicar refrigerante, el 0.4% (1.9 min); y de tiempo improductivo, el 2.8% (13.4 min).

7.4.3 Recomendaciones

a) En cuanto a métodos: los métodos de trabajo que se siguen en los talleres pueden cambiarse y mejorarse sustancialmente, ordenando la secuencia de las operaciones y eliminando otras con el consiguiente ahorro tanto en operaciones e inspecciones, anulando el desplazamiento de los operarios en busca de herramientas y pláticas con los compañeros.

Para evitar que el operario se retire del puesto de trabajo para buscar herramientas es recomendable brindarle todo lo que va a utilizar durante su trabajo. Además es conveniente asignarle los trabajos de cada jornada y darle las explicaciones necesarias con el fin de aclarar cualquier duda que tenga.

Otro aspecto importante es que algunas mejoras en el método estaría más que todo en no repetir tanto algunas operaciones productivas sino que éstas se realicen en forma adecuada las veces que sea necesario.

b) En cuanto al montaje de las piezas por torneear, éste se

considera como tiempo muerto, puesto que el torno está detenido y no produce. Para reducir el tiempo muerto es conveniente que antes de iniciar un nuevo trabajo se preparen y se tengan a la mano los calibradores y otras herramientas que se vayan a necesitar en los montajes de las piezas así como todos los materiales y las especificaciones de las piezas. El portaherramienta tipo impero es recomendable para este tipo de trabajos ya que con este sistema el operario no tiene que estar montando y desmontado la herramienta sino que desde el principio la prepara con los filos que va a necesitar y cada vez que hay que hacer un cambio sólo se afloja y se gira la torreta.

- c) En cuanto al tiempo de las operaciones: El tiempo de algunas operaciones de maquinado y mediciones podrían reducirse si los operarios ocuparan los avances y las profundidades de corte convenientes.

En el Tabla # 7 se hace una comparación de las actividades de métodos actuales y propuestos para la fabricación de una polea y un eje.

- d) En cuanto al papel del supervisor: El papel que el supervisor debe desempeñar dentro de una planta ya no se limita simplemente a "ver" que todos trabajen, sino

que debe, además, de ser un líder, un planificador del trabajo de sus subalternos.

Las funciones que el supervisor debe realizar para que se haga el trabajo de la mejor forma son:

- Motivar a los obreros a tener un mejor desempeño en su trabajo.
- Interpretar y aplicar las políticas de la empresa, las especificaciones y las órdenes de trabajo.
- Planear y mantener los programas de trabajo.
- Mejorar los procedimientos de trabajo.
- Tomar las decisiones necesarias para mantener la buena calidad de los trabajos.

Tabla # 7
Cuadro comparativo del método actual y propuesto para la fabricación de un eje y una polea

| PIEZA | POLEA DE 2 CANALES | | | EJE DE ACERO INOXIDABLE | | |
|------------|--------------------|------------------|----------|-------------------------|------------------|----------|
| | METODO ACTUAL | METODO PROPUESTO | ECONOMIA | METODO ACTUAL | METODO PROPUESTO | ECONOMIA |
| OPERACION | 54 | 32 | 22 | 37 | 26 | 11 |
| TRANSPORTE | 32 | - | - | - | - | - |
| DEMORA | 6 | - | - | - | - | - |
| INSPECCION | 13 | 8 | 5 | 10 | 3 | 7 |
| ALHACENAM. | - | - | - | - | - | - |
| TIEMPO | 3 Hrs-4 min. | 1 Hr-28 min. | 1 hr-37' | 18 min-10" | 10 min-5" | 8 min-5" |

CAPITULO VIII

MODELO DE PLANIFICACION Y PROGRAMACION DE LA PRODUCCION EN TALLERES DE MECANICA-INDUSTRIAL

8.1 Generalidades sobre la Planeación de la Producción

La Planeación consiste en decidir por anticipado qué es lo que se va hacer para lograr algo deseado. Su proceso comienza con una minuciosa investigación de los hechos presentes, pasados y una estimación del futuro; con base a la información anterior se fijan los objetivos y acciones a tomar.

Para una Planeación formal es necesario contar con las siguientes etapas:

- a) Definición de políticas, para orientar las acciones por realizar.
- b) Definición de procedimientos, en donde quede clara la secuencia de las operaciones y métodos.
- c) Definición de programas, para fijar los tiempos de ejecución.

Concretamente, con respecto a la producción, la planeación persigue preparar el camino a seguir y facilitar la

realización de programas sobre una base eficiente, con un tiempo adecuado, en donde la coordinación cumpla un papel importante y los costos se vean disminuidos, con el fin de completar la cantidad requerida de un producto satisfactorio en las fechas de entrega convenientes.

8.2 Técnicas de Programación de la Producción

Para hablar sobre Programación, es conveniente remitirse inicialmente a una definición formal de la misma que plantee en forma clara lo que conlleva: la Programación es una serie de políticas, procedimientos, reglas, asignaciones de trabajo, recursos que deben emplearse y otros elementos necesarios para llevar a cabo un curso de acción determinado. Siendo su finalidad básica satisfacer una demanda, tomando en consideración los medios con que se cuenta para satisfacerla y obtener de esos medios el mejor resultado.

Concretamente, la Programación se preocupa de la asignación de los tiempos necesarios para la realización de una tarea.

A lo largo del tiempo han ido surgiendo diversas técnicas para realizar la Programación, con la intención de ir cubriendo las exigencias que cada vez se van incrementando. En

los siguientes numerales se presentan generalidades de algunas de las técnicas de programación más comunes y aplicadas a la producción.

8.2.1 Técnica del Canal Limpio o "Clear Channel"

Es una técnica para programar y controlar la producción, que busca optimizar la eficiencia de una planta. Es aplicable especialmente a empresas que manejan diferentes clases de productos con procesos similares.

El objetivo de esta técnica es prevenir las pérdidas de tiempo o las sobrecargas entre secciones y centros de trabajo, manteniendo ocupada la mano de obra y cumpliendo con los tiempos de entrega previamente determinados.

Las ventajas que se obtienen de la aplicación de "Clear Channel" son:

- a) Programación de las órdenes de trabajo para diversas máquinas, con un tiempo mínimo para la mano de obra y maquinaria.
- b) La determinación de conjuntos de productos, cuya producción proporcione máximos rendimientos.
- c) Reducción de los costos de bodegaje.
- d) Establecimiento de un programa de salarios equitativo.

- e) Determinación de las piezas que deben ser fabricadas y las que deben ser compradas, para conseguir el máximo beneficio.
- f) Explorar la mejoría de métodos.

Para aplicar esta técnica es indispensable conocer los siguientes elementos:

- a) Pronóstico de ventas
- b) Datos estándar
- c) Eficiencia de las operaciones
- d) Capacidad productiva

8.2.2 Gráfica de Gantt

La gráfica de Gantt es una herramienta de programación muy sencilla, que ayuda a visualizar el avance de la producción o la carga de trabajo de las máquinas con respecto al tiempo. Consiste en una matriz de doble entrada que lleva en las columnas el tiempo y en las filas las actividades. Cada actividad se marca generalmente con una barra, que comienza en la columna correspondiente a su fecha de inicio y termina en la columna de tiempo que se ha previsto terminar.

Es común encontrar gráficas de Gantt para controlar los niveles de inventarios, para registrar la carga de máquinas o

de puestos de trabajo y para registrar el estado del trabajo.

Entre las ventajas que presenta el diagrama de Gantt se encuentran:

- a) Sencillez: esta técnica vuelve muy fácil la comprensión de lo registrado en la gráfica; además se requiere de un entrenamiento mínimo de las personas que lo utilicen.
- b) Permite registrar junto a lo programado lo que se ha realizado.

8.2.3 Técnica PERT-CPM

Un proyecto está compuesto por un conjunto de actividades interrelacionadas que deben ejecutarse en un orden predeterminado. Algunas actividades tienen una secuencia que no les permite continuar sin antes haberse terminado otras actividades.

Por otra parte, las actividades dentro de un proyecto siempre requieren de tiempo y recursos (hombres, materiales, máquinas) para su ejecución.

El método de la ruta crítica (CPM) y la técnica de evaluación y revisión de proyectos (PERT) fueron desarrolladas por grupos diferentes de investigadores de los Estados Unidos (1956-1958).

La programación de proyectos por medio de las técnicas PERT-CPM consta de tres etapas básicas que son: **la planeación, la programación y el control.**

La **planeación** consiste en listar las actividades con que contará el proyecto, de tal forma que se pueda determinar la sucesión lógica de las mismas y así poder construir un diagrama de flechas preliminar que permita estudiar en su conjunto todas las actividades del proyecto.

El objetivo de la **programación** es construir un diagrama de tiempos que indique los tiempos de inicio y terminación de cada actividad, así como su relación con otras actividades del proyecto. Además el diagrama debe señalar las actividades críticas, las cuales requerirán atención especial para que el proyecto termine en el tiempo oportuno. Una actividad es crítica si una demora en su comienzo causará un retraso en la fecha de finalización del proyecto. Para las actividades no críticas el programa debe señalar los tiempos de holgura que pueden ser usados cuando las actividades se demoren o cuando se deban usar eficientemente los recursos asignados.

El **control** implica el uso del diagrama de flechas a lo largo del tiempo para, por ejemplo, reprogramar el proyecto si fuese necesario, verificar el cumplimiento de las actividades así como el tiempo de duración.

8.2.4 Línea de Balance

Este método, es una combinación de las características del diagrama de Gantt y el método PERT.

Además, ésta técnica es muy apropiada para evaluar los adelantos en los proyectos referentes a una producción repetitiva o a otras actividades. También, da a conocer cuántas piezas de un lote de la producción se deben terminar en cada una de las etapas del proceso de producción. En general, el objetivo de la línea de balance es mostrar el proceso de producción de una unidad.

La característica de este método es que depende de los tiempos estándar, no admitiendo modificaciones en los tiempos considerados durante el proceso de fabricación.

8.3 Resumen comparativo de las Técnicas de Planificación

A continuación se presenta una tabla en donde se resumen las características, ventajas y desventajas de las técnicas mencionadas anteriormente.

Cuadro # 4

Comparación de las técnicas de Programación

| TECNICAS | OBJETIVO | APLICACION | VENTAJAS | DESVENTAJAS |
|-------------------------|---|--|--|--|
| GANTT | Mostrar la duración de las actividades. | Programar y controlar la producción. | Fácil construcción, empleo y comprensión. | Tareas críticas no están especificadas. Sólo toma las tareas y su tiempo general lo permite detectar errores en el análisis. |
| PERT-CPM | Programar minimizando duración del proyecto. | Proyectos que pueden ser acelerados (disminuir su duración). | Síntesis clara y completa del análisis del proyecto. Identifica los puntos o actividades críticas. | No todos los proyectos pueden acelerarse con aumento en las utilidades ya que este provocaría un aumento de costos. |
| LINEA DE BALANCE | Controlar el avance detectado o atrasos en la producción planificada. | Procesos repetitivos en operaciones de ensamble. | Permite la toma de decisiones y reprogramación. | No señala puntos críticos. Poca flexibilidad en el tiempo. |
| CLEAR CHANNEL | Prevenir pérdidas de tiempo o sobre cargas, optimizando la utilización de los recursos. | En la distribución de cargas de trabajo. | Optimizar el uso del tiempo y de la mano de obra. | Basada en tiempos estándar difícil de obtener. |

Después de analizar y comparar las características de las técnicas de planificación y programación, se identifica que el diagrama de Gantt presenta ventajas de programación para la fabricación de piezas en los talleres de mecánica-industrial.

8.4 Modelo de Programación

Por medio de la Encuesta dirigida a Talleres de mecánica-industrial (Capítulo II) se ha identificado que el 72.2% de

los talleres pequeños, y el 40% de los medianos no utilizan técnicas de programación para sus trabajos; a pesar de lo anterior, un 64% de todos los talleres consideran que es importante programar la producción.

En vista de la importancia que representa la programación para los talleres, se presenta un modelo de programación aplicando ciertas características del diagrama de Gantt y un procedimiento de programación de las actividades de un taller.

8.4.1 Procedimiento para la recepción y programación de trabajos en un taller de mecánica industrial

En el procedimiento que a continuación se describe se enumeran las diversas actividades que van desde la recepción hasta la entrega final de los trabajos.

Para esto, se han identificado los puestos de trabajo necesarios. Las funciones y responsabilidades de estos puestos pueden ser distribuidas según el tamaño de taller y del personal con que se cuente.

Para poder llevar a cabo una programación de la producción en el taller se requiere de documentos internos que respalden y controlen las actividades.

El procedimiento es el siguiente:

- 1- Recepción de los trabajos: El recepcionista recibe los trabajos. El cliente entrega un dibujo técnico o una muestra de la pieza a fabricar.
- 2 - Cálculo del tiempo y costo de los trabajos: El recepcionista consulta el Cuadro de Programación General (ver Figura # 29) para ver la disposición de máquinas y hace un cálculo aproximado (estimado) del tiempo necesario para fabricar las piezas dándoles una holgura de media jornada (4 hrs) para ser entregadas, también calcula el costo y precio de los trabajos.
- 3 - Elaboración de orden de producción y comprobante para el cliente: El recepcionista elabora la orden de producción, Figura # 31-A y el comprobante para que el cliente reclame la pieza cuando esté terminada, Figura # 31-B. Luego el recepcionista le pasa la orden de producción al programador para que éste la autorice.
- 4 - Revisión de la orden de producción, programación y tiempo de fabricación: El programador revisa la orden de producción. Hace un cálculo más exacto del tiempo de fabricación de las piezas. Consulta el Cuadro de Programación de cada máquina, Figura # 30, y asigna la máquina en que se realizará el trabajo así como registra el tiempo y fecha de fabricación. Luego de aprobar y autorizar la orden de producción, el programador entrega una copia al supervisor y en ese momento actualiza el plan

- de producción. La pieza que se ha programado se le asigna un color rojo indicando que está pendiente de fabricar.
- 5 - Elaboración de la orden de trabajo: Al recibir la orden de producción el supervisor elabora la orden de trabajo, Figura # 32, para asignarle a cada operario el trabajo de la jornada siguiente.
 - 6 - Recibo de la orden de trabajo y solicitud del material y herramientas: Al recibir la orden de trabajo el operario solicita al bodeguero el material y herramientas necesarias para el trabajo de la jornada.
 - 7 - Entrega de material y herramientas: El encargado de bodega de material y herramientas se basa en la orden de trabajo para entregar al operario el material y las herramientas requeridas.
 - 8 - Actualización del Plan de Producción: Desde el momento que el supervisor verifica que el operario ha empezado el trabajo correspondiente, él actualiza el Cuadro de Programación indicando con un color azul que la pieza está en proceso.
 - 9 - Entrega de los trabajos y orden de trabajo: Cuando el operario finaliza con los trabajos los entrega al supervisor. Al final del día entrega la orden de trabajo al supervisor.
 - 10 - Revisión y autorización de los trabajos: El supervisor revisa los trabajos terminados, verifica que estén correctas las medidas y si es así los autoriza para ser

entregados al cliente, caso se repite y reprograma. Le entrega al recepcionista las piezas fabricadas.

- 11- Actualización del Plan de Producción: El recepcionista recibe las piezas terminadas y actualiza el plan de producción indicando con un color verde que las piezas pueden ser entregadas. Cuando las piezas son entregadas se borran del plan de producción indicando esto que las piezas fueron retiradas por el cliente.

- 12- Facturación de los trabajos terminados: El recepcionista entrega a la cajera las ordenes de producción de las piezas terminadas para que haga las facturas y puedan ser entregadas al cliente.

- 13 Elaboración de Reportes de Producción: Basado en las ordenes de trabajo, el supervisor hace un reporte de producción (ver Figura # 33) de cada operario.

- 14- Planeación de la Producción: Dependiendo de los trabajos terminados y de los pendientes el supervisor y el programador van modificando el plan de producción para el siguiente día.

8.4.2 Cuadros de Programación de la Producción

Para la programación de la producción de piezas en un taller se ha diseñado un Cuadro de Programación por máquina y un Cuadro General de Programación, Figura # 29.

En el Cuadro de Programación por Máquina se registran el tiempo y la fecha de fabricación de la pieza, las máquinas asignadas a cada trabajo y el estado de cada pieza.

Para cada máquina, se propone mantener un Cuadro de Programación en el cual el supervisor registre la evolución de los trabajos; se ocuparán fichas de colores según el siguiente detalle: color rojo para las piezas pendientes de fabricar, color azul para las piezas en proceso y color verde para las piezas terminadas.

En el Cuadro General de Programación se registra la asignación y tiempo de trabajo de cada máquina del taller. El cuadro de programación servirá de base para actualizar el cuadro general.

8.4.3 Instructivos para llenar Formatos

Orden de Producción

La Orden de Producción (Figura # 31-A) se elabora para llevar un control diario de los ingresos de los trabajos. De la Orden de Producción se hacen cuatro copias. La original se archiva para registro, la segunda copia es el comprobante de reclamo para que el cliente reclame la pieza, estas dos copias llevan la información con respecto al precio de cada trabajo, las otras dos copias que son para el supervisor y para el programador se entregan sin dicha información. La información general requerida para este formato es la siguiente:

- Nombre del Cliente: En este espacio se escribe el nombre del cliente que ha solicitado el servicio.
- Fecha: Se escribe día, mes y año en que se recibió el trabajo.
- No. de Orden: Este es el número correlativo que corresponde a la identificación de la Orden. Este número tiene que ser impreso en imprenta.
- No. de piezas: En esta columna se especifica la cantidad de piezas a fabricar.
- Código de pieza: En este espacio se anota el código de identificación de la pieza.
- Descripción de la pieza: En este espacio se escribe el nombre de la pieza, las especificaciones y medidas. Esto

puede ir acompañado de información anexa que puede ser tanto un dibujo técnico o una muestra.

Máquina asignada: En este espacio se anota la máquina que se ha asignado para la fabricación de cada trabajo.

- Tiempo estimado: En este espacio se anota el tiempo que el recepcionista ha calculado para la fabricación de la pieza.

- Fecha de entrega: En esta columna se anota el día, mes y año que se va a entregar la pieza.

- Precio: En esta casilla se anota el precio correspondiente a cada trabajo.

- Total: En este espacio se anota la cantidad correspondiente a la suma de los precios de todos los trabajos que se van a realizar.

- Abono: En este espacio se anota la cantidad en dinero que abona el cliente.

- Saldo: Es la cantidad de dinero pendiente a pagar por el cliente.

Elaborado por: En este espacio se anotara el nombre de la persona que elaboró la orden.

Autorizado por: El programador después de revisar la orden y hacer los cálculos requeridos firma en este espacio para indicar que está aprobado.

Comprobante de Reclamo

El comprobante de reclamo (Fig.# 31-B) es para que el

cliente reclame las piezas terminadas. El comprobante es una copia de la orden de producción, se elabora con la misma información de la orden de producción con la única diferencia que en la copia del cliente no se le especifica lo que corresponde a Máquina Asignada, ni el Tiempo Estimado.

Orden de Trabajo

La Orden de Trabajo (Figura # 32) tiene como finalidad dentro del taller de llevar un control del trabajo asignado a cada operario. Esta le sirve de referencia al empleado para saber lo que tiene que hacer durante la jornada. De la Orden de Trabajo se hacen dos copias, la original para el supervisor y una copia para el empleado durante la jornada de trabajo. La información requerida para esta Orden es la siguiente:

- Nombre del operario: En este espacio escribir el nombre del operario que va a realizar los trabajos.
- Máquina No.: Anotar la máquina asignada para los trabajos de la jornada.
- Fecha: Escribir el día, mes y año de fabricación de las piezas.
- No. de Orden: Anotar en esta columna el número de orden de producción de las piezas a fabricar.
- No. de piezas: En esta columna especificar la cantidad de piezas a fabricar.

- Código de pieza: En este espacio se anota el código de identificación de la pieza a fabricar.
- Descripción de la pieza: En este espacio se escribe el nombre de la pieza, las especificaciones y medidas. Esto puede ir acompañado de información anexa que puede ser tanto un dibujo técnico o una muestra. En este espacio, al lado de la descripción el operario indica con un cheque o con una "T" que la pieza fue terminada.
- Material: Aquí se detalla el material a utilizar, tanto la cantidad y especificaciones. Sirve de información al operario para solicitar el material y al encargado de bodega para entregarlo.
- Tiempo estimado: En este espacio se anota el tiempo que el programador ha calculado para la fabricación de la pieza.
Hora de Inicio: El operario tiene que escribir la hora exacta en que inicia la fabricación de la pieza.
Hora de Finalización: El operario tiene que escribir la hora exacta en que termina la pieza.
- Tiempo real: El supervisor calcula y anota el tiempo total real que se tarda el operario en fabricar la pieza.
- Operario (firma): En este espacio firma el operario indicando que ha trabajado y que ha recibido el material de bodega.
- Encargado de Bodega: En este espacio firma el encargado

de bodega para hacer constar que ha entregado el material.

- Supervisor: El supervisor firma la Orden de Trabajo al ser entregada por el operario.

Reporte de Producción

El reporte de producción (Figura # 33) es un control que se le lleva a cada operario con respecto al trabajo realizado. El reporte de producción es hecho por el Supervisor basado en los datos de la Orden de Trabajo. Los datos requeridos en el Reporte de Producción son los siguientes:

Nombre del operario: En este espacio el supervisor escribe el nombre del operario que ha realizado los trabajos.

- Puesto: En este espacio se anota nombre del puesto que desempeña el operario.
- Fecha (del encabezado): En este espacio se anota el día, mes y año en que se está reportando el trabajo de cada operario.

Fecha: En esta casilla se indica la fecha en que se fabricó la pieza.

- Piezas fabricadas: En esta columna se anota la pieza que se ha fabricado o que se está haciendo.
- Código de pieza: En este espacio se anota el código de identificación de la pieza a fabricar.

8.4.4 Ejemplo de aplicación del modelo de producción en un taller

Para este ejemplo se considera el caso de un taller que cuenta con cuatro tornos. Con respecto al personal el taller cuenta con cuatro torneros, un supervisor, recepcionista-programador, cajera-secretaria.

El ejemplo se desarrolla para un día cualquiera, con una carga de trabajo "x". El día comienza con una visita de cinco clientes al taller, solicitando la fabricación de las siguientes piezas:

Cliente 1: (Hora de llegada 8:00 AM). Solicita tres poleas de 2 canales tipo A ($\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ pulgada), de hierro fundido. Diámetro interno de $1 \frac{1}{4}$ pulg., y diámetro externo de 4 pulgadas.

Cliente 2: (Hora de llegada 8:45 AM). Solicita dos poleas de 3 canales tipo A ($\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ pulgada), de aluminio. Diámetro interno de $1 \frac{9}{16}$ pulg., y diámetro externo de 13 pulgadas.

Cliente 3: (Hora de llegada 9:10 AM). Pide la fabricación de diez ejes de acero inoxidable, de diámetro $\frac{7}{8}$ ", y de largo 2".

Cliente 4: (Hora de llegada 10:15 AM). Necesita que se le hagan dos ejes de acero, de diámetro 70 mm. y 1.5 mts. de largo.

Cliente 5: (Hora de llegada 10:45 AM). Solicita tres ejes de acero, de diámetro 40 mm. y 100 mm de largo.

En el momento de recibir las piezas solicitadas se siguen los siguientes pasos:

- a) El recepcionista hace un cálculo aproximado del tiempo que se va a ocupar para la fabricación de las piezas; además, calcula el precio de éstas.
- b) Posteriormente el recepcionista comunica al cliente el precio del trabajo y la fecha de entrega.
- c) El recepcionista procede a llenar la Orden de Producción y entrega el Comprobante de Reclamo al cliente.
- d) El recepcionista-programador hace un cálculo más exacto del tiempo para la fabricación de la(s) pieza(s). Para determinar los tiempos de los elementos comunes, el recepcionista-programador se auxilia del Cuadro de Tiempos Promedios de Fabricación (Fig # 34), y para calcular los tiempos de maquinado ocupa las Tablas de especificaciones según el material (ver Anexo # 15), aplica las fórmulas (ver Anexo # 16) o utiliza un nomograma¹ (Anexo # 17) en donde al igual que las fórmulas intervienen las variables R.P.M, Avance por revolución, Longitud de Corte y Tiempo de Maquinado.

¹ Casillas A.L., Máquinas Cálculo de Taller, Editorial Hispanoamericana, Edición 33, España - 1984

- e) El recepcionista consulta el Cuadro de Programacion General (Figura # 35) con la finalidad de asignar el trabajo a la máquina o máquinas que esten disponibles.
- f) El recepcionista entrega copia de la Orden de Producción al supervisor.
- g) El supervisor elabora la Orden de Trabajo para el operario final del día.
- h) El operario recibe una copia de la Orden de Trabajo, solicita las herramientas y materiales necesarios, al inicio del día.
- i) El operario fabrica las piezas.
- j) El supervisor actualiza el Programa de Produccion (ver Figuras # 36-A, 36-B, 36-C y 36-D) para indicar que la pieza está en proceso.
- k) Al finalizar la pieza, el operario la entrega al supervisor. Este revisa la pieza y se la da al recepcionista, junto con la Orden de Producción.
- l) El supervisor actualiza el programa de producción indicando con color verde que la pieza está terminada.
- m) El recepcionista entrega a la cajera la orden de producción.
- n) La cajera elabora la factura.
- o) El cliente paga por los trabajos realizados.
- p) El recepcionista entrega la pieza al cliente contra factura.

Figura # 34

Tiempos Promedios de Fabricación de Ejes

| ELEMENTOS | Ejes Grandes montados con luneta | Ejes montados al aire, sin sujecion | Ejes sujetos con contrapunto |
|---|----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| | PROMEDIO DE TIEMPO | PROMEDIO DE TIEMPO | PROMEDIO DE TIEMPO |
| PREPARACION DE HERRAMIENTAS | | | 12.0 |
| PREPARACION DE INSTRUMENTOS DE MEDICION | | | |
| MONTAR PIEZA EN PLATO | 145.3 | 90.8 | 18.3 |
| CENTRAR PIEZA | 345.0 | 139.7 | 10.0 |
| MONTAR HERRAMIENTA DE CORTE | 47.3 | 97.5 | 10.7 |
| PREPARACION MAQUINA (Escoger veloc. torno y posic. buril) | 70.0 | 40.0 | 6.6 |
| AFILAR HERRAMIENTAS DE CORTE (BURILES) | | 45.0 | 49.0 |
| PREPARACION DE MAQUINA Sujetar pieza con contrapunto | 113.0 | | 17.8 |
| MEDIR (Tomar medidas antes de maquinar) | | | 75.3 |
| MAQUINAR - CORTAR | 263.7 | 155.8 | 69.7 |
| PREPARACION DE MAQUINA (Aproximar contrapunto) | 17.0 | 14.0 | 10.3 |
| PREPARACION DE MAQUINA (Aleja contrapunto) | 7.0 | 70.0 | 4.5 |
| MAQUINAR - HACER CONO PARA SUJETAR CONTRAPUNTO | | | 36.0 |
| MONTAR BROCA EN CONTRA-PUNTO PARA ABRIR AGUJERO | | 134.5 | |
| DESMONTAR HERRAMIENTA DE CORTE | 12.0 | 25.4 | 3.8 |
| MEDIR (Verificar medidas despues de maquinar) | 27.7 | 33.8 | 17.3 |
| APLICAR REFRIGERANTE A PIEZA | | 43.5 | |
| DESMONTAR PIEZA | 60.0 | 17.7 | 9.8 |
| LIMPIAR TORNO | 115.0 | 84.5 | |
| TOTAL DE TIEMPO PROMEDIO (SEG) | 1223.0 | 992.2 | 351.1 |

Figura # 35

Formato de Programación General

| CUADRO GENERAL DE PROGRAMACION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-------|------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|--------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|-------|---------|-----|-----|-----|-----|------|-------|-------|--|--------|--|--|
| Día | LUNES | | | | | | | | | MARTES | | | | | | | | | MIERCOLES | | | | | | | | | JUEVES | | | | | | | | | VIERNES | | | | | | | | | SABADO | | |
| Horas | 8_9 | 9_10 | 10_11 | 11_12 | 1_2 | 2_3 | 3_4 | 4_5 | 8_9 | 9_10 | 10_11 | 11_12 | 1_2 | 2_3 | 3_4 | 4_5 | 8_9 | 9_10 | 10_11 | 11_12 | 1_2 | 2_3 | 3_4 | 4_5 | 8_9 | 9_10 | 10_11 | 11_12 | 1_2 | 2_3 | 3_4 | 4_5 | 8_9 | 9_10 | 10_11 | 11_12 | 1_2 | 2_3 | 3_4 | 4_5 | 8_9 | 9_10 | 10_11 | 11_12 | | | | |
| MAQUINA No. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TORNO 1 | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TORNO 2 | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TORNO 3 | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TORNO 4 | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | /// | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura # 36-B

Formato de Programación por Máquina

| | | CUADRO DE PROGRAMACION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------|---------------------------|------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|-------|--------|-----|-----|-----|-----|------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----------|------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|-------|--------|-----|-----|-----|-----|------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|---------|------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|--|--|--|--|--------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | Máquina | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | No. 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | LUNES | | | | | | | | | | | | MARTES | | | | | | | | | | | | MIERCOLES | | | | | | | | | | | | JUEVES | | | | | | | | | | | | VIERNES | | | | | | | | | | | | SABADO | | | | | | | | | | | |
| | | Horas | | | | | | | | | | | | Horas | | | | | | | | | | | | Horas | | | | | | | | | | | | Horas | | | | | | | | | | | | Horas | | | | | | | | | | | | Horas | | | | | | | | | | | |
| | | 8_9 | 9_10 | 10_11 | 11_12 | 1_2 | 2_3 | 3_4 | 4_5 | 8_9 | 9_10 | 10_11 | 11_12 | 1_2 | 2_3 | 3_4 | 4_5 | 8_9 | 9_10 | 10_11 | 11_12 | 1_2 | 2_3 | 3_4 | 4_5 | 8_9 | 9_10 | 10_11 | 11_12 | 1_2 | 2_3 | 3_4 | 4_5 | 8_9 | 9_10 | 10_11 | 11_12 | 1_2 | 2_3 | 3_4 | 4_5 | 8_9 | 9_10 | 10_11 | 11_12 | 1_2 | 2_3 | 3_4 | 4_5 | 8_9 | 9_10 | 10_11 | 11_12 | 1_2 | 2_3 | 3_4 | 4_5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Código de | No. | Nombre de | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pieza | de Pieza | Pieza | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Pieza-D | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Pieza-E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Pieza-F | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Pieza-G | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Pieza-H | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Pieza-I | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | Ejes of 70mm L=1.5 mtd | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | UR-27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

8.4.4.1 Ejemplo de Cálculo del Tiempo de Fabricación para una Pieza

A continuación se presenta un ejemplo de los cálculos que el programador debe hacer para determinar el tiempo de fabricación de las piezas.

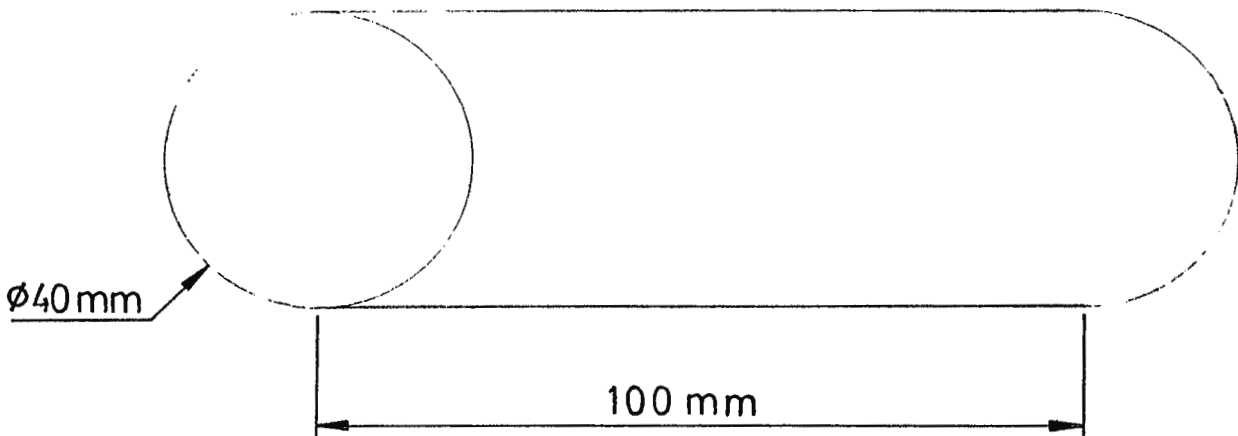
Los cálculos de tiempos se componen de:

- a) Tiempos de elementos comunes (Basados en el Cuadro de Tiempos Promedios, Figura # 34).
- b) Tiempos de maquinado (Basado en cálculos, ver Anexo # 16).

En el Anexo # 18 se presenta un cuadro conteniendo los tiempos de los elementos comunes y de maquinado

Para el ejemplo se considera la fabricación de un eje de acero, de 40 mm de diámetro y 100 mm de largo (Ver Dibujo # 1). La fabricación de este eje se hará sujetándolo con el contrapunto. Las medidas iniciales del material del eje son de 45 mm de diámetro y 108 mm de largo

Dibujo # 1
Eje de Acero



Después de realizar los cálculos necesarios para el tiempo de fabricación del eje se obtuvieron los siguientes resultados:

- Tiempo de maquinado: 177.40 segs.
- Tiempo de los elementos comunes: 288.10 segs.
- Tiempo total: 465.50 segs.
- Sumando el 15.5% de Suplementos: 72.14 segs.
- **Tiempo total de fabricación 537.7 seg. (9 min)**

CAPITULO IX

PROPUESTA DE METODOS PARA CALCULAR LOS COSTOS DE FABRICACION

9.1 Definición de Salarios

"El salario se define como la retribución en dinero que el patrono está obligado a pagar al trabajador por los servicios que le presta en virtud de un contrato de trabajo."¹

Dentro de toda empresa el salario es uno de los aspectos más importantes en lo que respecta a relaciones laborales entre empleado y patrono, por tanto es necesario que en toda empresa existan salarios justos que remuneren adecuadamente el trabajo de cada persona. Por lo anterior se ha considerado necesario tomar en cuenta este tema dentro del trabajo a fin de sugerir una guía a los propietarios de talleres de mecánica industrial, de como se pueden calcular los salarios de los empleados.

¹ Art.119 Capítulo Del Salario CODIGO DE TRABAJO, República de El Salvador,1993.

9.2 Generalidades de la Administración de Salarios

Uno de los objetivos de la administración de salarios en una empresa es asegurar a la dirección y al personal una equitativa compensación en los servicios prestados.

El salario es una de las fases más importantes en las relaciones empleador - empleado, y para lograr unas buenas relaciones el empleado debe:

- a- Recibir unos ingresos netos capaces de sostenerlo a él y a los que dependan de él, y
- b- Estar satisfecho con la relación entre sus ingresos y los de otras personas que realizan el mismo trabajo que él, dentro de la misma empresa.

Un programa de salarios justos se consigue cuando el plan está bien pensado, y es comprendido a todo nivel y ejecutado en forma correcta, estando siempre flexible a las demandas del personal implicado.

Los componentes principales del plan de salarios son: la planificación, las políticas fundamentales y los procedimientos operativos.

La formulación de políticas y procedimientos es un compromiso difícil y complejo que requiere de un cuidadoso análisis. Dentro de los procedimientos más importantes del estudio de salarios están:

- Análisis del puesto: Consiste en definir técnicamente las obligaciones y responsabilidades que comprende el puesto.
- Valoración del puesto: Es un sistema técnico para determinar la importancia del puesto en relación con las demás dentro de una empresa.
- Gráficas y Líneas de Salarios: Indican la posición de ajuste o corrección que debe de hacerse para que los salarios sean justo y guarden la debida relación unos con otros.
- Encuesta de salarios: Tiene como fin determinar la relación que existe entre los salarios de una empresa y las de las otras que pueden ser similares o iguales a ella.
- Clasificación de salarios: Consiste en clasificar los salarios en grupos con el fin de facilitar el manejo de éstos.

En resumen, se puede decir que la Administración de Salarios es aquella parte de la Administración de Personal que estudia los principios y técnicas para lograr que la remuneración global que recibe el trabajador sea adecuada

a la importancia de su puesto, a su eficiencia personal,
a sus necesidades y a las posibilidades de la empresa.

9.3 División de los sistemas de salarios

El trabajador puede ser remunerado de varias maneras, a continuación se mencionan las principales formas de estipulación de salarios según el artículo 126 del Código de Trabajo de El Salvador.

- a- Por unidad de tiempo: El salario se paga ajustándolo a unidades de tiempo sin consideración especial al resultado del trabajo.
- b- Por unidad de obra: Cuando sólo se toma en cuenta la cantidad y calidad de obra o trabajo realizado, pagándose por pieza producida o medidas o conjuntos determinados independientemente del tiempo invertido.
- c- Por sistema mixto: Cuando se paga de acuerdo con las unidades producidas o trabajo realizado durante la jornada.
- d- Por tarea: Cuando el trabajador se obliga a realizar una determinada cantidad de obra o trabajo en la jornada u otro período de tiempo convenido.
- e- Por comisión: Cuando el trabajador recibe un

porcentaje o cantidad convenida por cada una de las operaciones que realiza.

f- A destajo, por ajuste o precio alzado: Cuando se acuerda el salario en forma global, dependiendo de lo que ha de realizarse, sin consideración especial al tiempo que se emplee para ejecutarla y sin que las labores se sometan a jornadas u horarios.

9.4 Salarios con incentivo

El salario con incentivo se puede definir como un pago extra, es decir, aparte del salario, que un trabajador puede recibir.

Los incentivos pueden traer tanto beneficios a la empresa como los empleados.

Beneficios para la empresa

- Incremento del volumen de la producción, que da como resultado que los gastos generales y semifijos se distribuyan en un mayor número de unidades producidas, reduciéndose el costo de éstas.
- Disminución de lo que se conoce como: "el desempleo oculto", que significa el aprovechamiento incompleto de las posibilidades

normales de eficiencia de un trabajador.

- La supervisión puede ser aprovechada en otros aspectos más importantes, tales como la programación y no sólo para revisar la intensidad del trabajo.
- La empresa tiene la posibilidad de mejorar la mano de obra.

Beneficios para el trabajador

- Los salarios incentivos permiten que los incrementos que se logren en la productividad sean repartidos en forma equitativa y que sean fáciles de controlar.
- Las remuneraciones de los trabajadores son mayores, con lo que su nivel de vida será mejor.
- Existe mayor estabilidad de los trabajadores en la empresa y mejores relaciones con ella.

Cabe mencionar que los salarios con incentivos tiene también limitaciones, por que no son aplicables a toda clase de trabajos como:

- Los trabajos en que sea imposible controlar el número de unidades producidas.
- Aquellos en que la rapidez de la maquinaria hace que el obrero no pueda tener influencia en la calidad de producción.

- Los trabajos en que las interrupciones son demasiado frecuentes, imposibles de evitar y que no están bajo el control del trabajador.
- Los casos en que la calidad juega un papel muy importante y que la rapidez de trabajo la afecte.
- Aquellas industrias en que el trabajo es especialmente peligroso y los riesgos podrían aumentarse como resultado del incremento de la producción.

9.4.1 Grupo de Salarios con Incentivos

Dentro de los salarios con incentivos se pueden considerar cuatro grupos de salarios por rendimiento. Dentro de estos grupos existen sistemas que se describen a continuación.

Grupo A: Sistema en que la remuneración varía en la misma proporción que el rendimiento del trabajador.

Sistemas de Pagos por pieza (destajo)

En este sistema se asigna una tarifa a cada unidad de producción y el salario se computa multiplicando esa tarifa por el número de unidades producidas. En este tipo de remuneración, el beneficio directo del incremento de la

productividad o el perjuicio por la disminución son integrante para el trabajador.

El salario de este sistema se calcula multiplicando la cuota, tasa o precio señalado para la pieza por el número de piezas producidas al día:

$$\text{Sal} = \text{Np} \times \text{Cp}$$

Donde: Sal = Salario
Np = Número de piezas producidas
Cp = Precio señalado por pieza

Las características más importantes de este sistema son:

- Es fácil de calcular y entender.
- Da al obrero todo el incremento directo de la productividad.
- Estimula al empleado a trabajar más.
- Hace al obrero individualista en su trabajo y sentir cierta especie de propiedad del puesto, lo que trae como consecuencia que se oponga a que se hagan cambios en el sistema.
- Puede acarrear disminución de la calidad del trabajo.
- Puede motivar a los obreros a realizar mayor número de trabajos para ganar más.
- Demanda de excesivo trabajo de oficina cuando deben hacerse ajustes de salarios, porque implica cambiar y calcular la cuota de cada

pieza.

Sistema de Horas Estandar

Es una variable del sistema a destajo. Consiste en asignar a cada unidad de producción el tiempo que teóricamente (por estudio de tiempos) se ha determinado como necesario para que un trabajador normal y en condiciones normales, produzca esa unidad, pagándose el salario por la suma de tiempos correspondiente a las piezas realizadas, independientemente del tiempo real ocupado.

La fórmula en el sistema de horas estandar consiste en multiplicar el número de horas estandar por el salario base (por hora, por día, por semana según el monto de salario que se requiera calcular) y dividir esto con el número de horas reales trabajadas.

$$\text{Sal} = \frac{\text{He} \times \text{Sb}}{\text{Hr}}$$

Donde: Sal = Salario
He = Horas estandar
Sb = Salario base
Hr = Horas reales trabajadas

Las características de este sistema son las siguientes.

- Garantiza al trabajador un salario mínimo que percibirá aunque su eficiencia sea menor a la

normal.

- Permite aplicarse en forma homogénea a operaciones muy diversas, ya que todos se miden por factor tiempo.
- Permite que los salarios sean discutidos y cambiados, sin tener que hacer ajustes.
- Permite hacer el cálculo de costos de mano de obra en producciones aún no realizadas, calcular el tiempo de entrega, etc.
- Representa un mayor costo de operaciones del sistema y requiere por lo tanto, fuertes volúmenes de producción y operaciones repetitivas.

Grupo B: Sistemas en que la remuneración varía en una proporción menor que el rendimiento del trabajador.

Sistema Hasley

En este sistema se garantiza un salario base hasta la eficiencia normal, cuando ésta es aumentada, se le concede al trabajador un premio de sólo el 50% del tiempo ahorrado. La fórmula en este caso, se obtiene sumando el salario base, más el producto de multiplicar el porcentaje de bonificación acordada por el tiempo ahorrado y todos esto por el salario base por hora.

$$\text{Sal} = \text{Sb} + p(\text{He}-\text{Hr}) \text{Sbh}$$

Donde: Sal = Salario
Sb = Salario base
p = Porcentaje de bonificación
He = Horas estandar
Hr = Horas reales
Sbh = Salario base por hora

A primera vista se puede pensar que este sistema no será aceptado por los trabajadores ya que ellos no admiten que sólo se les pague la mitad del tiempo ahorrado. La explicación a esto es que este sistema se emplea sólo cuando no se pueden hacer estudios técnicos para determinar la eficiencia teórica que deban tener los trabajadores, sino que se basan en los promedios que prácticamente se están obteniendo, considerando que estos son inferiores a la capacidad normal del trabajador.

Sistema Bedaux

Este sistema garantiza al trabajador un salario base hasta la eficiencia normal o del 100%. A partir de este punto se paga al trabajador el 75% o el 100% del tiempo ahorrado. Lo que caracteriza este sistema es que toma como unidad de trabajo el desarrollo de 1 minuto, incluyéndose en él, descanso y otras necesidades, en forma proporcional. A esta unidad se le conoce con el nombre de un "Bedaux" o una "B". Así, si un trabajo requiere de 1 hora vale 60 B. El trabajador que hace más de 480 B (60 x 8 hrs) en una jornada, recibe el premio mencionado.

Este sistema permite a la empresa el registro uniforme del rendimiento de cada trabajador o departamento en forma de unidades las cuales indican inmediatamente si la producción alcanza el nivel deseado.

Sistema Barth

En este sistema no se garantiza el salario base. El trabajo se paga aplicando al salario base por hora considerado como normal, un porcentaje que determina la raíz cuadrada del producto de horas estandar por horas reales.

$$\text{Sal} = S_{bh} \sqrt{H_e \times H_r}$$

Donde: Sal = Salario
He = Horas estandar
Hr = Horas reales
S_{bh} = Salario base por hora

En el rendimiento normal, se pagará salario normal, en los rendimientos superiores a la norma, crecerá rápidamente al principio, pero irá disminuyendo sin llegar nunca al 100% sobre el salario normal.

Grupo C: Sistema en que la remuneración varía en una proporción mayor que el rendimiento.

Sistema de tasas elevadas por pieza

Garantiza un salario hasta el 100% de la eficiencia

y cuando se le sobrepasa se paga una prima superior al aumento de la producción lograda.

En este sistema, el trabajador no sólo recibe el beneficio directo del aumento de su esfuerzo, sino que participa en reducir los costos que le empresa obtiene, ya que la distribución de gastos generales es en un mayor volumen de producción. La desventaja que tiene este sistema es que es muy costoso para la empresa y su cálculo resulta muy difícil de entender por el trabajador.

Grupo D: Sistema en que la remuneración varía en una proporción diversa, según los diferentes niveles de rendimiento.

Sistema de Gantt por tarea

En este sistema se garantiza al trabajador su salario base por rendimientos inferiores a la norma establecida, la cual se fija un poco alta. Cuando el trabajador alcanza esta norma, automáticamente recibe una prima que puede ser del 20 hasta el 30% del salario base. A partir del 100% de eficiencia, se abona una tasa elevada por pieza.

Sistema de tarifas diferenciales de Taylor

En este sistema no se garantiza un salario base.

cuando el obrero no ha alcanzado la norma fijada, el aumento de su salario es inferior al aumento de la producción que vaya logrando. Pero cuando alcanza la norma, bruscamente recibe un premio de 50% de lo que se le pagaba, con lo que asciende hasta un 125%. De ahí en adelante, la proporción en que crece el salario, es superior al aumento de la producción.

El sistema de Taylor tiene tres etapas:

- a- Antes de llegar a la norma fijada, se paga un salario demasiado bajo y el aumento de salario es menor que el de la eficiencia.
- b- Al alcanzar la norma, no solamente se alcanza el salario normal, sino que bruscamente se aumenta por arriba de él.
- c- Cuando se sobrepasa la norma, los beneficios son superiores al rendimiento que se obtenga.

La dificultad que tienen los salarios de este grupo, es principalmente la complicación para su cálculo, lo que hace que la mayoría de los trabajadores no comprendan bien su forma de operar.

Sistema de Merrick

Este sistema es una variante del de Taylor, sus características son las siguientes:

- Los rendimientos inferiores a la norma los paga proporcionalmente al salario normal, hasta el rendimiento del 83%.
- Al superar este rendimiento, concede una prima de 10%, y vuelve a pagar en proporción al normal, hasta alcanzar el rendimiento del 110%. En este sistema hay que hacer notar que el 100% de los salarios se ha alcanzado ya al conseguir sólo una eficiencia del 90%.
- Al superar el rendimiento de 110% concede otra prima de 10%
- Los rendimientos superiores al 110% los paga como el sistema de Taylor, o sea con tasas elevadas.

La ventaja principal que busca este sistema es estimular al trabajador a dos esfuerzos sucesivos: el primero antes de alcanzar la norma, y el segundo después de superarla, lo que se considera fácil de lograr.

9.5 Selección del Sistema de Salario aplicable a los Talleres de Mecánica Industrial

Después de estudiar y analizar la división de los sistemas de forma de pago de salarios, el que se puede aplicar a los talleres de mecánica industrial es el

sistema de pago por unidad de tiempo, complementandolo con un sistema de salarios por incentivo.

El operario trabaja con un horario establecido (por jornada) recibiendo un salario base por su trabajo. Cada día se le asignará el trabajo que debe realizar segun la programación. También se le aplica la política de los incentivos, que consiste en asignar un salario extra cuyo valor dependerá de la eficiencia del operario.

El sistema de incentivos que se puede aplicar en los talleres de mecánica industrial es el Sistema de Horas Estandar. En este sistema el salario se calcula multiplicando el número de horas estandar por el salario base (que puede ser diario, semanal, mensual, etc.) y dividiendo ésto con el número de horas reales trabajadas.

$$\text{Sal} = \frac{\text{He} \times \text{Sb}}{\text{Hr}}$$

Donde: Sal = Salario
He = Horas estandar
Sb = Salario base
Hr = Horas reales trabajadas

El sistema de Horas Estandar se puede complementar con políticas de los talleres que aseguren que el obrero con eficiencia hasta del 75% o menos siempre reciba un salario base, que se le paga por la jornada de trabajo. En el caso de que el obrero supere la eficiencia del 75%,

entonces se le aplica la fórmula del sistema incrementando para esto el salario base.

Este sistema es conveniente ya que en este tipo de industrias casi siempre se trabaja por órdenes o pedidos, es decir, que el cliente solicita que le fabriquen las piezas. Por tanto si se le asegura al operario un salario base éste no estará dependiendo sólo de la cantidad de trabajo que el taller tenga, sino que va a tener un ingreso seguro, lo que es justo, le da estabilidad y seguridad dentro de la empresa. Conjuntamente, también con este sistema se le está motivando a que desarrolle eficientemente su trabajo ya que él recibirá una remuneración extra por el tiempo ahorrado en la fabricación de piezas.

Todas estas características de este sistema pueden dar resultados positivos a los talleres, como por ejemplo: que el individuo trabaje con estímulo y empeño, dedicado a su trabajo sin perder mucho el tiempo, que el obrero se sienta seguro y estable laboralmente por lo que va a rendir más y apreciará más el trabajo.

9.5.1 Ejemplo de Aplicación del Sistema de Salarios

Para comprender mejor el Sistema de Horas Estandar

se ha diseñado un ejemplo que muestre su aplicación.

El ejemplo se basa en el reporte de producción semanal de un operario que labora en un taller. (Ver Figura # 38). El salario base semanal es de ₡ 525.00 (₡ 75.00 diarios) para el operario con eficiencia menor al 75%; y el salario base para los operarios cuya eficiencia sea mayor que el 75% es de ₡ 700 semanales. El taller podría tener como política considerar porcentajes de eficiencia hasta un 120%.

A continuación se presenta una lista de eficiencias posibles de los operarios dentro de un taller y su respectiva remuneración semanal en colones según la política establecida.

| Eficiencia del operario | Salario base semanal |
|-------------------------|----------------------|
| 75% | ₡ 525 |
| 80% | ₡ 560 |
| 90% | ₡ 630 |
| 100% | ₡ 700 |
| 110% | ₡ 770 |

Para el ejemplo basado en el reporte de producción semanal de un operario se obtienen los siguientes datos:

Horas estandar semanales = 44 hrs
Horas reales semanales = 42 hrs
Eficiencia del operario = 104.7%
Salario base semanal = ₡ 700.-

Ejemplo de Reporte de Producción

TALLER DE MECANICA INDUSTRIAL

forma #3

Reporte de Producción

Nombre del Operario: Juan Ramón HernándezFecha: 13- SEPT- 94Puesto: Tornero

| Fecha | PIEZAS FABRICADAS | Código de Pieza | Tiempo Estimado | Tiempo Real | Horas Extras | Tiempo Total | Precio |
|----------|---|-----------------|-----------------|-------------|--------------|--------------|--------|
| 05-09-94 | 8 Ejes de Acero 0 = 70mm, L= 1.5mts | EJ-001 | 8 hrs | 7 hrs-15' | | 7 hrs-15' | |
| 06-09-94 | 40 Ejes de Acero Inox. de 0 = 7/8" L=2" | EJ-002 | 5 hrs | 4hrs-50' | | 4hrs-50' | |
| 06-09-94 | 6 Ejes de Acero de 0 = 40mm L= 100mm | EJ-003 | 1 hr | 1 hr-10' | | 1 hr-10' | |
| 06-09-94 | 2 Ejes de Acero 0 = 70mm, L= 1.5mts | EJ-001 | 2 hrs | 1 hr-50' | | 1 hr-50' | |
| 07-09-94 | 3 Poleas de 2 Canales | POL-002 | 4hrs-30' | 4hrs-30' | | 4hrs-30' | |
| 07-09-94 | 12 Ejes de Acero de 0 = 40mm L= 100mm | EJ-003 | 1 hr | 1 hr | | 1 hr | |
| 07-09-94 | 10 Ejes de Acero Inox. de 0 = 7/8" L=2" | EJ-002 | 1 hr-30' | 1 hr-30' | | 1 hr-30' | |
| 07-09-94 | 1 Ejes de Acero 0 = 70mm, L= 1.5mts | EJ-001 | 1 hr | 50' | | 50' | |
| 08-09-94 | 6 Poleas de 3 Canales | POL-003 | 7 hrs | 6hrs-50' | | 6hrs-50' | |
| 08-09-94 | 1 Ejes de Acero 0 = 70mm, L= 1.5mts | EJ-001 | 1 hr | 1 hr | | 1 hr | |
| 09-09-94 | 40 Ejes de Acero Inox. de 0 = 7/8" L=2" | EJ-002 | 5 hrs | 5 hrs-05' | | 5 hrs-05' | |
| 09-09-94 | 12 Ejes de Acero de 0 = 40mm L= 100mm | EJ-003 | 2 hrs | 1 hr-30' | | 1 hr-30' | |
| 09-09-94 | 1 Ejes de Acero 0 = 70mm, L= 1.5mts | EJ-001 | 1 hr | 50' | | 50' | |
| 10-09-94 | 4 Ejes de Acero 0 = 70mm, L= 1.5mts | EJ-001 | 4 hrs | 3 hrs-30' | | 3 hrs-30' | |
| Total: | | | 44 hrs | 42 hrs | | 42 hrs | |

Eficiencia: 104.7 %

Elaborado por: _____

Copia del Contabilidad

Al aplicar la fórmula de Horas estandar se tiene:

$$\text{Sal} = \frac{44 \text{ hrs} \times \text{¢ } 700}{42 \text{ hrs}} = \text{¢ } 733.33$$

El resultado es que el operario obtendrá un salario semanal de **¢ 733.33**.

9.6 Generalidades sobre costos de producción

La contabilidad general proporciona a las empresas información acerca de las transacciones realizadas en un período determinado, y en general de su situación financiera al final del mismo; pero, existen datos que se necesitan conocer, no al final del período, sino muchas veces al mismo tiempo que se fabrican los productos. Para darle respuesta al problema anterior, interviene la contabilidad de costos, proporcionando los datos necesarios sobre asuntos como lo que le cuesta a la empresa producir y vender un artículo, o en suministrar un servicio, en el caso de las empresas dedicadas a la prestación de servicios.

Se puede definir la palabra "costo" de muchas maneras, desde una netamente técnica, hasta otra usando palabras comunes la cual conviene para los fines del presenta capítulo. El "costo" es la sumatoria de las

erogaciones incurridas para la realización de un producto, siendo el objetivo de contabilizarlos el contribuir al mantenimiento de las utilidades que pueden generarse para la empresa, además de servir como herramienta de control en cuanto al uso de los recursos invertidos para la toma de decisiones que podrían conducir a reducir los costos de fabricación.

Los costos se ven influenciados por varios aspectos de condición variable, como los siguientes:

- a) El tamaño de la empresa.
- b) El número de productos que se fabrican o la amplitud de los servicios que se prestan.
- c) La complejidad de la fabricación de los productos.
- d) La actitud de la dirigencia de la empresa, en cuanto a ejercer control de los costos.

Para la determinación del costo de fabricación de un artículo, se consideran ciertos elementos que intervienen de manera directa y/o indirecta. Dichos elementos son:

- a) Materiales directos: son los que pueden ser identificados plenamente en cada unidad de producción, por ejemplo, las materias primas.
- b) Mano de obra directa: son los salarios pagados a los trabajadores que intervienen en forma directa

en la fabricación de un producto.

- c) Costos indirectos: llamados también, carga fabril o gastos generales, son los que su identificación con determinado producto se vuelve difícil, como por ejemplo, alquiler de local, gastos administrativos, etc.

En el cuadro # 5 se muestra en forma esquematizada los anteriores elementos, que combinados representan el costo total de fabricación.

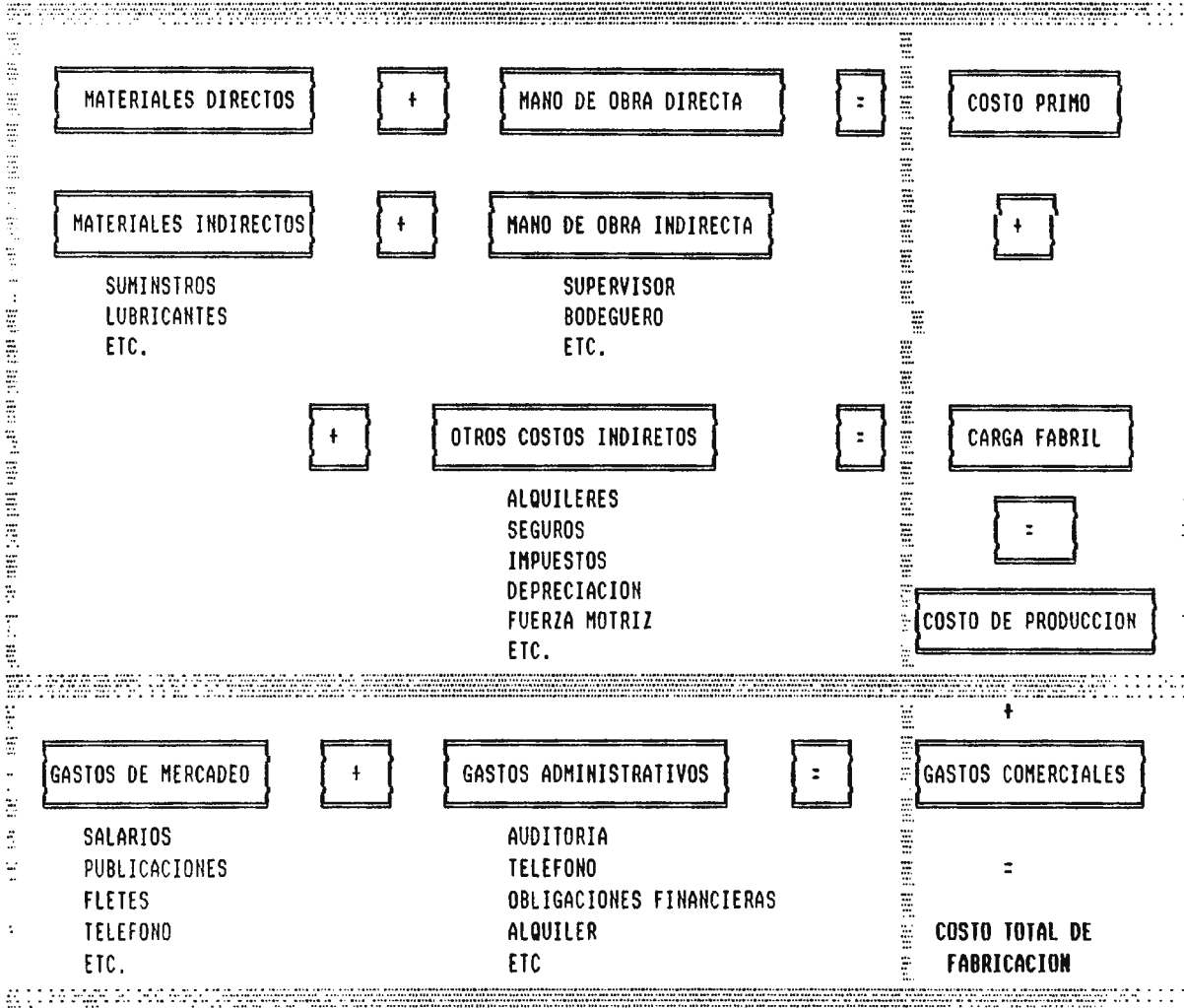
Otros elementos importantes para la determinación de los costos de fabricación son los costos variables y los costos fijos.

Los costos variables sufren cambios de acuerdo al volumen de producción; mientras que los fijos se relacionan con el tiempo, por lo que permanecen más o menos invariables.

Los materiales directos y la mano de obra directa se clasifican como variables. Otros elementos como la carga fabril y otros costos que no son de manufactura

Cuadro # 5

Componentes del Costo total de fabricación



propiamente dicha, deben ser cuidadosamente analizados para determinar si deben considerarse como fijos o variables. Los siguientes, son otros ejemplos de costos variables: suministros, combustible, fuerza motriz, costos de recepción, primas por tiempo extra, etc.

En su comportamiento general, los costos variables muestran ciertas características que los hacen distinguirse:

- a) Variabilidad del monto total en proporción directa al volumen de producción.
- b) Costos por unidad comparativamente constantes frente a los cambios en el volumen de producción.
- c) Asignación fácil y razonablemente exacta a los departamentos de operaciones.

La característica de los costos fijos son:

- a) Monto fijo dentro de un margen significativo de producción.
- b) Disminución del costo fijo por unidad a medida que crece la producción.
- c) La asignación de los costos es a menudo una decisión de la dirigencia de la empresa.
- d) El control de los costos incurridos queda en la mayoría de los casos en manos de la dirección de la empresa.

Los siguientes son ejemplos de costos fijos: sueldos de ejecutivos, depreciación, salarios de vigilantes, seguros, alquileres, etc.

9.7 Sistemas de acumulación de costos

Según la clase de producción que se tenga, así será la forma de contabilizar sus costos. Para llevar un control adecuado de la producción en cuanto a sus costos, se aplican diversos sistemas de acumulación de costos de producción. En los siguientes numerales se presentan los sistemas más comunes.

9.7.1 Sistemas de costos por órdenes de trabajo

En un sistema de costos por órdenes de trabajo, interesa la asignación de costos para cada pedido de un cliente o para cada trabajo en especial, ya que cada uno tiene distintas especificaciones para su fabricación. Este sistema es apropiado cuando la producción consiste en trabajos individuales o sea cuando los productos no son uniformes ni la producción es en masa. Como cada trabajo es distinto a otro, es conveniente suponer que sus costos también serán distintos entre sí. Los costos identificados de la manera anterior se cargan directamente a cada trabajo, como por ejemplo la mano de obra y las materias primas; aunque para saber el costo real, haya que esperar hasta que se termine dicho trabajo.

Para conocer por anticipado cuánto costará

determinado trabajo, se hace uso de tasas de costos que son determinadas en base a costos estimados.

9.7.2 Sistema de costos por proceso de fabricación

EL sistema de costos por proceso se usa cuando se producen artículos en masa o en serie. A las industrias cuyas producciones son así, se le haría extremadamente difícil identificar los materiales, la mano de obra y la carga fabril por cada orden de fabricación, porque cada orden es parte de un proceso continuo de producción, perdiéndose entonces el detalle de los costos de esa orden. De tal forma, que para conocer el costo de una unidad se tiene que dividir el costo total incurrido durante un período entre el número de unidades terminadas.

9.8 Selección del sistema de acumulación de costos para los talleres de mecánica industrial

Tomando en cuenta que los talleres de mecánica industrial realizan trabajos por pedidos, y que cada trabajo tiene distintas especificaciones, se considera que el sistema de costos que se ajusta a sus necesidades es el Sistema por Ordenes de Trabajo. El sistema comienza a funcionar con la emisión de una Orden de Producción que detalla las características del trabajo requerido, a la vez

que se prepara una Hoja de Costos para esa orden, en la que se registrarán los costos incurridos en cuanto a materiales, mano de obra directa y costos indirectos de fabricación.

9.8.1 Ejemplo de cálculo de costos

La determinación de los costos de mano de obra directa pueden calcularse tomando como base el tiempo estimado para la fabricación del producto y asignado por el programador en la hoja de la Orden de Producción emitida cuando el cliente solicitó el trabajo. El costo de los materiales también puede asignarse en forma aproximada, teniendo el programador a la mano una lista de precios de materiales de manera que le sirva de guía para que junto con el costo de mano de obra conformen el llamado costo primo de fabricación.

Lo importante de la asignación de costos estimados es que éstos se apeguen lo más posible a los costos reales, que sólo pueden saberse hasta que el trabajo esté terminado.

Otro problema, pero de naturaleza distinta lo constituye el asignar la carga fabril llamada también costos indirectos de fabricación. A diferencia de los

materiales directos y de la mano de obra directa, la carga fabril es una parte invisible del producto terminado. No hay forma de saber la cantidad de gastos generales, tales como suministros o mano de obra indirecta que participarán en la fabricación del producto. A pesar de lo anterior, la carga fabril es una parte tan real del costo de fabricación como lo son los materiales y la mano de obra directa. Debido a lo imposible que resulta identificar la carga fabril correspondiente a cada trabajo se calcula una tasa de carga fabril, que permita asignar su costo equitativa y logicamente.

Una forma de obtener esa tasa es dividiendo el total de costos indirectos entre el total de horas de mano de obra directa para un período determinado.

Otros elementos que intervienen en la determinación del costo de fabricación son los Gastos Administrativos, que se determinan dividiendo el total de esos gastos entre el total de horas de mano de obra directa para un periodo determinado, ya que al igual que la carga fabril, el registro de sus costos para cada trabajo se vuelve practicamente imposible de realizar.

Remitiéndose al ejemplo del Reporte de Produccion, Figura # 38, se toma un trabajo con el fin de mostrar la

asignación de sus costos.

Las cifras que se usan para el ejemplo en ningún momento son reflejo de la realidad, más bien son datos hipotéticos. Lo que se pretende es mostrar el procedimiento que se debe seguir de tal forma que los talleres de mecánica industrial lo puedan seguir aplicando sus datos particulares, de tal forma que se vean beneficiados para asignar los costos de fabricación de los trabajos que realicen.

Determinación de la tasa de Carga Fabril.

Considerando los siguientes costos (para un mes):

- a) Materiales indirectos
 - + Suministros ¢ 5,000
- b) Mano de obra indirecta
 - + Salario de supervisor¢ 5,500
 - + Salario de bodegero¢ 2,800
 - + Salario de programador ...¢ 4,000
 - + ISSS y FSV¢ 163
 - + Prestaciones.....¢ 930
- c) Otros
 - + Energía eléctrica ¢ 2,000
 - + Combustible ¢ 1,500
 - + Agua ¢ 800

| | |
|---|---------|
| + Seguro de Instalaciones y equipo | ¢ 1,000 |
| + Seguro colectivo | ¢ 800 |
| + Depreciación de edifi- cio | ¢ 1,000 |
| + Depreciación de maqui- naria | ¢ 4,000 |
| Total | ¢29,493 |

$$\text{Tasa de Carga fabril} = \frac{\text{Total carga fabril}}{\text{horas mano de obra dir.}}$$

Suponiendo un taller con cuatro obreros como mano de obra directa, que hacen un total de 704 horas para un mes, se tiene:

$$\text{Tasa de Carga fabril} = \frac{\text{¢ 29,493}}{704 \text{ horas}}$$

$$\text{Tasa de carga fabril} = \text{¢ 41.9}$$

Determinación de la tasa de Gastos administrativos

Tomando en cuenta las siguientes cifras en cuanto al rubro de Gastos Administrativos se tiene:

| | |
|--|---------|
| + Salario de secretaria | ¢ 2,500 |
| + Obligaciones financieras | ¢ 3,000 |
| + Agua, luz, teléfono | ¢ 750 |
| + Depreciación de equipo de oficina | ¢ 200 |

| | | |
|-----------------------------|-------|---------|
| + ISSS y FSV | ¢ | 65 |
| + Prestaciones | ¢ | 330 |
| + Salario de vendedor | ¢ | 3,200 |
| | Total | ¢10,045 |

La tasa de Gastos administrativos queda de la siguiente manera:

$$\text{Tasa Gastos administrativos} = \frac{\text{total gastos admón.}}{\text{total mano de obra dir.}}$$

Suponiendo un total de gastos administrativos de ¢10,045 y 704 horas de mano de obra directa se tiene:

$$\text{Tasa Gastos administrativos} = \frac{¢10,045}{704 \text{ horas}}$$

$$\text{Tasa Gastos Administrativos} = ¢ 14.7$$

Entonces, al costo primo habría que cargarle ¢ 41.9 en concepto de Carga Fabril, y ¢ 14.7 de Gastos Administrativos por hora de mano de obra directa consumida en cada trabajo.

En la Figura # 39 se ilustra un ejemplo de una Hoja de Costos, llegándose a determinar el precio de un trabajo. Los cálculos se muestran el Anexo # 19. Para este ejemplo se aplica una rentabilidad del 36% la cual puede variar dependiendo de la política propia de cada taller.

CAPITULO X

METODOLOGIA DE IMPLEMENTACION DE LOS SISTEMAS PROPUESTOS

Para que en los talleres de mecánica industrial se implanten los métodos de fabricación, de planificación y de cálculo de costos de producción propuestos, es necesario que cuenten con una guía que les permita alcanzar los objetivos que se persiguen con el sistema propuesto. Estos objetivos pueden ser:

- Mejorar la planificación y programación de la producción.
- Mejorar métodos de trabajo
- Llevar un mejor control de costos de fabricación.
- Mejorar la calidad de los productos

Una forma de implementar los modelos propuestos es a través de un sistema paralelo, o sea que mientras se va cambiando el sistema del taller, éste sigue funcionando.

A continuación se presenta una metodología que pueden seguir los talleres:

- a) Comparación de los métodos y tiempos de fabricación. Esta etapa consiste en hacer una

comparación de los métodos y tiempos actuales de fabricación de los métodos propuestos, con el fin de verificar el ahorro que se obtiene aplicando los métodos propuestos.

- b) Definición de tiempos para las operaciones: Una vez revisados los métodos y tiempos de trabajos, es necesario asignarle a cada operación o trabajo el tiempo estimado. Este servirá de base para la planificación y programación.
- c) Capacitación del operario: Una vez establecidos los nuevos métodos de fabricación es necesario capacitar al operario para que éste adquiera la destreza requerida.
- d) Asignación de puestos: Se le asigna una función al personal involucrado.
- e) Adiestramiento del personal administrativo: Consiste en adiestrar y explicar al personal lo que es el sistema, en lo que consiste y así mismo entrenarlos en sus nuevas funciones y cuales son los procedimientos a seguir para recibir el trabajo y programar la producción.
- f) Prueba del sistema: Antes de que el sistema sea implantado en su totalidad es recomendable hacer una prueba para verificar y evaluar su funcionamiento.
- g) Retroalimentación: Los resultados de la prueba

del sistema tendrán que evaluarse convenientemente para obtener el mayor provecho.

- h) Preparación de formatos: Esta etapa consiste en que la empresa elabore los formatos correspondiente tanto para la programación como para los procedimientos administrativos.
- i) Implementación: Esta etapa consiste en que la empresa implante el nuevo sistema.
- j) Retroalimentación y evaluación del sistema: Una vez que el sistema este funcionando es necesario hacer una revisión cada cierto tiempo para corregir posibles fallas y con el fin de que el sistema se vaya perfeccionando.

CONCLUSIONES

- Aumentar la eficiencia de la producción para reducir costos, establecer pagos según producción y aumentar las utilidades fueron las principales razones que motivaron a los pioneros del estudio del trabajo para realizar sus investigaciones. Con el transcurso del tiempo, dichas investigaciones se fueron desarrollando y mejorando, basándose en un enfoque científico. Hoy en día, se reconoce que el factor humano juega un papel muy importante para el estudio del trabajo, lo cual ayuda a que el estudio de mejores resultados en su aplicación y que se cumplan los objetivos propuestos.
- El Mercado Común Centroamericano (MCCA) se creó con el propósito de lograr la industrialización y crecimiento económico de la región, se adoptó un modelo de sustitución de importaciones basado en la protección de las industrias regionales. Pero esto no dió resultados ya que el modelo de crecimiento se basó en un mercado muy pequeño y bastante protegido, lo que obligó a los países de la región centroamericana a buscar mercados fuera del área. En el caso de la rama metal mecánica el MCCA no le favoreció, pues las medidas apoyaban más que todo a una reproducción o copia de los modelos de la

industria de los países desarrollados. Además, las industrias de la región contaban con un mercado interno poco exigente en cuanto a normas de calidad lo que no propició que éstas se vieran involucradas en una transferencia tecnológica.

- La participación de la rama metal mecánica en el desarrollo industrial manufacturero se ha ido incrementando desde la época que inició la industrialización en El Salvador hasta estos días. De una producción artesanal pasó a un desarrollo industrial.
- El estudio de tiempos y movimientos o estudio del trabajo es una forma organizada y sistemática, que a través de sus diversas técnicas puede ayudar a cualquier actividad u ocupación a encontrar una mejor forma de hacer y controlar el trabajo, así como también puede aumentar la eficiencia y calidad de éste. El estudio del trabajo está comprendido por el estudio de métodos y por la medición del trabajo (estudio de tiempos).
- El estudio de métodos es una forma sistemática que por medio de técnicas se puede examinar, registrar y analizar los métodos de trabajo existentes y así poder

eliminar movimientos inútiles, idear y recomendar métodos de trabajo más sencillos y eficaces para establecer una mejor sucesión y coordinación de los movimientos.

- El estudio de tiempos o medición del trabajo comprende un conjunto de técnicas en donde se registra, se mide y se analiza el tiempo que invierte un trabajador calificado en condiciones normales con el objeto de reducir tiempos improductivos y fijar tiempos estándar para la ejecución de un trabajo. Todo esto puede ser beneficioso para cualquier clase de actividad ya que al tener estandarizados los tiempos de trabajo se puede llegar a establecer una buena planificación, programación y control de las actividades. También es importante para equiparar la carga de trabajo entre los empleados; para obtener información que sirva de base a fin de determinar tiempos de entrega, presupuestos de oferta y precios de venta; para tener control de los costos de producción y para establecer planes de incentivos salariales.

- Para que un estudio del trabajo tenga éxito en sus aplicaciones y de buenos resultados, es necesario seleccionar las técnicas más adecuadas que se adapten al tipo de actividad que se analice y se estudie.

- Existe en San Salvador un gran porcentaje de talleres dedicados a la industria metal mecánica que no tienen definidos los procedimientos de trabajo, no planifican ni controlan la producción, tampoco cuentan con departamentos de planificación, por lo tanto, muchas veces no cumplen con las fechas de entrega ni pueden determinar costos reales de producción. Aunque el 60% de los talleres desconocen la importancia y la aplicación que tiene un estudio del trabajo en esta rama industrial es necesario hacer conciencia y demostrar a través del estudio que éste sí puede dar resultados positivos.

Al aplicar las técnicas del estudio del trabajo en la fabricación de piezas para maquinaria industrial se obtienen mejoras considerables en cuanto a métodos de trabajo y tiempos de producción.

- Este tipo de estudio puede servir de guía u orientación para que los talleres dedicados a la fabricación de piezas para maquinaria industrial apliquen técnicas que les ayuden a planificar, programar y controlar la producción y no basarse sólo en la experiencia.
- El modelo presentado de Planificación de la Producción es de fácil aplicación; sus resultados harían que las

empresas aprovecharan mejor sus recursos.

- En cuanto a la supervisión, en las empresas en donde se realizó el Trabajo de Campo se observó que ésta se limita a asignar trabajos y a revisar las piezas terminadas. El papel del supervisor no debe sólo enfocarse a hacer y controlar que todos trabajen, sino que debe de tener las características de un buen administrador.
- Uno de los vínculos más importantes entre el empleado y el patrono es el salario, por lo que éste debe satisfacer adecuadamente las necesidades básicas de un individuo.
- Todo ser humano necesita ser motivado para realizar cualquier actividad. Los incentivos salariales dentro de una empresa son una forma de motivar al empleado para que se esfuerce más en su trabajo.
- Dentro una empresa, el control de costos constituye una herramienta valiosa que le permite saber lo que le cuesta producir, facilitando así la toma de decisiones para posteriores ajustes como podrían ser el incremento en los precios de venta o la disminución en los costos de producción.

RECOMENDACIONES

- La realización de un estudio del trabajo en los talleres de mecánica industrial trae como consecuencias mejoras, tanto en métodos y tiempos de fabricación, las que sirven de base para planificar y controlar la producción obteniendo beneficios como: cumplir con las fechas de entrega, mejorar la calidad de los productos, establecer procedimientos de trabajo, determinar costos reales de producción. Por tanto es recomendable que los talleres de mecánica industrial se interesen en aplicar aquellas técnicas del estudio de métodos y tiempos que les permitan obtener dichos beneficios.
- Al planificar y programar la producción, hay que tomar en cuenta que deben aplicarse aquellas técnicas que más se adapten y se ajusten a los talleres de mecánica industrial.
- Otro aspecto importante que contribuiría a mejorar métodos de trabajo dentro de los talleres es que la supervisión juegue un papel más dinámico en cuanto a la planificación de la producción.
- Es conveniente que las empresas dedicadas a la mecánica

industrial vayan entrando a una corriente de tecnificación y modernización de la producción con el fin de mejorar su calidad y así, poder competir con mercados regionales y extraregionales.

- Una de las políticas que pueden ayudar a los talleres a mejorar las eficiencias de fabricación es la de aplicar un sistema de salarios más incentivos, pues esto motiva al operario a incrementar su rendimiento.

- Es recomendable que los talleres lleven un control de los costos de fabricación, ya que éstos sirven para evaluar los niveles de utilidad de la empresa y los recursos consumidos.

ANEXOS

Indice de Anexos

| | |
|----------|---|
| Anexo #1 | Cuestionario |
| Anexo #2 | Lista de talleres |
| Anexo #3 | Tablas del MTM |
| Anexo #4 | Descripción de los elementos del MTM |
| Anexo #5 | Tarjeta MODAPTS |
| Anexo #6 | Sistema MODAPTS |
| Anexo #7 | Partes del torno |
| Anexo #8 | Formas normalizadas de cuchillas |
| Anexo #9 | Puntos de centrado |
| Anexo#10 | Partes de la fresadora universal |
| Anexo#11 | Métodos actuales para la fabricación de poleas |
| Anexo#12 | Métodos propuestos para la fabricación de poleas |
| Anexo#13 | Métodos actuales para la fabricación de ejes |
| Anexo#14 | Métodos propuestos para la fabricación de ejes |
| Anexo#15 | Tabla de características del trabajo de torno |
| Anexo#16 | Cálculo de tiempos para la fabricación de ejes y poleas |
| Anexo#17 | Nomogramas |
| Anexo#18 | Tiempos para la fabricación de un Eje |
| Anexo#19 | Cálculos para determinar el costo de una pieza |

Anexo # 1

UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA INDUSTRIAL

CUESTIONARIO

El presente cuestionario tiene como objetivo conocer la situación actual de las empresas del área metal-mecánica, de tal forma que la información recabada, sirva de base para realizar un estudio de métodos en dicha área.

1- Qué tipos de piezas fabrican más a menudo?

| | | | |
|------------|-------|-----------|-------|
| Ejes | _____ | Hexágonos | _____ |
| engranajes | _____ | pernos | _____ |
| poleas | _____ | otros | _____ |
| | | | _____ |

2- Con qué maquinaria y equipo cuentan para la fabricación de sus productos?

| | | | |
|------------|-------|----------|-------|
| Fresadoras | _____ | Taladros | _____ |
| tornos | _____ | cepillos | _____ |
| otros | _____ | | |

3- En cuántos metros cuadrados está distribuida la maquinaria?

| | | | |
|--------------------------|-------|--------------------------|-------|
| 30 - 49 mts ² | _____ | 50 - 69 mts ² | _____ |
|--------------------------|-------|--------------------------|-------|

70 - 89 mts² _____

90- 109 mts² _____

110-129 mts² _____

130-149 mts² _____

150-179 mts² _____

180-199 mts² _____

200 mts² ó más _____

4- Existen los espacios suficientes entre la maquinaria, que permitan la circulación del personal y de los materiales?

Si _____

No _____

Por qué _____

5- Tienen definidos los pasos necesarios para la fabricación de piezas para maquinaria industrial?

Sí _____

No _____

Explique _____

6- Realizan o han realizado alguna vez estudios de métodos y tiempos dentro del taller?

Sí _____

No _____

Por qué _____

7- Para la fabricación de piezas, utilizan:

Dibujos _____ Dibujos y muestras
muestras _____

8- Cuenta su taller con algún departamento para programar la fabricación de piezas?

Sí _____; Desde cuándo _____
_____. (Pasar a preg.10)

No _____; Por qué _____
_____. (Pasar a sgte.preg.)

9- Cree la empresa necesario llevar a cabo una planificación de los trabajos?

Sí _____ No _____

Porqué _____

10- Utiliza la empresa algún sistema para programar la fabricación de piezas, como por ejemplo: diagramas de barras o de Gantt, diagrama de fechas(CPM-PERT), etc.

Sí _____

No _____

Explique _____

11- Cuenta su taller con divisiones dentro del área de producción, como deptos., secciones, etc.?

Sí _____

No _____

Favor mencionarlos _____

12- Llevan control de calidad para la materia prima?

Sí _____

No _____

Por qué _____

13- Qué controles aplican a la producción de piezas?

- Porcentajes de piezas malas _____
 - Niveles de eficiencia en los trabajos _____
 - Verificación del avance de los trabajos conforme lo planeado _____
 - Verificación de la calidad de las piezas terminadas _____
 - Programación de maquinaria _____
 - Otros _____
-

14- Qué cantidad de trabajos reciben y despachan al día?

15- Cómo determinan los plazos de entrega de los productos terminados?. Favor explicar. _____

16- En qué porcentaje retrasan los trabajos? _____%

17- Qué causas hacen que retrasen las entregas de los trabajos?

18- En qué se basan para determinar el precio de los trabajos?

Costo de materia prima _____

Costo de mano de obra _____

Tiempo de máquina _____

Por experiencia _____

Otros _____; Explique _____

19- Estaría su empresa dispuesta a participar en un estudio de métodos y tiempos para mejorar los procedimientos de trabajo y hacer una mejor programación de los mismos?

Sí _____

No _____

Por qué _____

20- Con cuántos empleados cuenta su empresa según la sate. clasificación?

Ayudantes y aprendices _____

Operarios _____

Personal administrativo _____

21- Con cuántos operarios cuenta para la maquinaria siguiente:

Torno _____

fresadora _____

cepilladora _____

otros _____ ; Especificar _____

22- Cómo calificaría el nivel de capacitación que actualmente tienen sus operarios?

Malo _____

regular _____

bueno _____

23- Cómo mide el desenvolvimiento de sus operarios desde que éstos ingresan a la empresa, hasta cuando ya están capacitados para realizar los trabajos que en el taller se ejecutan? _____

24- Cuenta la empresa con algún método para evaluar la capacidad tanto de los operarios como de la maquinaria?

Si _____

No _____

Favor explique _____

25- ¿Cuál es el sistema de pagos para sus obreros?

Por día _____

Por obra _____

Sueldo base más incentivos _____

Otros _____; Explique _____

26- ¿Es necesario supervisar constantemente a sus operarios?

Sí _____

No _____

Por qué _____

27- ¿Inspecciona las piezas en su etapa de fabricación?

Sí _____

No _____

Por qué _____

Por la atención prestada, gracias.

Anexo # 2

Lista de talleres del área Metropolitana de San Salvador

- Taller EXSAL
- Taller Forja
- Taller Moldtrock
- Taller TAGASA
- Taller Mecánica Industrial
- Taller Bondanza
- Taller RC Dinámica Industrial
- Taller Industrial (de Guillermo Quintanilla)
- Taller Cerritos
- Taller Molina
- Taller Industrial Oscar
- Taller Sanchez
- Taller Motor Service
- Talleres Sarti
- Talleres Pérez Valle
- Talleres H. Barón
- Taller El Progreso
- Taller Lotraco
- Taller Servicios Industriales Argueta
- Taller Canales García
- Centro Técnico Industrial
- Taller América
- Taller Sertea
- Taller Cuevas
- Taller Rectificado y Friccionado Las Américas
- Acoom de R.L.
- Taller Castillo
- Taller Chiquillo
- Taller TAMGINSAL
- Industrias mecánicas
- Taller Pedro Guerra

- Taller Rivas
- Taller 5° avenida
- Taller Proyectos y Mantenimiento Industrial
- COMENSAL
- Taller Mecánico Peña
- Taller Readí
- Repuestos y servicios industriales
- Taller Meléndez
- Taller de Rectificaciones S.A. de C.V.
- Taller Figueroa
- Taller Servi-Estevez
- Taller Mecánico industrial Majano
- Taller Guevara
- Taller mecánica industrial Dominguez y Cia.
- TAMESA DE C.V.
- Taller San Antonio
- Taller Mauro's Service

Anexo #3

Tablas del MTM

TABLA I. ESTIRAR EL BRAZO – R (REACH)

| Distancia (cm) | Tiempo (tmu) | | | | Mano en movimiento | | Clase y descripción |
|----------------|--------------|------|-------|------|--------------------|------|--|
| | A | B | C o D | E | A | B | |
| 2 o menos | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 1.6 | 1.6 | A Estirar el brazo hacia un objeto en posición fija, o situado en la otra mano, o utilizado como punto de apoyo de la otra mano |
| 4 | 3.4 | 3.4 | 5.1 | 3.2 | 3.0 | 2.4 | |
| 6 | 4.5 | 4.5 | 6.5 | 4.4 | 3.9 | 3.1 | |
| 8 | 5.5 | 5.5 | 7.5 | 5.5 | 4.6 | 3.7 | |
| 10 | 6.1 | 6.3 | 8.4 | 6.8 | 4.9 | 4.3 | |
| 12 | 6.4 | 7.4 | 9.1 | 7.3 | 5.2 | 4.8 | B Estirar el brazo hacia un objeto aislado cuya ubicación puede variar ligeramente de un ciclo a otro |
| 14 | 6.8 | 8.2 | 9.7 | 7.8 | 5.5 | 5.4 | |
| 16 | 7.1 | 8.8 | 10.3 | 8.2 | 5.8 | 5.9 | |
| 18 | 7.5 | 9.4 | 10.8 | 8.7 | 6.1 | 6.5 | |
| 20 | 7.8 | 10.0 | 11.4 | 9.2 | 6.5 | 7.1 | |
| 22 | 8.1 | 10.5 | 11.9 | 9.7 | 6.8 | 7.7 | C Estirar el brazo hacia un objeto entreverado con otros, siendo necesario buscar y seleccionar |
| 24 | 8.5 | 11.1 | 12.5 | 10.2 | 7.1 | 8.2 | |
| 26 | 8.8 | 11.7 | 13.0 | 10.7 | 7.4 | 8.8 | |
| 28 | 9.2 | 12.2 | 13.6 | 11.2 | 7.7 | 9.4 | |
| 30 | 9.5 | 12.8 | 14.1 | 11.7 | 8.0 | 9.9 | |
| 35 | 10.4 | 14.2 | 15.5 | 12.9 | 8.8 | 11.4 | D Estirar el brazo hacia un objeto muy pequeño o que es necesario asir con precisión |
| 40 | 11.3 | 15.6 | 16.8 | 14.1 | 9.6 | 12.8 | |
| 45 | 12.1 | 17.0 | 18.2 | 15.3 | 10.4 | 14.2 | |
| 50 | 13.0 | 18.4 | 19.6 | 16.5 | 11.2 | 15.7 | |
| 55 | 13.9 | 19.8 | 20.9 | 17.8 | 12.0 | 17.1 | |
| 60 | 14.7 | 21.2 | 22.3 | 19.0 | 12.8 | 18.5 | E Estirar el brazo hacia un lugar indeterminado de modo que la mano esté en posición para estar en equilibrio al cuerpo, para realizar el movimiento siguiente, o para no estorbar |
| 65 | 15.6 | 22.6 | 23.6 | 20.2 | 13.5 | 19.9 | |
| 70 | 16.5 | 24.1 | 25.0 | 21.4 | 14.3 | 21.4 | |
| 75 | 17.3 | 25.5 | 26.4 | 22.6 | 15.1 | 22.8 | |
| 80 | 18.2 | 26.9 | 27.7 | 23.9 | 15.9 | 24.2 | |

TABLA II. MOVER – M (MOVE)

| Distancia (cm) | Tiempo (tmu) | | | | Suplemento por peso | | | Clase y descripción |
|----------------|--------------|------|------|----------------------|---------------------|--------------------------|-----------------|---|
| | A | B | C | Mano en movimiento B | Peso (kg) hasta | Constante estática (tmu) | Factor dinámico | |
| 2 o menos | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 1,7 | 1 | 0 | 1,00 | A Mover el objeto contra un tope o a la otra mano |
| 4 | 3,1 | 4,0 | 4,5 | 2,8 | | | | |
| 6 | 4,1 | 5,0 | 5,8 | 3,1 | 2 | 1,6 | 1,04 | |
| 8 | 5,1 | 5,9 | 6,9 | 3,7 | | | | |
| 10 | 6,0 | 6,8 | 7,9 | 4,3 | 4 | 2,8 | 1,07 | |
| 12 | 6,9 | 7,7 | 8,8 | 4,9 | | | | |
| 14 | 7,7 | 8,5 | 9,8 | 5,4 | 6 | 4,3 | 1,12 | |
| 16 | 8,3 | 9,2 | 10,5 | 6,0 | | | | |
| 18 | 9,0 | 9,8 | 11,1 | 6,5 | 8 | 5,8 | 1,17 | |
| 20 | 9,6 | 10,5 | 11,7 | 7,1 | | | | |
| 22 | 10,2 | 11,2 | 12,4 | 7,6 | 10 | 7,3 | 1,22 | B Mover el objeto hasta un lugar aproximado o indeterminado |
| 24 | 10,8 | 11,8 | 13,0 | 8,2 | | | | |
| 26 | 11,5 | 12,3 | 13,7 | 8,7 | 12 | 8,8 | 1,27 | |
| 28 | 12,1 | 12,8 | 14,4 | 9,3 | | | | |
| 30 | 12,7 | 13,3 | 15,1 | 9,8 | 14 | 10,4 | 1,32 | |
| 35 | 14,3 | 14,5 | 16,8 | 11,2 | | | | |
| 40 | 15,8 | 15,6 | 18,5 | 12,6 | 16 | 11,9 | 1,36 | |
| 45 | 17,4 | 16,8 | 20,1 | 14,0 | | | | |
| 50 | 19,0 | 18,0 | 21,8 | 15,4 | 18 | 13,4 | 1,41 | C Mover el objeto hasta un lugar exacto |
| 55 | 20,5 | 19,2 | 23,5 | 16,8 | | | | |
| 60 | 22,1 | 20,4 | 25,2 | 18,2 | 20 | 14,9 | 1,46 | |
| 65 | 23,6 | 21,6 | 26,9 | 19,5 | | | | |
| 70 | 25,2 | 22,8 | 28,6 | 20,9 | 22 | 16,4 | 1,51 | |
| 75 | 26,7 | 24,0 | 30,3 | 22,3 | | | | |
| 80 | 28,3 | 25,2 | 32,0 | 23,7 | | | | |

TABLA IIIA. GIRAR – T (TURN)

| Peso | Tiempo (tmu) por grado de giro | | | | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 30° | 45° | 60° | 75° | 90° | 105° | 120° | 135° | 150° | 165° | 180° |
| Pequeño: de 0 a 1 kg | 2,8 | 3,5 | 4,1 | 4,8 | 5,4 | 6,1 | 6,8 | 7,4 | 8,1 | 8,7 | 9,4 |
| Medio: de 1 a 5 kg | 4,4 | 5,5 | 6,5 | 7,5 | 8,5 | 9,6 | 10,6 | 11,6 | 12,7 | 13,7 | 14,8 |
| Grande: de 5,1 a 16 kg | 8,4 | 10,5 | 12,3 | 14,4 | 16,2 | 18,3 | 20,4 | 22,2 | 24,3 | 26,1 | 28,2 |

TABLA IIIB. APLICAR PRESION – AP (APPLY PRESSURE)¹

| Ciclo completo | | | Componentes | | |
|----------------|------|---------------|-------------|-----|--------------------------|
| Símbolo | tmu | Descripción | Símbolo | tmu | Descripción |
| APA | 10,6 | AF + DM + RLF | AF | 3,4 | Aplicar fuerza |
| | | | DM | 4,2 | Permanecer tiempo mínimo |
| APB | 16,2 | APA + G2 | RLF | 3,0 | Aflojar fuerza |

¹ Los símbolos de este cuadro corresponden a los siguientes vocablos ingleses: APPLY FORCE, DWELL MINIMUM, RELEASE FORCE.

TABLA IV. ASIR – G (GRASP)

| Clase | Tiempo (tmu) | Descripción |
|-------|--------------|---|
| 1A | 2,0 | Asir, para recogerlos, objetos pequeños, medianos o grandes, aislados y fáciles de apresar |
| 1B | 3,5 | Asir objetos muy pequeños o estrechamente yuxtapuestos con una superficie plana horizontal |
| 1C1 | 7,3 | Asir, superando estorbos, objetos casi cilíndricos por la parte inferior y un costado. Diámetro mayor de 12 mm |
| 1C2 | 8,7 | Asir, superando estorbos, objetos casi cilíndricos por la parte inferior y un costado. Diámetro de 6 a 12 mm |
| 1C3 | 10,8 | Asir, superando estorbos, objetos casi cilíndricos por la parte inferior y un costado. Diámetro menor de 6 mm |
| 2 | 5,6 | Reasir |
| 3 | 5,6 | Asir con traslado |
| 4A | 7,3 | Asir objetos entreverados con otros, siendo preciso buscar y seleccionar. Dimensiones mayores de 25 x 25 x 25 mm |
| 4B | 9,1 | Asir objetos entreverados con otros, siendo preciso buscar y seleccionar. Dimensiones entre 6 x 6 x 3 y 25 x 25 x 25 mm |
| 4C | 12,9 | Asir objetos entreverados con otros, siendo preciso buscar y seleccionar. Dimensiones menores de 6 x 6 x 3 mm |
| 5 | 0 | Asir por contacto, deslizamiento o enganche |

TABLA V. POSICIONAR* - P (POSITION)¹

| Clase de ajuste | | Simetría | Fácil de manipular | Difícil de manipular |
|-----------------|---|----------|--------------------|----------------------|
| 1 Flojo | Sin necesidad de ejercer presión | S | 5,6 | 11,2 |
| | | SS | 9,1 | 14,7 |
| | | NS | 10,4 | 16,0 |
| 2 Apretado | Necesidad de ejercer una presión ligera | S | 16,2 | 21,8 |
| | | SS | 19,7 | 25,3 |
| | | NS | 21,0 | 26,6 |
| 3 Exacto | Necesidad de ejercer una presión fuerte | S | 43,0 | 48,6 |
| | | SS | 46,5 | 52,1 |
| | | NS | 47,8 | 53,4 |

* Distancia recorrida para encajar el objeto: 25 mm máximo.

¹ S = simétrico (la pieza manipulada puede ocupar cualquier posición alrededor del eje).

SS = semisimétrico (la pieza sólo puede ocupar una posición determinada a uno y otro lado del eje).

NS = no simétrico (la pieza tiene que estar en la única posición prevista con relación al eje).

**TABLA VI.
SOLTAR - RL (RELEASE)**

| Caso | Tiempo (tmu) | Descripción |
|------|--------------|--|
| 1 | 2,0 | Soltar normalmente, abriendo los dedos como movimiento independiente |
| 2 | 0 | Dejar cesar el contacto |

**TABLA VII.
DESMONTAR - D (DISENGAGE)**

| Clase de ajuste | Fácil de manipular | Difícil de manipular |
|--|--------------------|----------------------|
| 1 Flojo: esfuerzo muy pequeño; movimiento empalmado con el siguiente | 4,0 | 5,7 |
| 2 Apretado: esfuerzo normal con ligero rebote | 7,5 | 11,8 |
| 3 Exacto: esfuerzo considerable, con marcado retroceso de la mano | 22,9 | 34,7 |

TABLA VIII. RECORRIDO DE LOS OJOS Y ENFOQUE VISUAL - ET Y EF (EYE TRAVEL AND EYE FOCUS)

Tiempo del recorrido = $15,2 \times \frac{T}{D}$ tmu, con un valor máximo de 20 tmu,

siendo T = distancia entre los puntos extremos de la trayectoria visual;

D = distancia del ojo a la trayectoria T, medida perpendicularmente.

Tiempo para enfocar = 7,3 tmu.

TABLA IX. MOVIMIENTOS DEL CUERPO, PIERNA Y PIE¹

| Descripción | Símbolo | Distancia | Tiempo (tmu) |
|---|------------|--|--|
| Movimiento del pie: Giro alrededor del tobillo Con presión fuerte | FM FMP | Hasta 10 cm | 8,5 19,1 |
| Movimiento de la pierna o del muslo | LM | Hasta 15 cm Por cada cm adicional | 7,1 0,5 |
| Paso lateral: Caso 1. Termina cuando la pierna adelantada entra en contacto con el suelo | SS-C1 | Menos de 30 cm 30 cm Por cada cm adicional | Se emplearán los tiempos de ESTIRAR MIEMBRO y MOVER 17,0 0,2 |
| Caso 2. La pierna levantada en segundo lugar ha de tocar el suelo antes de que pueda realizarse el siguiente movimiento | SS-C2 | Hasta 30 cm Por cada cm adicional | 34,1 0,4 |
| Inclinarse, agacharse o arrodillarse sobre una rodilla | B.S.KOK | | 29,0 |
| Levantarse | AB.AS.AKOK | | 31,9 |
| Arrodillarse sobre ambas rodillas | KBK | | 69,4 |
| Levantarse | AKBK | | 76,7 |
| Sentarse | SIT | | 34,7 |
| Levantarse de un asiento | STD | | 43,4 |
| Girar el cuerpo de 45 a 90°: Caso 1. Termina cuando la pierna adelantada entra en contacto con el suelo | TBC1 | | 18,6 |
| Caso 2. La pierna levantada en segundo lugar ha de tocar el suelo antes de que pueda realizarse el siguiente movimiento | TBC2 | | 37,2 |
| Andar | W-M | Por metro | 17,4 |
| Andar | W-P | Por paso | 15,0 |
| Andar con obstáculos | W-PO | Por paso | 17,0 |

¹ Los símbolos de este cuadro corresponden a los siguientes vocablos ingleses, en el orden en que aparecen: FOOT MOTION; FOOT MOTION with PRESSURE; LEG MOTION; SIDE STEP - CASES 1 and 2; BEND, STOOP, or KNEEL on ONE KNEE; ARISE and BEND, ARISE and STOOP, ARISE from KNEELING on ONE KNEE; KNEEL on BOTH KNEES; ARISE from KNEELING on BOTH KNEES; SIT; STAND from sitting position; TURN BODY - CASES 1 and 2; WALK-METRE; WALK-PACE; WALK-PACE-OBSTRUCTED.

Anexo # 4

Descripción de los elementos de la MTM

Alcanzar (A) : es el elemento básico empleado cuando la finalidad primordial es mover la mano a un destino.

Alcanzar se ha clasificado en varios casos, según la naturaleza del objeto hacia el que se efectúe el movimiento.

Caso A. Alcanzar un objeto situado en un sitio fijo, o un objeto situado en la otra mano, o sobre el que descansa la otra mano. Este es el caso más rápido de **Alcanzar**, porque queda reducida al mínimo la cantidad de movimiento con la dirección consciente necesaria para que dicho movimiento se lleve a cabo; por ejemplo, accionar la palanca de una máquina. Cuando el **Alcanzar** se efectúa hacia un objeto sostenido por la otra mano, existe el mismo sentido de orientación que cuando el movimiento se efectúa hacia un objeto en posición fija. Una mano puede encontrar a la otra con un mínimo de esfuerzo consciente en el movimiento, y sin necesidad de mirar. La misma situación se da en el caso de que una mano descansa sobre un objeto próximo al punto que ha de ser tomado con la otra mano.

Caso B: tiene lugar cuando hay que alcanzar un solo objeto en un punto que puede variar ligeramente de un ciclo a otro. En este caso se precisa de cierta dirección para que el movimiento se realice bien, como por ejemplo, alcanzar una herramienta situada sobre el banco de trabajo, un lápiz de la bolsa de la camisa.

Caso C: Alcanzar un objeto que se encuentra amontonado con otros, de tal forma que sea necesario **buscar y seleccionar**; por ejemplo, alcanzar una pieza pequeña que se encuentra mezclada con otras en una caja de herramientas.

Caso D: Alcanzar un objeto muy pequeño, o cuando el movimiento requiera gran precisión. Al tratar de alcanzar un objeto muy pequeño, el tiempo del movimiento viene aumentado debido a la precisión que se requiere; por ejemplo, alcanzar un alfiler o una pieza frágil. Los tiempos de alcanzar para los casos C y D son los mismos.

Caso E: Se da este caso cuando se dirige la mano hacia un lugar indefinido con el fin de equilibrar el cuerpo, efectuar el movimiento siguiente, o retirarla para no estorbar.

Mover (M): Elemento básico empleado cuando el fin predominante es transportar un objeto a un destino. El procedimiento para determinar la longitud de un Mover es el mismo que el seguido para un **Alcanzar**. Se han establecido tres casos para el elemento mover:

Caso A: Mover un objeto a otra mano o contra un tope. Cuando un objeto se mueve contra un tope, se reduce o se elimina la necesidad de colocarlo en posición. Cuando un objeto se mueve a la otra mano, será necesaria una cantidad mínima de dirección consciente ya que el sentido de la orientación acelera el movimiento.

Caso B: Mover un objeto a un lugar aproximado o indefinido. Este caso se da, cuando se mueve un objeto a una situación

general pero que no es necesario poner especial cuidado en alinearlo con gran precisión, como por ejemplo cuando se mueve un objeto hacia un cajón, en donde no importa en que lugar del cajón caiga el objeto.

Cuando un objeto movido es ligero (menor o igual que 2.5 kg.) el peso no afecta al tiempo de **Mover**; pero si el objeto pesa más de 2.5 kg., se produce una mayor lentitud en el mover. Los valores de tiempos para mover deben ajustarse para compensar el peso. El ajuste se hace multiplicando el tiempo básico de **Mover** por el factor apropiado según los dos aspectos siguientes:

- Si el objeto es levantado y movido, se debe utilizar su peso real para determinar el factor del peso.
- Si el objeto es deslizado a lo largo de una superficie, por ejemplo una mesa, para determinar el correspondiente factor se utilizará la fuerza en kilogramos necesaria para llevar a cabo el deslizamiento.

Girar (T): Movimiento empleado para girar la mano, vacía o cargada, mediante un movimiento de rotación de la mano, la muñeca y el antebrazo sobre el eje mayor del antebrazo. El elemento **Girar** es una manera especial de realizar un alcanzar y un mover, y se toma como tal, siempre que el movimiento requiera de un tiempo de ejecución diferente que un alcanzar o mover en forma normal. El tiempo para girar depende de dos variables: los **grados girados** y el **factor peso**. La longitud se mide según los grados de giro. Se toma el nudillo más saliente

de la mano como centro para formar ejes imaginarios, de tal forma que según se vaya realizando el giro, se puedan ir calculando los grados de giro. Se miden los grados de 15 en 15. El factor peso para un girar puede ser el peso del objeto o su resistencia al giro. Si el elemento se efectúa en un espacio libre, y la mano soporta el peso total del objeto, el peso real determinará el factor peso. Si el objeto girado tiene un soporte (manecilla de una puerta por ejemplo), debe utilizarse la resistencia presentada al giro (en kilogramos). Existen tres clasificaciones para el factor peso: pequeño, que va de 0 a 1 kg.; medio, de 1.1 a 5 kg.; y grande, de 5.1 a 16 kg.

Aplicar presión (AP): Este elemento tiene lugar siempre que se aplica una presión a una pieza sometida a movimiento de giro o a algún otro tipo de movimiento, como empujar o tirar. Es fácilmente identificable ya que se presenta en situaciones claras de pausa o de vacilación. Existen dos casos:

AP1: Supone un pequeño reajuste del miembro corporal, seguido por la verdadera aplicación de presión.

AP2: Efectuado sin ningún reajuste previo del miembro corporal.

Coger (G): Es el elemento básico utilizado cuando la finalidad predominante es asegurar el control suficiente por medio de los dedos o de la mano, de uno o más objetos. Existen dos tipos básicos de Coger:

a- Coger agarrando

b- Coger por contacto

En el **coger agarrando** el objeto es realmente agarrado. Se obtiene un control suficiente del objeto, de tal forma que el objeto puede ser llevado de un punto a otro. En el caso del **coger por contacto**, el objeto esta fijado de otra forma, distinta que con los dedos, debido a esto los dedos solamente necesitan tocar el objeto para hacer que la mano lo mueva de un sitio a otro.

Posicionar (P): Es el elemento utilizado para alinear, orientar y encajar un objeto con otro objeto, cuando los movimientos que se lleven a cabo sean tan pequeños que no sea justificable su clasificación como otros elementos básicos. Existen tres variables que influyen en el elemento posicionar:

- 1- Clase de ajuste
- 2- Simetría
- 3- Facilidad de manejo

Alinear: Alinear es un forma especial de **Posicionar**: tiene lugar cuando un objeto debe alinearse exactamente con un punto o línea. Para el **alinear** no hay encajamiento, pero el control necesario para el objeto es equivalente al de posicionar. Todas las acciones de **alinear** son equivalente a las de **posición simétrica** de fácil manejo.

Soltar: este es el elemento básico para abandonar con los dedos o con la mano el control de un objeto.

Soltar normal(RL1): éste se efectúa abriendo los dedos, como un movimiento independiente. Cuando un objeto ha sido asegurado por medio de un coger agarrando de cualquier tipo, se emplea, generalmente, para dejar libre el objeto, un soltar normal, identificado por un abrir de dedos. Si el objeto es por ejemplo, pegajoso, de tal suerte que se adhiera a los dedos y deba ser sacudido, entonces tienen lugar otros movimientos además del soltar normal.

Soltar por contacto(RL2): Al asegurar el control de un objeto por medio de un coger por contacto(G5), generalmente dicho control se anula efectuando un soltar por contacto. El soltar comienza y se completa en el instante en que comienza el siguiente alcanzar. Por lo tanto un soltar por contacto invierte una cantidad de tiempo no medible.

Ocasionalmente, después de un coger agarrando, los dedos se aflojan sobre el objeto durante un movimiento siguiente. Cuando, por último, tiene lugar el soltar, se tiene el caso de un soltar por contacto.

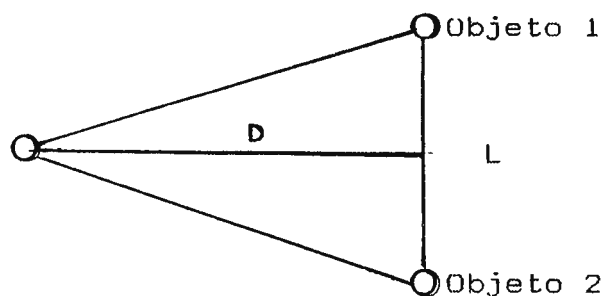
Desmontar: Es el elemento básico para romper el contacto entre un objeto y otro. Comprende un movimiento involuntario resultante del repentino caso de resistencia. Tres variables afectan al tiempo de desmontar: clase de ajuste, facilidad de manejo y el cuidado en el manejo. Las clasificaciones correspondientes a la clase de ajuste y facilidad de manejo no son necesariamente las mismas que las que correspondían al posicionar. Cuando un objeto necesita un ajuste para

posicionarlo, no requerirá, generalmente, ningún desmontar para ser sacado; por ejemplo, cuando se enhebre una aguja con un hilo, se considera de difícil manejo, pero, al desenhebrar la aguja, el hilo no presentará dificultad para su manejo, considerandose entonces como fácil manejo.

Tiempos_oculares: Existen dos tipos de tiempo ocular: el tiempo de enfoque ocular y el tiempo de recorrido ocular.

Tiempo de enfoque ocular: es el tiempo necesario para enfocar los ojos en un objeto y mirar al mismo durante un tiempo suficientemente largo como para determinar ciertas características claramente distintivas, dentro del área que puede abarcarse sin desviar los ojos. El tiempo de enfoque ocular es de 7.3 UMT.

Tiempo de recorrido ocular: aquí entra la variable distancia. Considerese el siguiente diagrama:



Si los ojos deben moverse del objeto 1 al 2, al hacerlo se mueven a lo largo de la línea L. Esta línea está a una distancia D de los ojos. Si se conocen los valores de L y D, se puede determinar el tiempo de recorrido ocular por la fórmula

siguiente:

Tiempo de recorrido ocular: 15.3 T/D

Tiempos del cuerpo, pierna y pie: Los movimientos del pie, pierna y cuerpo a diferencia de los de los brazos y manos no son precisos por lo que no están sujetos a tantas variables que afecten su tiempo de ejecución.

Movimientos del pie: son aquellos en los que el pie se mueve con el tobillo, haciendo de gozne, o en los que la planta del pie sirve de punto de apoyo al movimiento. La extensión de este tipo de movimiento viene limitada por la naturaleza del miembro del cuerpo afectado, de tal forma que puede aplicarse un tiempo con un valor medio de 8.5 UMT.

Movimiento de pierna: no existe una diferencia apreciable en el tiempo para un movimiento de pierna y uno, de pierna y muslo. El tiempo mínimo para un movimiento de pierna es de 7.1 umt. Este es el tiempo requerido para la distancia mínima normalmente encontrada (15 cm.). Los tiempos mayores para movimientos de piernas se calculan agregando 0.5 umt por cada centímetro adicional de movimiento.

Paso lateral: tiene lugar cuando el cuerpo debe desplazarse hacia un lado, desde un lugar a otro situado en el área inmediata, sin necesidad de girar ni de dar más de un paso. Los valores de tiempo dependen de la distancia del paso lateral.

Tiempo de andar: varía principalmente con la edad y el peso del operario. Una norma razonable puede ser de 17.3 IMU por metro, o 15 IMU por paso.

Girar el cuerpo: una variación del paso lateral es el caso del cuerpo cuando gira hacia una nueva dirección al retirarse por ejemplo de una estación de trabajo.

Anexo # 5
TARJETA MODAPTS

| D. | DESCRIPCION DEL ELEMENTO |
|-----|--|
| 1 | Movimiento de dedos |
| 2 | Movimiento de mano |
| 3 | Movimiento de antebrazo |
| 4 | Movimiento de brazo |
| 5 | Movimiento de hombro |
| 6 | Movimiento mas largo que el brazo, sin necesidad de dar un paso. |
| 0 | Agarrar por contacto |
| 1 | Agarrar con simple asimiento |
| 3 | Agarrar con mas de simple asimiento (concentración) |
| 11 | Especial: Agarrar a mano llena, un punado de objetos. |
| 0 | Posicionar sin control del ojo |
| 0.5 | Especial: Posicionar con la otra mano |
| 2 | Posicionar con control del ojo, hasta una corrección. |
| 5 | Posicionar con control del ojo, mas de una corrección. |
| 12 | Especial: Posicionar ensambles muy exactos |
| 1.5 | Especial: Giro de manivela constante |
| 3 | Especial: Giro de manivela con movimiento de muñeca |
| 4 | Mover con mov. circular, una revolucion completa |
| 4 | Aplicar presion sobre un objeto |
| 2 | Enfoque del ojo, a una area o objeto |
| 3 | Mov. del pie cuando el pie es punto de apoyo |
| 4 | Especial: Caminar sin restriccion |
| 0 | Caminar, dar un paso atras o adelante o vuelta del cuerpo |
| 2 | Reagarrar al lograr piezas pequena. |
| 1 | Inclinarse, esocharse, arrodillarse |
| 30 | Mover silla para sentarse, empujar la silla |
| 5 | Posicion sencilla, reaccion |
| 1 | Factor de carga se anade un lib cada 8 libras |

La unidad: MOD

PARA PLANEACION RAPIDA VALOR: 1/2 DE SEGUNDO, TIEMPO STANDARD (INCLUYE TOLERANCIA DE 10 3/4 %)

Tiempos normales

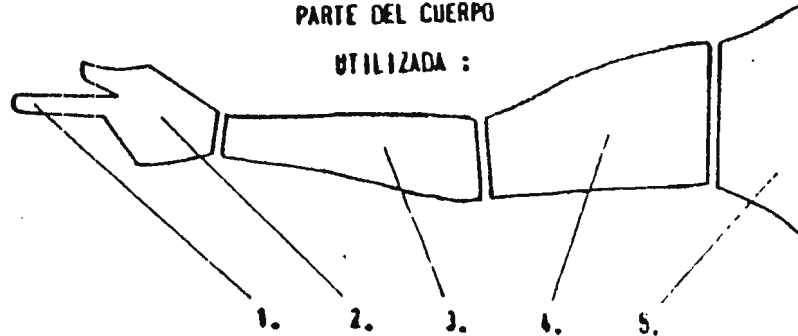
PARA EL ESTABLECIMIENTO DE ESPECIFICACIONES DE TRABAJO.

0.0000358 horas
0.00215 minutos
0.129 segundos
(TOLERANCIAS NO INCLUIDAS)

CLASES MOVIMIENTO

PARTE DEL CUERPO

UTILIZADA :



CLASES TERMINALES :

| | | | | | |
|--------|--------|--------|--|--|--------|
| G0 | G1 | G3 | | | P3 |
| PO | | P2 | | | |

Obtener Control

Cosas a su Destino

+ C. C. Bajo - Control Conclusivo Alto

VALORES AUXILIARES :

| | | | | | | |
|---------|--|--------|--------|--------|--------|--------|
| B17 | | L1 | E2 | D3 | A4 | W5 |
| S30 | | | R2 | F3 | C4 | |

Anexo # 6

Sistema MODAPTS

Clases movimiento

La primera clase de movimiento (de un MOD) es con los dedos; los movimientos de los dedos frecuentemente tienen un curso de cerca de una pulgada. (de 0 a 1 1/2). La segunda clase son movimientos de dos MOD, son movimientos de la mano y dedos con el antebrazo estático; con frecuencia tienen un curso de dos pulgadas (de 2 a 4 pulgadas). La tercera clase son movimientos de tres MOD que son movimientos del antebrazo; son movimientos de los dedos, mano y antebrazo, en donde no hay desplazamiento del codo que frecuentemente tienen un curso de cuatro pulgadas (de 4 a 9 pulgadas). La cuarta clase son movimientos de cuatro MOD, esta clase es la que comúnmente se encuentra; estos movimientos son efectuados por el brazo, sin esfuerzo y sin inclinar el cuerpo; son movimientos de cerca de doce pulgadas (de 9 a 15 pulgadas). La quinta clase de movimientos son de cinco MOD, requieren del hombro y necesitan del brazo extendido. En ésta última clase de movimiento es necesario tener presente el efecto de la ayuda del cuerpo, o sea un movimiento del tórax que ocurre al mismo tiempo que se

mueve el brazo. Los movimientos de brazo extendido también ocurren cuando el brazo se mueve completamente cruzando el cuerpo. Son movimientos de aproximadamente diez y ocho pulgadas (15 a 22 pulgadas).

Todas las actividades pertenecientes al grupo de Clases movimiento son realizadas con control consciente bajo.

Es importante tener presente que: la clave para una correcta selección de la clasificación de movimiento es el uso natural de la parte del cuerpo que se necesite emplear. Explicado de otra forma, la selección debe basarse en el movimiento mínimo que podría haber hecho el trabajador.

Existen para casos muy específicos, clases movimiento de siete MOD que generalmente tienen un curso de acción de 26 pulgadas (de 22 a 32 pulgadas). Para este movimiento se supone que no se requiere el uso de los pies para dar algún paso, es un movimiento realizado únicamente por el brazo con ayuda del hombro. Ejemplo para el caso anterior es alcanzar una repisa que esté más alta del nivel del ojo.

Atención especial requieren las clasificaciones de los movimientos altamente repetitivos hacia atrás o hacia adelante como por ejemplo: martillar, frotar, limar. Estas actividades son reconocidas como clase de movimiento sin clases terminales. Para éste tipo de actividades, hay que tener cuidado en no dar un valor muy alto al movimiento.

En estos movimientos repetitivos, la parte del cuerpo involucrada en el movimiento se vuelve más integrada con la herramienta que se está usando. La distancia cubierta es siempre mucho menor de lo que aparenta, a tal grado que nunca es mayor de 3 MODS, aún cuando el punto de apoyo se mueve hasta el hombro.

Hay que tomar en cuenta que el extremo de la herramienta siempre tiene un desplazamiento mucho mayor al movimiento que realiza la parte del cuerpo empleada. Para estos casos el movimiento debe ser considerado desde la anterior articulación al miembro de cuerpo empleado. Por ejemplo, un movimiento repetitivo donde se emplea la muñeca será de 1 MOD, donde se emplea el antebrazo será de 2 MODS, un movimiento pequeño de frotación con el dedo será de 1/2 MODS.

Clases terminal

Estas clases terminal cubren aquellas actividades que son el objeto del movimiento. Hay dos tipos de clase terminal:

- a) Obtener control de objetos, generalmente, después de alcanzarlos.
- b) Objetos a su destino, generalmente, después que un objeto ha sido transportado mediante un movimiento.

Para la primera clasificación, la forma más sencilla

de obtener control de un objeto es simplemente tocar el objeto con el dedo, dedos o palma de la mano para deslizarlo sobre una superficie. Se codifica con un GO y se denomina tomar control por contacto. No implica el movimiento de los dedos para recoger un objeto, significa solamente tocar el objeto y es una operación al final realizada con control consciente bajo que ocurre después de una actividad movimiento.

Tomar control por contacto (GO) implica sólo tocar un objeto y como tal no hay mucho contacto asociado con ello, pero sí con el movimiento general del objeto. El movimiento general hacia el objeto tiene valores MOD, que variará de acuerdo con la parte del mecanismo: dedos, mano, antebrazo, brazo u hombro que se necesite usar; pero, el tomar control por contacto no implica ninguna unidad de trabajo físico humano por lo que tiene un valor de 0 MODS.

Alcanzar una pieza con un movimiento de antebrazo y tomar control por contacto sobre ella, tendrá un valor de 3 MODS, que se codifica como 3,GO.

Poner sin control del ojo es la siguiente clasificación de actividades terminales que requieren control consciente bajo. La forma más sencilla de mover objetos a su destino es poner sin control del ojo. Así como GO o tomar control por contacto, poner sin control del ojo tiene un valor de cero MODS y se codifica como P0.

Un P0 ocurre cuando la operación al final no implica

colocación o correcciones, sino únicamente colocar un objeto en un lugar indefinido. Una vez que se haya obtenido control sobre una pieza, la operación al final de colocarla a un lado cualquiera sobre una superficie es un PO.

La operación de transportar un objeto con una actividad de movimiento del brazo y ponerlo en un lugar indefinido se codifica como 4,PO. La acción completa de alcanzar una pieza con un movimiento de antebrazo, tomar control por contacto sobre ella, deslizarla con una actividad de movimiento del brazo hasta ponerla en un lugar indefinido se codifica como 3,G0,4,PO que implica un total de 7 MODS.

La última de las clasificaciones para las actividades que requieren de bajo control consciente, es la de tomar control con un simple asimiento, que tiene valor de un MODS, y se codifica G1. Se da cuando se obtiene control de un objeto solamente con cerrar los dedos (simple agarrar).

Alcanzar un bolígrafo con un movimiento general de brazo y recogerlo, se clasifica con 4 MODS y una operación al final de 1 MOD. El valor total de este alcanzar es de 5 MODS (4,G1).

Hay dos clasificaciones de objetos a su destino que implican el uso de los ojos y de un alto grado de control consciente. La primera es poner un objeto con control del ojo y hasta una corrección (P2). La segunda es poner con

control del ojo y con más de una corrección (P5). Se entenderá que habrá una corrección cuando se note una pequeña vacilación, cambio de dirección o pequeña recolocación durante la operación final. Estas correcciones se evidencian como vacilaciones no intencionales muy cortas, recolocaciones o ajustes cuando el objeto está siendo puesto en su lugar y pueden ser causadas por manejo difícil, falta de simetría o acoplamiento apretado.

Actividades simultáneas

Cuando las dos manos se usan al mismo tiempo se da una actividad simultánea. Las actividades con movimientos diferentes pueden hacerse simultáneamente mientras se cumplan las siguientes reglas:

- a) Dos actividades de control consciente bajo pueden hacerse simultáneamente.
- b) Dos actividades de alto control consciente no pueden hacerse simultáneamente.
- c) Una actividad de control consciente bajo con una mano puede ejecutarse simultáneamente junto a una actividad de alto control consciente hecha por la otra mano; por ejemplo:

P0 puede hacerse simultáneamente con G1

G0 puede hacerse simultáneamente con G3

P0 puede hacerse simultáneamente con P2

Factor de carga

El factor carga apropiado para cada actividad dependerá del peso del objeto movido y del uso de una o dos manos. Para aplicar este factor es conveniente determinar para cada mano, el peso efectivo neto que se va a transportar. Para una caja de 20 lbs. y un movimiento de ambas manos, el peso efectivo neto para cada mano es de 10 libras. Si la caja es transportada con una sola mano el peso efectivo neto sería de 20 libras. Considerando el factor de carga, se añade 1 MOD por cada 8 lbs. de peso efectivo neto en cada mano.

Si el peso efectivo transportado en ambas manos es de 16 lbs., debe considerarse un factor de carga de L1. Si el peso fuera de 48 lbs., debe considerarse un factor de 3(L1). Si el peso es menor de 8 lbs., se descarta. Si el objeto se desliza sobre una superficie lisa, el efecto de la inercia se reduce y el factor de carga es considerado de 24 libras por cada mano.

El factor L1 siempre es sumado al final de la última actividad de poner de la operación. Por ejemplo: 3, 0, 1, P0, 2(L1) que equivalea 10 MODS, considera un factor de carga de 2(L1) que puede indicar 32 libras llevadas con ambas manos o un peso de 16 libras transportado con cada mano.

Uso del ojo

Uso del ojo (E2) ocurre cuando se requieren los ojos para enfocar algo. Tiene asociado un valor de 2 MODS y es un elemento limitante sólo cuando un operario tiene que inspeccionar algo cuidadosamente: leer una palabra o un número o cuando los ojos tienen que recorrer un área y enfocar algo antes de que se pueda ejecutar la siguiente actividad.

Decidir y reaccionar

Decidir y reaccionar se simboliza por D3 y se aplica solamente cuando cualquier otra actividad se detiene mientras ésta se lleva a cabo. D3 cubre decisiones sencillas, limitadas por el tiempo con relación a la siguiente actividad que deba ejecutarse. En otras palabras, cuando la actividad implica una decisión de como proceder, el elemento decidir y reaccionar debe ser incluido. No se requiere un D3 si se está ejecutando otro trabajo mientras se toma la decisión.

Acción del pie (F3)

Una acción del pie implica movimiento del pie de tal manera que el talón permanezca en el suelo como punto de apoyo.

Muchas máquinas trabajan por medio de un pedal liviano. Cuando la operación del pedal es tal que el talón del pie permanece apoyado en el suelo como pivote, el movimiento se identifica con F3. Mover el pedal hacia abajo y después hacia arriba requiere de 6 MODS o sea de 2F3.

Aplicar presión

Aplicar presión (A4) tiene asociado un valor de 4 MODS y se refiere a la acción de ejercer fuerza muscular sobre un objeto. Se reconoce por una notable vacilación mientras se aplica la presión. Se registra solamente si toda actividad se detiene. Rara vez es una actividad controladora por lo que no debe considerarse en actividades que requieran de poca fuerza.

Girar

El propósito de girar (G4) es el de mover un objeto en sentido circular. Su valor es de 4 MODS para una revolución completa. El número de revoluciones debe ser redondeado al número entero más cercano. G4 puede ser usado para girar un objeto de cualquier diámetro y aplicado a rotaciones continuas e intermitentes.

Caminar o voltear el cuerpo (W5)

Este elemento se aplica al caminar hacia adelante, dar un paso atrás a un lado, vuelta total o parcial del cuerpo por medio de las piernas. Los tiempos de caminar se calculan en pasos en lugar de distancias lineales, ya que el número de pasos para cubrir una distancia varía. Mientras más pesada sea la carga que se lleva, más corto es el paso. Cada paso contiene 5 MODS.

Inclinarse y erguirse(R17)

Este elemento es un cambio en la vertical superior de cuerpo. Incluye el ciclo completo o sea el tiempo para regresar a la posición original. Inclinarse, agacharse, arrodillarse en una rodilla y luego levantarse. Lleva asociado 17 MODS que es el valor de R17. Todos los movimientos que siguen a un B17 son movimientos clase 2. Inclinarse y recoger una caja de fósforos del piso y luego erguirse se codifica como: B17, 2, g1 que equivale a 20 MODS.

Sentarse y ponerse de pie (S30)

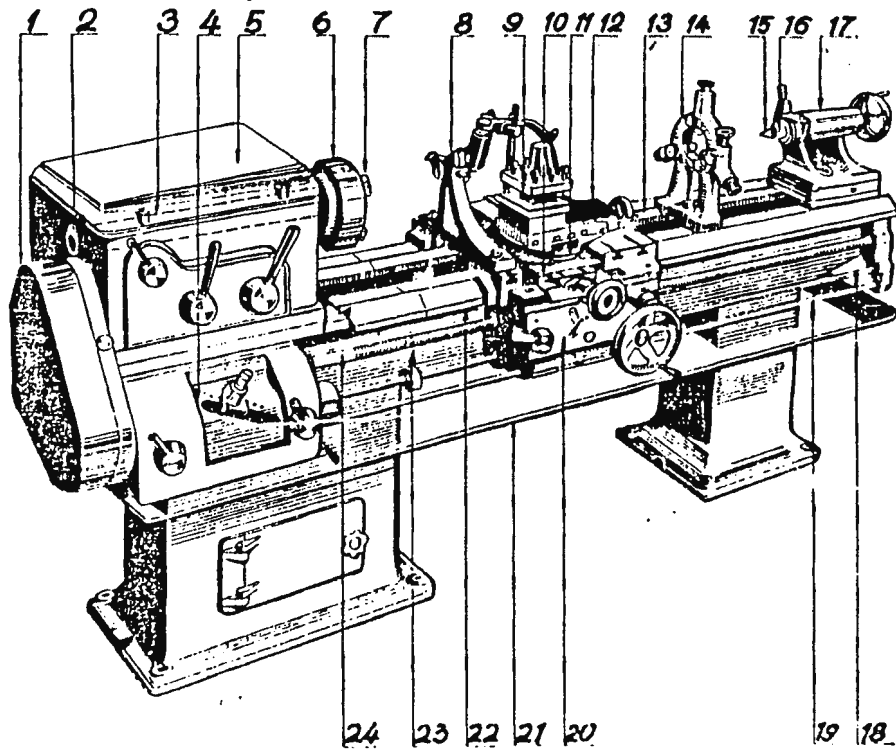
S30 incluye el tiempo para acercar la silla durante la operación de sentarse y para empujar la silla hacia atrás para ponerse de pie. Ponerse de pie para alcanzar

con un movimiento de brazo un objeto, dar un paso para depositarlo sobre una mesa y regresar a sentarse se codificaría de la siguiente forma: S30, 4, G1, W5, 2, P0, W5 con un total de 47 MODS.

Anexo # 7

Partes del Torno

TECNOLOGÍA MECÁNICA

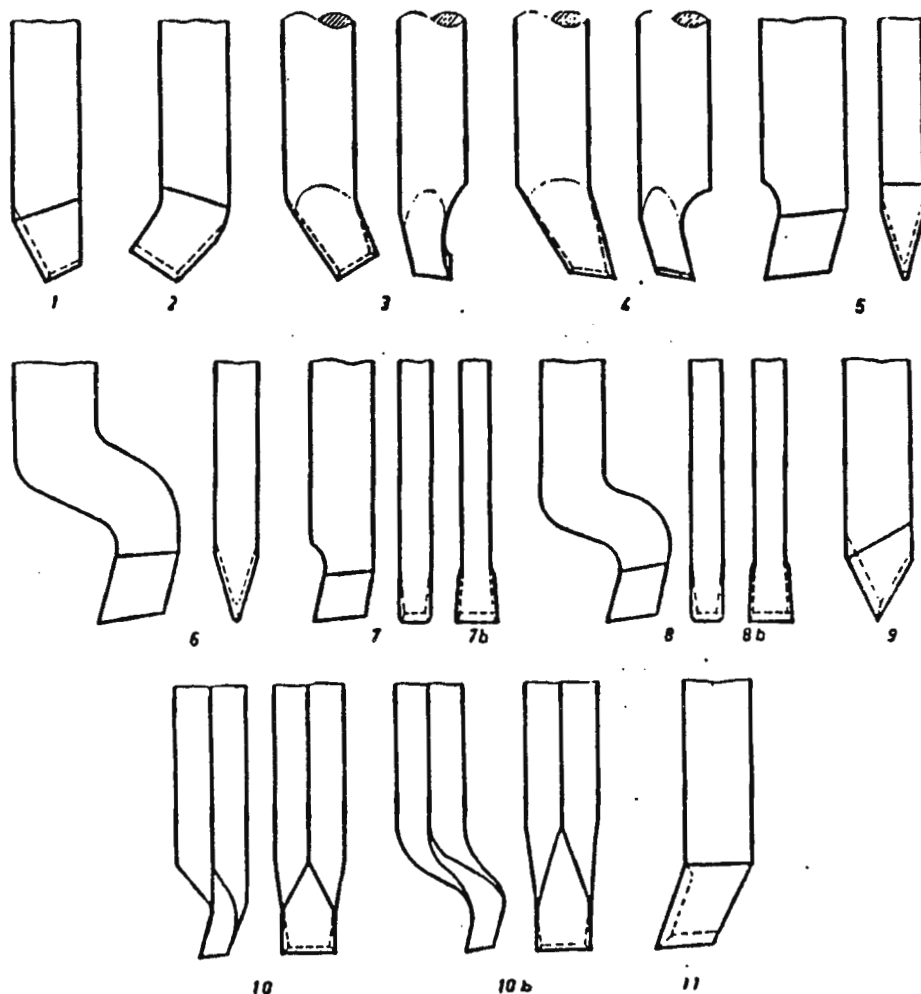


— Organos principales del torno paralelo.

- | | |
|---|---|
| 1. Tapa de la lira. | 13. Guías de la bancada. |
| 2. Agujero del eje principal para entrada de barra. | 14. Luneta fija. |
| 3. Eje principal. | 15. Contrapunto. |
| 4. Caja de cambios para avances. | 16. Eje del contracabezal. |
| 5. Cabezal. | 17. Contracabezal. |
| 6. Plato universal. | 18. Eje de cilindrar. |
| 7. Garras del plato. | 19. Barra de accionamiento del interruptor eléctrico. |
| 8. Luneta móvil. | 20. Carro principal con su delantal. |
| 9. Portaherramientas. | 21. Bandeja. |
| 10. Carro transversal. | 22. Cremallera. |
| 11. Plataforma giratoria. | 23. Bancada. |
| 12. Carro orientable (charriot). | 24. Eje de roscar (husillo patrón). |

Anexo # 8

Formas Normalizadas de Cuchillas

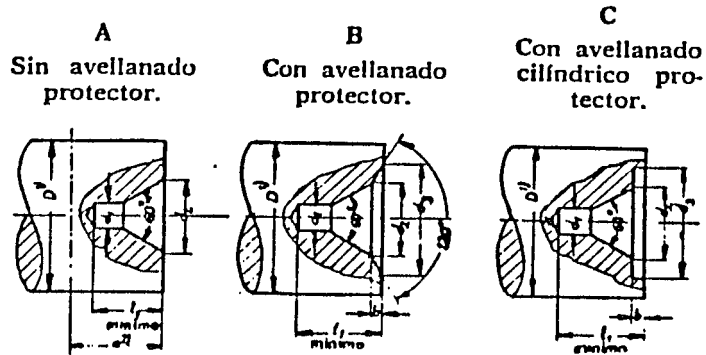


— Formas normalizadas de las cuchillas de acero para torno y cepilladora. 1, cuchilla para desbaste recta; 2, cuchilla para desbaste curvada; 3, cuchilla para desbastar interiores (agujero pasante); 4, cuchilla para desbastar interiores (agujero ciego); 5, cuchilla para afinar en punta, recta; 6, cuchilla para afinar en punta, acodada; 7 a, cuchilla para afinar de filo ancho, recta; 7 b, cuchilla para afinar de filo ensanchado, recta; 8 a, cuchilla para afinar de filo ancho, acodada; 8 b, cuchilla para afinar de filo ensanchado, acodada; 9, cuchilla de costado recta (para refrentar); 10 a, cuchilla diagonal para afinar, recta; 10 b, cuchilla diagonal para afinar, acodada; 11, cuchilla de costado curvada (para refrentar).

Nota: Las cuchillas de costado son de las formas 7 y 8.

Anexo # 9

Puntos de Centrado



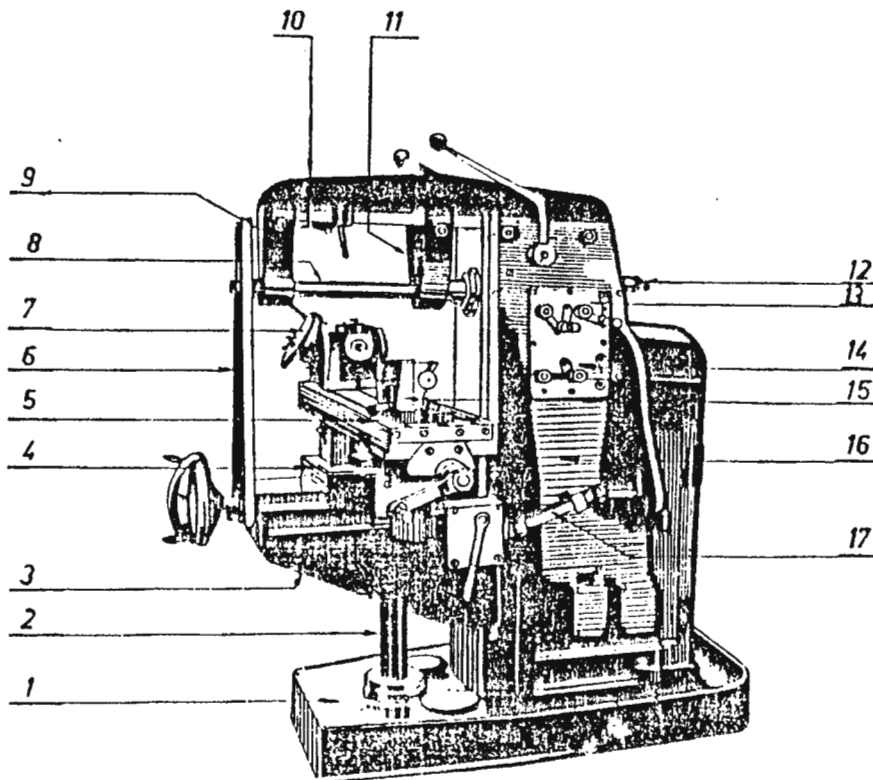
| Diámetro D (1) | Diámetro de agujero di | di | di | ti Mínimo | | a (2) | b |
|-----------------|------------------------|-----|----|--------------|-----------|-------|-----|
| | | | | Forma A | For. B, C | | |
| a 4 | 0,5 | 1,5 | | 1,5 | | 2,5 | |
| más de 4 a 6 | 0,75 | 2 | | 2 | | 3 | |
| más de 6 a 10 | 1 | 2,5 | 4 | 2,5 | 3 | 4 | 0,4 |
| más de 10 a 25 | 2 | 5 | 8 | 5 | 6 | 7 | 0,8 |
| más de 25 a 63 | 3 | 8 | 12 | 7 | 8 | 10 | 1 |
| más de 63 a 100 | 5 | 12 | 17 | 11 | 13 | 16 | 1,5 |

(1) El diámetro D sirve para la pieza terminada. En piezas de sección no circular se toma la medida mínima D en roscados exteriores como el diámetro de la caña. Si los dos extremos de la pieza tienen diferentes diámetros puede utilizarse en ambos los puntos de centrado del menor. Hasta D = 25 mm puede también utilizarse el punto de centrado mayor.

(2) Medida de tronzado para piezas en las que ha de eliminarse el punto de centrado.

Anexo # 10

Partes de la Fresadora Universal



— Organos de la fresadora: —

- | | |
|---|---|
| 1. Base. | 10. Puente o carnero. |
| 2. Husillo para la traslación vertical de la ménsula. | 11. Soporte intermedio del eje portafresas. |
| 3. Ménsula o consola. | 12. Tirante para la fijación del eje portafresas. |
| 4. Carro portamesa. | 13. Caja de cambio de velocidades. |
| 5. Mesa. | 14. Caja de cambio para avances. |
| 6. Ríostros o tirantes. | 15. Contrapunto del aparato divisor. |
| 7. Aparato divisor. | 16. Cuerpo. |
| 8. Eje portafresas. | 17. Eje telescópico de transmisión de avances. |
| 9. Soporte extremo del eje portafresas. | |

ANEXO # 11

METODOS ACTUALES PARA LA FABRICACION DE POLEAS

Carta de Flujo

FECHA: 14/05/94.

TALLER: Sarti

PIEZA: Polea de 2 Canales tipo A (1/2 x 1/2) con masa

MATERIAL: Hierro fundido

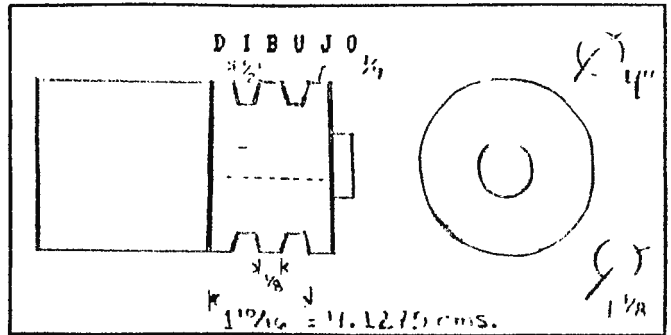
TAREA: _____

METODO: ACTUAL PROPUESTO _____

MATERIAL _____ OPERARIO _____ EQUIPO _____

ELABORADO POR: _____

OBSERVACIONES: _____



| RESUMEN | | | | |
|-------------------------------------|-------------|---|-----------|----------|
| | Actividad | Actual | Propuesto | Economia |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Operacion | 54 | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Transporte | 2 | | |
| <input type="checkbox"/> | Demora | 6 | | |
| <input type="checkbox"/> | Inspeccion | 13 | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Almacenam. | | | |
| | Distancia | | | |
| | Tiempo(seg) | $\frac{3hr}{60} = 4min$ $(11,060 seg)$ | | |

| No | DESCRIPCION DEL ELEMENTO | CANT. | DIST. (mts) | TIEN. (seg.) | () | | > | ∨ | |
|----|---|-------|-------------|--------------|-----|--|---|---|--|
| 1 | Operario toma pieza de banco | | | 12 | | | | | |
| 2 | Centra pieza con gramil | | | 10.5 | | | | | |
| 3 | Monta. pieza | | | 15 | | | | | |
| 4 | Cambia buñil para reventar | | | 65 | | | | | |
| 5 | Reventa cara lateral ext. (50 rpm) <small>Combr</small> | | | 173 | | | | | |
| 6 | Reventa | 3 | | 361 | | | | | |
| 7 | Cambio a 100 rpm - Reventa | 2 | | 714 | | | | | |
| 8 | Desmonta. pieza para maq. otro cara | | | 45 | | | | | |
| 9 | Centra pieza | | | 195 | | | | | |
| 10 | Reventa masa | | | 151 | | | | | |
| 11 | Cilindra ∅ ext. (en autom.) | | | 216 | | | | | |
| 12 | Mide y ajusta buñil | | | 83 | | | | | |

| No | DESCRIPCION DEL ELEMENTO | CANT. | DIS. (mts) | TIEMPO (seg.) | ○ | □ | ◇ | ▽ | D |
|----|---|-------|---------------|------------------|---|---|---|---|---|
| 13 | Platica con compañero | | | 192 | | | | | |
| 14 | Continua cilindro | | | 52 | | | | | |
| 15 | Mide | | | 51 | | | | | |
| 16 | Cilindra un 1/64" (en autom.) | | | 218 | | | | | |
| 17 | Cambia butil para canales | | | 22 | | | | | |
| 18 | Maquina 1er Canal | | | 144 | | | | | |
| 19 | Mide | | | 8 | | | | | |
| 20 | Continua canal | 8 | | 159 | | | | | |
| 21 | Mide | 7 | | 166 | | | | | |
| 22 | Maquina 2do Canal | | | 155 | | | | | |
| 23 | Mide | | | 139 | | | | | |
| 24 | Lima aristas de Canales | | | 299 | | | | | |
| 25 | Cambia porta herramienta y butil | | | 44 | | | | | |
| 26 | Platica | | | 27 | | | | | |
| 27 | Corta 1 1/2 | 2 | | 177 | | | | | |
| 28 | Va por refrigerante | | | 39 | | | | | |
| 29 | Continua hozando | 2 | | 361 | | | | | |
| 30 | Cambia butil | | | 73 | | | | | |
| 31 | Continua hozando | | | 119 | | | | | |
| 32 | Quita butil ^{Golpea con martillo} y desmonta pieza | | | 100 | | | | | |
| 33 | Coloca pieza en banco y mide | | | 76 | | | | | |
| 34 | Cambia plato por uno de 3 mord. | | | 122 | | | | | |
| 35 | Monte pieza en plato y sujeta | | | 18 | | | | | |
| 36 | Busca gramil | | | 85 | | | | | |
| 37 | Centra pieza | | | 295 | | | | | |
| 38 | Cambia butil p/refrentar | | | 48 | | | | | |

| No | DESCRIPCION DEL ELEMENTO | CANT. | DIS. (mts) | TIEMPO (seg.) | ○ | □ | ◇ | ▽ | D |
|----|--|-------|---------------|------------------|---|---|---|---|---|
| 39 | Acerca torneta a pieza y aprete buñil | | | 16 | ● | | | | |
| 40 | Rehenta $\phi 1\frac{1}{2}$ | | | 216 | ● | | | | |
| 41 | Pone automatico y rehenta | | | 240 | ● | | | | |
| 42 | Platica | | | 52 | | | | | ● |
| 43 | Lija pieza | | | 9 | ● | | | | |
| 44 | Desmante pieza de plato | | | 14 | ● | | | | |
| 45 | Platica con rompiero | | | 116 | | | | | ● |
| 46 | Centra pieza | | | 116 | ● | | | | |
| 47 | Busca gramil | | | 58 | | | | | ● |
| 48 | Centra pieza | | | 443 | ● | | | | |
| 49 | Rehenta cara ext. lateral | | | 255 | ● | | | | |
| 50 | Cambra a 50rpm y sigue rehutando | | | 191 | ● | | | | |
| 51 | Rehenta | 4 | | 343 | ● | | | | |
| 52 | Mide | 3 | | 49 | | | | | ● |
| 53 | Rehenta en automatico (Acobado) | | | 175 | ● | | | | |
| 54 | Cambio a 150 rpm. Lija cara | | | 16 | ● | | | | |
| 55 | Coloca broca de 1" en contracab. | | | 90 | ● | | | | |
| 56 | Hace agujero | | | 93 | ● | | | | |
| 57 | Desmante pieza p/taledra obicora | | | 57 | ● | | | | |
| 58 | Taledra | | | 316 | ● | | | | |
| 59 | Cambio buñil para mandrilar | | | 254 | ● | | | | |
| 60 | Mandrila | | | 206 | ● | | | | |
| 61 | Mide ϕ interno | | | 26 | | | | | ● |
| 62 | (Aplica refrigerante) Conhole mandrillado en autom. | | | 254 | ● | | | | |
| 63 | Mide | | | 27 | | | | | ● |
| 64 | Consulte medidas a supervisor | | | 79 | ● | | | | |

Carta de Flujo

FECHA: 17/05/94.

TALLER: Sarti

PIEZA: Polea de 3 Canales, Tipo A

MATERIAL: Aluminio de fundición

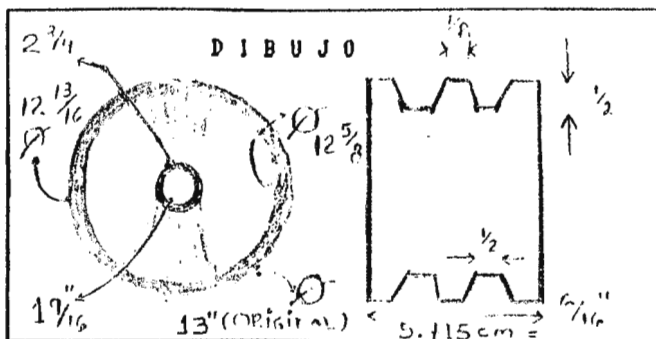
TAREA: Tornear pieza de fundición

METODO: ACTUAL X PROPUESTO _____

MATERIAL _____ OPERARIO X EQUIPO _____

ELABORADO POR: _____

OBSERVACIONES: _____



| RESUMEN | | | |
|--------------|-------------|-----------|----------|
| Actividad | Actual | Propuesto | Economía |
| ○ Operación | 47 | | |
| ◻ Transporte | - | | |
| ○ Demora | 4 | | |
| □ Inspección | 15 | | |
| ▽ Almacenam. | - | | |
| Distancia | | | |
| Tiempo (seg) | 2hr - 18min | | |

| No | DESCRIPCION DEL ELENENTO | CANT. | DIST. (mts) | TIEN. (seg.) | ○ | □ | ◻ | ▽ | D |
|----|--|-------|-------------|--------------|---|---|---|---|---|
| 1 | Montar pieza en plato | | | 39 | ● | | | | |
| 2 | Centrar pieza (Uso gromil) | | | 83 | ● | | | | |
| 3 | Cambia buñil para refrentar | | | 63 | ● | | | | |
| 4 | Refrenta mesa de Ø1" (80 rpm) | | | 119 | ● | | | | |
| 5 | Montar broca 1 7/16" | | | 80 | ● | | | | |
| 6 | Taladra | | | 284 | ● | | | | |
| 7 | Desmonta broca | | | 20 | ● | | | | |
| 8 | Sujete pieza con el contrapunto | | | 92 | ● | | | | |
| 9 | Cambio a 65 rpm. Refrenta 1/8 a cara en ángulo exterior (Automático) | 2 | | 619 | ● | | | | |
| 10 | Abandona puesto de trabajo | | | 40 | ● | | | | |
| 11 | Continua refrentando (autom.) | | | 233 | ● | | | | |
| 12 | Mide | | | 18 | ● | | | | |

| No | DESCRIPCION DEL ELEMENTO | CANT. | DIS. (mts) | TIEMPO (seg.) | ○ | □ | ◊ | ▽ | D |
|----|--|-------|---------------|------------------|---|---|---|---|---|
| 13 | Cambia buñil para cilindro | | | 103 | • | | | | |
| 14 | Ajusta porta herramientas | | | 96 | • | | | | |
| 15 | Cilindro \varnothing ext (prof. \rightarrow 2mm) | | | 589 | • | | | | |
| 16 | Troza candel, uso yeso y bohemera | | | 229 | • | | | | |
| 17 | Cambia buñil para meq. candel | | | 25.0 | • | | | | |
| 18 | Ya por refrigerante | | | 293 | | | | | • |
| 19 | Mequina 1er Canal (Derecho) | | | 310 | • | | | | |
| 20 | Medir con Bernier | | | 11 | • | | | | |
| 21 | Continua canal (Aplice Refrig.) | | | 153 | • | | | | |
| 22 | Platica | | | 210 | | | | | • |
| 23 | Mide Canal | 4 | | 56 | • | | | | |
| 24 | Continua canal (Aplice Refrig. con mono) | | | 126 | • | | | | |
| 25 | Mequina de 2do Canal | | | 365 | • | | | | |
| 26 | Mide (Bernier en bolsillo trocero) | 3 | | 69 | • | | | | |
| 27 | Continua Canal (Aplice Refrigerante) | 2 | | 182 | • | | | | |
| 28 | Se desplaza por refrigerante | | | 135 | | | | | • |
| 29 | Comienza 3er Canal | | | 288 | • | | | | |
| 30 | Mide | 5 | | 46 | • | | | | |
| 31 | Continua Canal | 4 | | 145. | • | | | | |
| 32 | Retira Virutas con broche | | | 285 | • | | | | |
| 33 | Cambia buñil para mandrill | | | 74 | • | | | | |
| 34 | Mandrillo \varnothing int de mesa | | | 182 | • | | | | |
| 35 | Mide | | | 24 | • | | | | |
| 36 | Continua mandrillando | | | 222 | • | | | | |
| 37 | Hace brisel a masa | | | 18 | • | | | | |
| 38 | Tome lima de guesky y lima | | | 156 | • | | | | |

ANEXO # 12

METODOS PROPUESTOS PARA LA FABRICACION DE POLEAS

Carta de Flujo

FECHA: / / .

TALLER: _____

PIEZA: Polea de 2 Cardes Tipo A
(Con masa)

MATERIAL: Hierro fundido

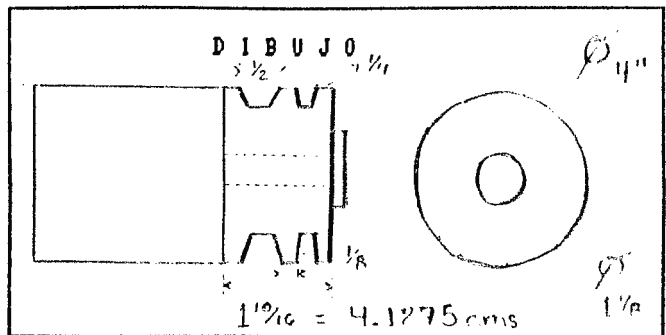
TAREA: Tornear pieza de masa
en bruto

METODO: ACTUAL _____ PROPUESTO X

MATERIAL _____ OPERARIO X EQUIPO _____

ELABORADO POR: _____

OBSERVACIONES: _____



| RESUMEN | | | |
|-------------------------------------|--------------|---------------|---------------|
| Actividad | Actual | Propuesto | Economia |
| <input type="radio"/> Operacion | 54 | 32 | 22 |
| <input type="checkbox"/> Transporte | 2 | - | |
| <input type="checkbox"/> Demora | 6 | 0 | |
| <input type="checkbox"/> Inspeccion | 13 | 8 | 5 |
| <input type="checkbox"/> Almacenam. | | | |
| Distancia | | | |
| Tiempo (seg) | 3 hr + 4 min | 1 hr + 28 min | 1 hr + 37 min |

| No | DESCRIPCION DEL ELEMENTO | CANT. | DIST. (mts) | TIEM. (seg.) | <input type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|----|--|-------|-------------|--------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | Preparación de herramienta | | | 300 | ● | | | | | |
| 2 | Montar pieza en plato de 4 mer. | | | 36.7 | ● | | | | | |
| 3 | Centrar | | | 169.7 | ● | | | | | |
| 4 | Montar portaherram. con butil | | | 61.4 | ● | | | | | |
| 5 | Refrentar pieza | 4 | | 140.7 | ● | | | | | |
| 6 | Medir | | | 21 | ● | | | | | |
| 7 | Hacer centro y sujetar pieza con contrapunto | | | 138.5 | ● | | | | | |
| 8 | Gisar portaherram. p/cilindrar | | | 48 | ● | | | | | |
| 9 | Cilindrar | 6 | | 181.9 | ● | | | | | |
| 10 | Medir | | | 33.4 | ● | | | | | |
| 11 | Cilindra (para formar Masa) | 13 | | 63.96 | ● | | | | | |
| 12 | Medir | | | 33.4 | ● | | | | | |

| No | DESCRIPCION DEL ELEMENTO | CANT. | DIS. (Mts) | TIEMPO (seg.) | ○ | □ | ◁ | ▽ | D |
|----|---|-------|---------------|------------------|---|---|---|---|---|
| 13 | Lijar | | | 72.9 | • | | | | |
| 14 | Trazar canales | | | 184.0 | • | | | | |
| 15 | Montar buñil para canales | | | 50.0 | • | | | | |
| 16 | Maquinar primer canal | 4 | | 407.6 | • | | | | |
| 17 | Medir | 4 | | 77 | • | | | | |
| 18 | Maquinar 2do Canal | 4 | | 407.6 | • | | | | |
| 19 | Medir | 4 | | 77 | • | | | | |
| 20 | Limar aristas de Canales | | | 72.9 | • | | | | |
| 21 | Retirar contrapunto | | | 33.25 | • | | | | |
| 22 | Montar braca de 1" ^{en} contrapunto | | | 44.14 | • | | | | |
| 23 | Taladrar | | | 30.32 | • | | | | |
| 24 | Desmontar braca | | | 15.75 | • | | | | |
| 25 | Montar buñil para cortar | | | 94 | • | | | | |
| 26 | Cortar | | | 935.5 | • | | | | |
| 27 | Medir | | | 44 | • | | | | |
| 28 | Desmontar masa en bruto de plato para maquinar polea | | | 35.52 | • | | | | |
| 29 | Montar plato de 3 mordazas | | | 171.5 | • | | | | |
| 30 | Montar polea (Sujeter masa) | | | 36.7 | • | | | | |
| 31 | Centrar | | | 169.7 | • | | | | |
| 32 | Montar buñil (para mandrilar) | | | 59.67 | • | | | | |
| 32 | Mandrilar (1/8") | 2 | | 60.64 | • | | | | |
| 34 | Lijar (| | | 72.92 | • | | | | |
| 35 | Medir | | | 47.63 | • | | | | |
| 36 | Montar buñil (para rehenter) | | | 61.42 | • | | | | |
| 37 | Rehenter | | | 7.81 | • | | | | |
| 38 | Medir | | | 21. | • | | | | |

Carta de Flujo

FECHA: / / .

TALLER: _____

PIEZA: Polea de 3 Canales tipo A

MATERIAL: Aluminio de fundición

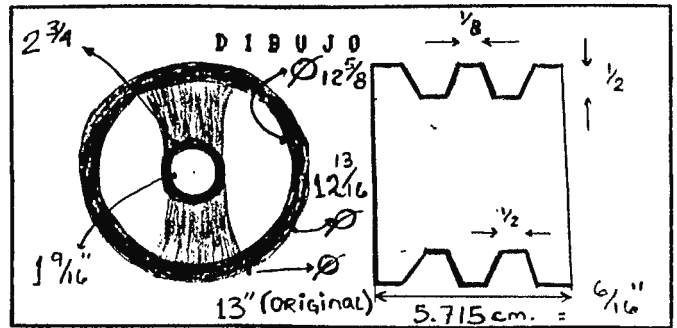
TAREA: Tornear pieza de fundición

METODO: ACTUAL _____ PROPUESTO X

MATERIAL _____ OPERARIO X EQUIPO _____

ELABORADO POR: _____

OBSERVACIONES: _____



| RESUMEN | | | |
|--------------|-------------|-------------|------------|
| Actividad | Actual | Propuesto | Economia |
| ○ Operacion | 47 | 41 | 6 |
| ◇ Transporte | - | - | - |
| D Demora | 4 | | |
| □ Inspeccion | 15 | 15 | - |
| ▽ Almacenam. | - | - | - |
| Distancia | | | |
| Tiempo(seg) | 2 hr, 18min | 1hr + 10min | 1hr + 9min |

| No | DESCRIPCION DEL ELEMENTO | CANT. | DIST. (mts) | TIEN. (seg.) | ○ | □ | ◇ | ▽ | D |
|----|---|-------|-------------|--------------|---|---|---|---|---|
| 1 | Preparación de herramientas | | | 300 | • | | | | |
| 2 | Sujetar pieza en plato de 4m | | | 36.7 | • | | | | |
| 3 | Centrar pieza | | | 169.7 | • | | | | |
| 4 | Montar buñil para refrentar | | | 61.42 | • | | | | |
| 5 | Refrentar masa (1mm a 456rpm) | | | 9.2 | • | | | | |
| 6 | Hacer centro sujetar pieza con ^{Contrapunto} | | | 138.5 | • | | | | |
| 7 | Montar broca de 1 7/16" | | | 44.14 | • | | | | |
| 8 | Taladrar (en centro de masa) | | | 83.34 | • | | | | |
| 9 | Desmontar broca | | | 15.75 | • | | | | |
| 10 | Colocar contrapunto a pieza | | | 138.5 | • | | | | |
| 11 | Refrentar cara lateral derecha de 3/16" a 96 rpm | 2 | | 119. | • | | | | |
| 12 | Montar buñil para cilindrar | | | 61.42 | • | | | | |

| No | DESCRIPCION DEL ELEMENTO | CANT. | DIS. (mts) | TIEMPO (seg.) | ○ | □ | ◊ | ▽ | D |
|----|---|-------|---------------|------------------|---|---|---|---|---|
| 13 | Cilindra ext. sup. de pieza (96 rpm) | | | 76.8 | | | | | |
| 14 | Medir | | | 33.4 | | | | | |
| 15 | Girar portaherramientas | | | 48.0 | | | | | |
| 16 | Hacer bisel | | | 18.0 | | | | | |
| 17 | Montar buñil p/ trazar | | | 61.42 | | | | | |
| 18 | Trazar canales | | | 184.0 | | | | | |
| 19 | Montar buñil para maquinor canales | | | 61.42 | | | | | |
| 20 | Maquinar 1er Canal (Derecho) | 4 | | 407.6 | | | | | |
| 21 | Medir | 4 | | 77 | | | | | |
| 22 | Maquinar 2do Canal | 4 | | 407.6 | | | | | |
| 23 | Medir | 4 | | 77 | | | | | |
| 24 | Maquinar 3er Canal | 4 | | 407.6 | | | | | |
| 25 | Medir | 4 | | 77 | | | | | |
| 26 | Montar buñil (para mandril) | | | 59.7 | | | | | |
| 27 | Mandril agujero de masa 1 | | | 76.8 | | | | | |
| 28 | Medir | | | 47.63 | | | | | |
| 29 | Desmontar pieza para maq. otros | | | 72.17 | | | | | |
| 30 | Centrar | | | 169.7 | | | | | |
| 31 | Montar buñil para rehenter | | | 61.42 | | | | | |
| 32 | Rehenter masa | | | 4.16 | | | | | |
| 33 | Rehenter cara lateral ($\frac{3}{16}$ ") | | | 11.9 | | | | | |
| 34 | Medir | | | 17 | | | | | |
| 35 | Girar portaherramientas | | | 48 | | | | | |
| 36 | Hacer bisel | | | 18 | | | | | |
| 37 | Desmontar pieza terminada | | | 35.57 | | | | | |

ANEXO # 13

METODOS ACTUALES PARA LA FABRICACION DE EJES

Carta de Flujo

FECHA: 05/10/94

TALLER: Sánchez

PIEZA: Eje #1 Montado con luneta

MATERIAL: Acero

TAREA: Tornear

METODO: ACTUAL PROPUESTO

MATERIAL OPERARIO EQUIPO

ELABORADO POR: _____

OBSERVACIONES: _____

DIBUJO

Inicial 30mm
3cms

Medida Inicial: 73mm.
Medida Final: 70mm.

L.50mts

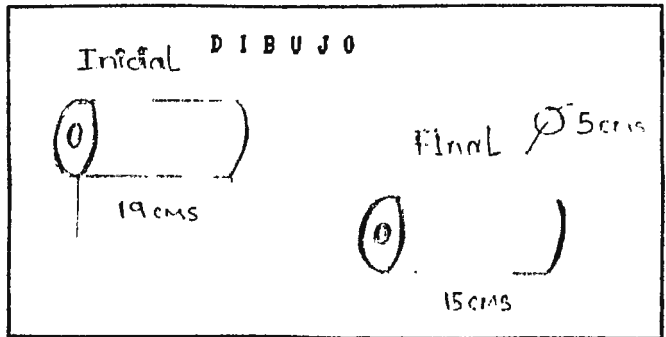
Peso: 20 lbs. Final 26mm

| RESUMEN | | | |
|--|--------|-----------|----------|
| Actividad | Actual | Propuesto | Economia |
| <input checked="" type="checkbox"/> Operacion | 16 | | |
| <input type="checkbox"/> Transporte | | | |
| <input type="checkbox"/> Demora | | | |
| <input type="checkbox"/> Inspeccion | 4 | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Almacenam. | | | |
| Distancia | | | |
| Tiempo(seg) | 1402.0 | | |

| No | DESCRIPCION DEL ELEMENTO | CANT. | DIST. (mts) | TIEN. (seg.) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|----|---|-------|----------------|-----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| 1 | Montar pieza en plato | | | 170 | • | | | | |
| 2 | Centrar pieza | | | 374 | • | | | | |
| 3 | Montar herramienta de corte | | | 52 | • | | | | |
| 4 | Preparación Maq. (Veloc. Torno y Posic. Buit y) | | | 140 | • | | | | |
| 5 | Maquinar - Refrentar | | | 43 | • | | | | |
| 6 | Verificar medidas después de maqu. | | | 45 | • | | | | |
| 7 | Maquinar - Refrentar | | | 39 | • | | | | |
| 8 | Desmontar herramienta | | | 12 | • | | | | |
| 9 | Montar herramienta de corte | | | 47 | • | | | | |
| 10 | Maquinar - Cilindrar | | | 47 | • | | | | |
| 11 | Maquinar - Cilindrar | | | 43 | • | | | | |
| 12 | Verificar medidas | | | 51 | • | | | | |

Carta de Flujo

FECHA: / / .
 TALLER: Sánchez
 PIEZA: Eje #4 - Montado al aire
 MATERIAL: Acero
 TAREA: Tornear
 METODO: ACTUAL PROPUESTO
 MATERIAL OPERARIO EQUIPO
 ELABORADO POR: _____
 OBSERVACIONES: _____



| RESUMEN | | | |
|--|--------|-----------|----------|
| Actividad | Actual | Propuesto | Economia |
| <input checked="" type="checkbox"/> Operacion | 13 | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Transporte | | | |
| <input type="checkbox"/> Demora | | | |
| <input type="checkbox"/> Inspeccion | 2 | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Almacenam. | | | |
| Distancia | | | |
| Tiempo(seg) | 1942.0 | | |

| No | DESCRIPCION DEL ELEMENTO | CANT. | DIST. (mts) | TIEM. (seg.) | ○ | □ | ◀ | ▽ | P |
|----|---|-------|-------------|--------------|---|---|---|---|---|
| 1 | Montar pieza en plato | | | 90 | ● | | | | |
| 2 | Centrar pieza | | | 243 | ● | | | | |
| 3 | Montar herramienta de corte | | | 277 | ● | | | | |
| 4 | Preparación de Maq. (Veloc. Torno y Pos. Butil) | | | 31 | ● | | | | |
| 5 | Maquinar - Refrentar | | | 342 | ● | | | | |
| 6 | Desmontarherram | | | 10 | ● | | | | |
| 7 | Apilar herramienta de corte | | | 45 | ● | | | | |
| 8 | Montar herramienta de corte | | | 177 | ● | | | | |
| 9 | Preparación de Maq. (Veloc. Torno y Pos. Butil) | | | 19 | ● | | | | |
| 10 | Maquinar - Cilindrar | | | 210 | ● | | | | |
| 11 | Verificar medidas | | | 24 | ● | | | | |
| 12 | Maquinar - Cortar | | | 345 | ● | | | | |

Carta de Flujo

FECHA: / / .

TALLER: Sánchez

PIEZA: Eje # 8 - Eje montado con
contrapunto

MATERIAL: Acero inoxidable

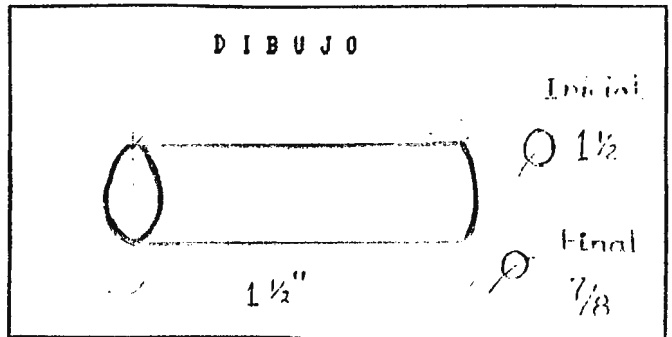
TAREA: Tornear

METODO: ACTUAL X PROPUESTO _____

MATERIAL _____ OPERARIO X EQUIPO _____

ELABORADO POR: _____

OBSERVACIONES: _____



| RESUMEN | | | |
|--------------|----------|-----------|----------|
| Actividad | Actual | Propuesto | Economía |
| ○ Operacion | 37 | | |
| ◇ Transporte | | | |
| □ Demora | | | |
| □ Inspeccion | 10 | | |
| ▽ Almacenam. | | | |
| Distancia | | | |
| Tiempo(seg) | 1090 seg | | |

| No | DESCRIPCION DEL ELEMENTO | CANT. | DIST. (mts) | TIEN. (seg.) | ○ | □ | ◇ | ▽ | D |
|----|--|-------|----------------|-----------------|---|---|---|---|---|
| 1 | Montar pieza en plato | | | 20 | ● | | | | |
| 2 | Preparación de herram. | | | 10 | ● | | | | |
| 3 | Medir (antes de maq.) | | | 99 | ● | | | | |
| 4 | Preparación de herramienta | | | 12 | ● | | | | |
| 5 | Centra pieza | | | 10 | ● | | | | |
| 6 | Montar herramienta de corte | | | 15 | ● | | | | |
| 7 | Preparacion de Maq. (Veloc. Torno) Pos. Buit | | | 5 | ● | | | | |
| 8 | Maquinar - Refrentar | | | 43 | ● | | | | |
| 9 | Desmontar pieza | | | 9 | ● | | | | |
| 10 | Montar pieza en plato | | | 16 | ● | | | | |
| 11 | Preparación de herramienta | | | 14 | ● | | | | |
| 12 | Maquinar - Hacer cono (para sujetar p.) contrapunto | | | 40 | ● | | | | |

| No | DESCRIPCION DEL ELEMENTO | CANT. | DIS. (mts) | TIEMPO (seg.) | ○ | □ | ◊ | ▽ | D |
|----|--|-------|---------------|------------------|---|---|---|---|---|
| 13 | Preparación de Maq. (Aprox. Contrapunto) | | | 13 | • | | | | |
| 14 | Preparación de Maq. (sujeta pieza- contrapunto) | | | 29 | • | | | | |
| 15 | Desmontar herram. de Corte | | | 4 | • | | | | |
| 16 | Montar herram. de Corte | | | 13 | • | | | | |
| 17 | Verificar medidas | | | 20 | | | | | |
| 18 | Maquinar - Cilindrar | | | 30 | • | | | | |
| 19 | Medir (Verificar medidas) | | | 17 | | | | | |
| 20 | Maquinar - Cilindrar | | | 27 | • | | | | |
| 21 | Verificar medidas | | | 23 | | | | | |
| 22 | Maquinar - Cilindrar | | | 29 | • | | | | |
| 23 | Verificar medidas | | | 25 | | | | | |
| 24 | Maquinar - Cilindrar | | | 31 | • | | | | |
| 25 | Desmontar herram. de corte | | | 4 | • | | | | |
| 26 | Abilar herram. de corte | | | 49 | • | | | | |
| 27 | Montar herram. de corte | | | 13 | • | | | | |
| 28 | Preparación de Maq. (Veloc. Torno y Pos. Buit) | | | 4 | • | | | | |
| 29 | Maquinar - Cilindrar | | | 32 | • | | | | |
| 30 | Verificar medidas | | | 27 | | | | | |
| 31 | Maquinar - Cilindrar | | | 25 | • | | | | |
| 32 | Verificar medidas | | | 29 | | | | | |
| 33 | Maquinar - Cilindrar | | | 21 | • | | | | |
| 34 | Preparación de Maq. (Aloja contra- punto) | | | 5 | • | | | | |
| 35 | Preparación de Maq. (sujeta pieza- contrapunto) | | | 12 | • | | | | |
| 36 | Preparación de Maq. (sujeta pieza- contrapunto) | | | 18 | • | | | | |
| 37 | Maquinar - Cilindrar | | | 35 | • | | | | |
| 38 | Verificar medidas | | | 24 | • | | | | |

ANEXO # 14

METODOS PROPUESTOS PARA LA FABRICACION DE EJES

Carta de Flujo

FECHA: / / .

TALLER: _____

PIEZA: Eje montado abn luneta

MATERIAL: Acero

TAREA: Tornear

METODO: ACTUAL _____ PROPUESTO X

MATERIAL _____ OPERARIO X EQUIPO _____

ELABORADO POR: _____

OBSERVACIONES: _____

Inicial 30mm

DIBUJO

Medida inicial: 73 mm 3cms \varnothing

Medida final: 70 mm 2cms \varnothing

FINAL 26mm

Peso: 20 Lbs 1.50 mts

| RESUMEN | | | |
|---|--------|-----------|----------|
| Actividad | Actual | Propuesto | Economia |
| <input type="radio"/> Operacion | 16 | 15 | |
| <input type="checkbox"/> Transporte | | | |
| <input type="checkbox"/> Demora | | | |
| <input type="checkbox"/> Inspeccion | 4 | 4 | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Almacenar | | | |
| Distancia | | | |
| Tiempo(seg) | 1482.0 | 2913.9w | |

| No | DESCRIPCION DEL ELEMENTO | CANT. | DIST. (mts) | TIEN. (seg.) | <input type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|----|---|-------|-------------|--------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | Preparación de Pieza (trazar med.) | 1 | | 75.3 | • | | | | |
| 2 | Preparación de herramientas | 1 | | 12.0 | • | | | | |
| 3 | Montar herramienta de corte | 1 | | 47.3 | • | | | | |
| 4 | Montar pieza en plato y luneta | 1 | | 145.3 | • | | | | |
| 5 | Verificar centrado | 1 | | 345.0 | • | | | | |
| 6 | Preparación de maq. (Veloc. Torno y Pos. Butil) | 1 | | 113.0 | • | | | | |
| 7 | Maquinar y refrentar | 1 | | 5.8 | • | | | | |
| 8 | Verificar medidas | 1 | | 27.7 | • | | | | |
| 9 | Cambio de butil | 1 | | 47.3 | • | | | | |
| 10 | Preparación de Maq. (Escoger Veloc. Torno y Pos. B) | 1 | | 113.0 | • | | | | |
| 11 | Maquinar - Cilindrar (\varnothing 26 mm) | 3 | | 29.1 | • | | | | |
| 12 | Verificar medidas | 1 | | 27.7 | • | | | | |

Carta de Flujo

FECHA: / / .

TALLER: _____

PIEZA: Eje montado al aire

MATERIAL: Acero

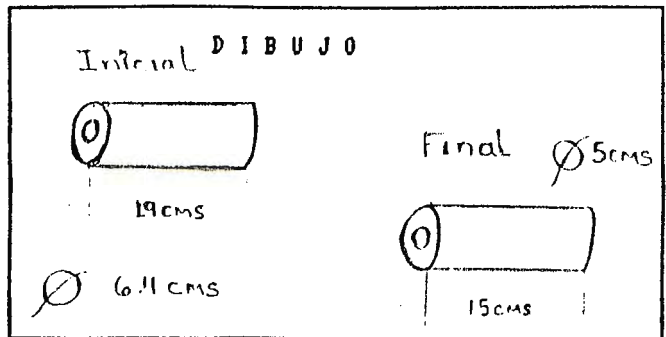
TAREA: Tornear

METODO: ACTUAL _____ PROPUESTO X

MATERIAL _____ OPERARIO X EQUIPO _____

ELABORADO POR: _____

OBSERVACIONES: _____



| RESUMEN | | | |
|--|--------|-----------|----------|
| Actividad | Actual | Propuesto | Economia |
| <input checked="" type="checkbox"/> Operacion | 13 | 17 | 4 |
| <input type="checkbox"/> Transporte | | | |
| <input type="checkbox"/> Demora | | | |
| <input type="checkbox"/> Inspeccion | 2 | 2 | - |
| <input checked="" type="checkbox"/> Almacenam. | | | |
| Distancia | | | |
| Tiempo(seg) | 1942.0 | 1322.3 | 620 seg. |

| No | DESCRIPCION DEL ELENEMTO | CANT. | DIST. (mts) | TIEM. (seg.) | () | [] | [] | [] | [] |
|----|--|-------|-------------|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | Preparación de pieza (Trozar medidas) | | | 73.5 | • | | | | |
| 2 | Preparación de herramienta | | | 12.0 | • | | | | |
| 3 | Montar herramienta de corte | | | 97.5 | • | | | | |
| 4 | Montar pieza en plato | | | 90.8 | • | | | | |
| 5 | Verificar centrado de pieza | | | 139.7 | • | | | | |
| 6 | Preparación de Mag. (Veloc. Torno) (Pbsic. Buit) | | | 40.0 | • | | | | |
| 7 | Maquinar - Refrentar | | | 30.8 | • | | | | |
| 8 | Verificar medidas | | | 33.8 | • | | | | |
| 9 | Desmontar herram. de refrentar | | | 25.4 | • | | | | |
| 10 | Montar herram. para cilindrar | | | 97.5 | • | | | | |
| 11 | Preparación de Mag. (Veloc. Torno) (y Pbs. Buit) | | | 40.0 | • | | | | |
| 12 | Maquinar - Cilindrar | | | 135.7 | • | | | | |

Carta de Flujo

FECHA: / / .

TALLER: _____

PIEZA: Eje montado con contrapunto

MATERIAL: Acero Inoxidable

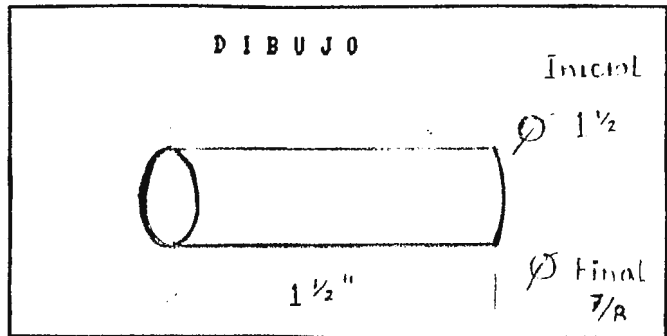
TAREA: Tornear

METODO: ACTUAL _____ PROPUESTO X

MATERIAL _____ OPERARIO X EQUIPO _____

ELABORADO POR: _____

OBSERVACIONES: _____



| RESUMEN | | | |
|---|----------|-----------|-----------|
| Actividad | Actual | Propuesto | Economia |
| <input checked="" type="checkbox"/> Operacion | 37 | 26 | " |
| <input type="checkbox"/> Transporte | | | |
| <input type="checkbox"/> Demora | | | |
| <input type="checkbox"/> Inspeccion | 10 | 3 | 7 |
| <input type="checkbox"/> Almacenam. | | | |
| <input type="checkbox"/> Distancia | | | |
| Tiempo(seg) | 1090 seg | 605.5 seg | 485.5 seg |

| No | DESCRIPCION DEL ELEMENTO | CANT. | DIST. (mts) | TIEN. (seg.) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|----|---|-------|-------------|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | Preparación de Pieza (Trozar medidas) | | | 75.3 | • | | | | |
| 2 | Preparación de herramientas | | | 12.0 | • | | | | |
| 3 | Montar herramienta | | | 10.7 | • | | | | |
| 4 | Montar pieza en plato | | | 18.3 | • | | | | |
| 5 | Verificar centrado de pieza | | | 10.0 | • | | | | |
| 6 | Preparación de Máquina (Veloc. Trm y R. B.) | | | 6.6 | • | | | | |
| 7 | Máquina: Reprentar | | | 13.7 | • | | | | |
| 8 | Montar broca con contrapunto | | | 10.7 | • | | | | |
| 9 | Acercar contrapunto | | | 10.3 | • | | | | |
| 10 | Máquina- Hacer centro con broca | | | 35.9 | • | | | | |
| 11 | Alejar contrapunto | | | 4.5 | • | | | | |
| 12 | Desmontar broca | | | 3.8 | • | | | | |

ANEXO # 15

Características del trabajo

Valores

| MATERIAL QUE SE HA DE TRABAJAR Y RESISTENCIA kg/mm ² | Cali- dad | Condiciones | | |
|--|--------------|---------------------------|-----------------------|-------------------------|
| | | Para desbastar | | |
| | | Velocidad de corte m/min. | Avance-val. aprox. mm | Profundidad de corte mm |
| Hierro y acero hasta 50 kg/mm ² | S 1 | 150-250 | 1 | hasta 10 |
| | S 2 | 50-150 | 1 | hasta 10 |
| | S 3 | 30- 80 | 1,5-2,5 | hasta 10 |
| Acero 50-60 kg/mm ² | S 1 | 110-200 | 1 | hasta 10 |
| | S 2 | 35-120 | 1 | hasta 10 |
| | S 3 | 25- 60 | 1-2 | hasta 10 |
| Acero 60-85 kg/mm ² | S 1 | 70-140 | 1 | hasta 10 |
| | S 2 | 22- 70 | 1 | hasta 10 |
| | S 3 | 15- 50 | 1-2 | hasta 10 |
| Acero 85-100 kg/mm ² | S 1 | 60-100 | hasta 1 | hasta 10 |
| | S 2 | 20- 65 | hasta 1 | hasta 10 |
| | S 3 | 10- 40 | hasta 1,5 | hasta 10 |
| Acero 100-140 kg/mm ² | S 1 | 45- 70 | 1 | 5-10 |
| | S 2 | 15- 50 | 1 | 5-10 |
| Acero 140-180 kg/mm ² | S 1 | 20- 40 | 0,5 | 5-10 |
| Acero inoxidable | S 1 | 50- 70 | 1 | 4- 8 |
| | S 2 | 20- 60 | 1 | 4- 8 |
| | S 3 | 10- 40 | hasta 2 | hasta 10 |
| Fundición de acero 50-70 kg/mm ² | S 1 | 60-100 | 1 | 5-10 |
| | S 2 | 22- 70 | 1 | 5-10 |
| | S 3 | 15- 60 | hasta 2 | hasta 10 |
| Fundición de acero 70-100 kg/mm ² | S 1 | 30- 60 | 1 | 5-10 |
| | S 2 | 15- 45 | 1 | 5-10 |
| | S 3 | 10- 30 | hasta 1,5 | hasta 10 |
| Acero al Mn. al 12 % | S 1 | 10- 20 | 0,3-0,5 | 3-10 |
| | S 2 | 8- 15 | 0,1-0,5 | hasta 10 |
| Hierro fundido hasta 180 Brinell | G 1 | 60-200 | hasta 1,5 | 5-10 |
| Hierro fundido de 180-250 Brinell | H 1 | 45- 70 | 1 | 5-10 |
| Hierro fundido de más de 250 Brinell | H 1 | 20- 50 | 1 | 4- 8 |
| Fundición en coquilla | H 1 | 30- 50 | 1 | 5-10 |
| Fundición dura | H 1 | hasta 10 | hasta 1 | hasta 10 |
| Cobre | G 1 | hasta 350 | hasta 1 | 3- 5 |
| Aluminio | G 1 | hasta 1.500 | hasta 1 | 5-10 |
| Duraluminio | G 1 | hasta 300 | hasta 1 | 5-10 |
| Bronce fosforoso | G 1 | hasta 250 | hasta 1 | 5-10 |
| Bakelita y mat. plást. | G 1 | hasta 200 | hasta 0,5 | 3- 5 |
| Carbón electrodos | G 2 | hasta 80 | hasta 1 | 5-10 |
| Mármol | H 1 | hasta 40 | hasta 0,5 | hasta 3 |
| Porcelana | H 1 | hasta 20 | hasta 0,5 | hasta 1 |
| Papel duro | H 1 | hasta 200 | hasta 0,5 | 3- 5 |

de torno con metal duro

medios

| de torneado | | | Angulos de corte | | |
|-----------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|----------------------------|
| Para afinar | | | Angulo de incidencia α° | Angulo de cuña β° | Ang. de desprendimiento γ° |
| Velocidad de corte m/min. | Avance val. aprox. mm | Profundidad de corte mm | | | |
| 250-350 75-200 50-100 | hasta 0,2 | 1 | 5- 8 | 65 | 3- 5 |
| | hasta 0,2 | 1 | 5- 8 | 65 | 3- 5 |
| | hasta 0,2 | 1 | 5- 8 | 65 | 3- 5 |
| 150-275 50-150 40-100 | hasta 0,2 | 1 | 5- 8 | 65 | 3- 5 |
| | hasta 0,2 | 1 | 5- 8 | 65 | 3- 5 |
| | hasta 0,2 | 1 | 5- 8 | 65 | 3- 5 |
| 140-200 40-150 30- 80 | hasta 0,2 | 1 | 5- 8 | 70 | 3- 5 |
| | hasta 0,2 | 1 | 5- 8 | 70 | 3- 5 |
| | hasta 0,2 | 1 | 5- 8 | 70 | 3- 5 |
| 100-150 30-110 20- 70 | hasta 0,2 | 1 | 5- 8 | 75 | 3- 5 |
| | hasta 0,2 | 1 | 5- 8 | 75 | 3- 5 |
| | hasta 0,2 | 1 | 5- 8 | 75 | 3- 5 |
| 70-100 22- 75 | 0,2 | 1 | 5- 8 | 80 | 3- 5 |
| | 0,2 | 1 | 5- 8 | 80 | 3- 5 |
| 40- 60 | 0,2 | 1 | 5- 8 | 84 | 3- 5 |
| | 0,2 | 1 | 5- 8 | 84 | 3- 5 |
| | 0,2 | 1 | 5- 8 | 84 | 3- 5 |
| 80-120 30- 90 20- 70 | hasta 0,2 | 1 | 5- 8 | 75 | 3- 5 |
| | hasta 0,2 | 1 | 5- 8 | 75 | 3- 5 |
| | hasta 0,2 | 1 | 5- 8 | 75 | 3- 5 |
| 100-150 35-110 25-100 | hasta 0,2 | 1 | 5- 8 | 75 | 3- 5 |
| | hasta 0,2 | 1 | 5- 8 | 75 | 3- 5 |
| | hasta 0,2 | 1 | 5- 8 | 75 | 3- 5 |
| 50- 80 25- 70 20- 60 | hasta 0,2 | 1 | 5- 8 | 80 | 3- 5 |
| | hasta 0,2 | 1 | 5- 8 | 80 | 3- 5 |
| | hasta 0,2 | 1 | 5- 8 | 80 | 3- 5 |
| 20- 35 | 0,2 | 1 | 4- 7 | 80 | 3- 5 |
| 100-250 | hasta 0,2 | 1 | 5- 8 | 75 | 3- 5 |
| 70-100 | 0,2 | 1 | 5- 8 | 75-80 | 3- 5 |
| 40- 70 | 0,2 | 1 | 4- 6 | 82-84 | 3- 5 |
| 70-100 | 0,2 | 1 | 5- 7 | 73 | 3- 5 |
| hasta 20 | 0,2 | 1 | 4 | 82-86 | 3- 5 |
| hasta 500 | 0,2 | 1 | 6- 8 | 56-57 | 5- 8 |
| hasta 2.500 | 0,2 | 1 | 8-10 | 45 | 5- 8 |
| hasta 400 | 0,2 | 1 | 5 | 80 | 3- 5 |
| hasta 350 | 0,2 | 1 | 4- 7 | 75 | 3- 5 |
| hasta 300 | 0,2 | 1 | 6- 8 | 66 | 5-10 |
| hasta 100 | 0,2 | 1 | 8 | 62 | 5-10 |
| hasta 40 | 0,2 | 1 | 4- 6 | 80 | 5-10 |
| hasta 30 | 0,2 | 1 | 4- 6 | 84 | 5-10 |
| hasta 300 | 0,2 | 1 | 10 | 50 | 5-10 |

ANEXO # 16

**CALCULO DE TIEMPOS PARA LA FABRICACION DE
POLEAS Y EJES**

Calculos de Maquinado

Cliente 1

Pieza: Polea de 2 canales con masa (Tipo A)

1) Refrentar

$$N = \frac{1000 (70)}{\pi (114.3 \text{ mm})} = 195 \text{ rpm}$$

$$N = \frac{V \times 1000}{\pi \times d}$$

Donde: V = Velocidad de corte
 d = Diametro de la pieza
 N = Rev. por minuto (RPM)

$$T = \frac{67.15 \text{ mm}}{(0.5) (195)} = 0.59 \text{ min} = 35.17 \text{ seg (por pasada)}$$

$$T = \frac{L}{S \times N}$$

Donde: L = longitud a maq.
 S = Avance de la herramienta de corte
 N = RPM
 T = Tiempo de maquinado

2) Cilindrar

$$N = 195$$

$$T = \frac{49.27 \text{ mm}}{0.5 (195)} = 0.505 \text{ min} \approx 30.32 \text{ seg (por pasada)}$$

3) Cilindrar (masa)

$$N = 195$$

$$T = \frac{8 \text{ mm}}{(0.5) 195} = 0.082 \text{ min} \approx 4.92 \text{ seg (por pasada)}$$

4) Mandrilar ($1/8$)

$$N = 195$$

$$T = \frac{49.27}{97.5} = 0.505 \text{ min} \approx 30.32 \text{ seg (por pasada)}$$

5) Refrentar

$$N = 195$$

$$T = \frac{41.27 - 28.57}{(0.5) (195)} = 0.13 \text{ min} = 7.81 \text{ seg}$$

Tiempo Total de la pieza: 1hr + 30 min

Cálculo de Maquinado

Cliente 2:

Pieza: Polea de 3 canales. Tipo A
(Tipo A = Canales de $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ ")

1) Refrentar masa

$$N = \frac{1000 V}{\pi d} = \frac{1000 (200)}{\pi (69.85)} = 456 \text{ rpm}$$

$$T = \frac{L}{S(N)} = \frac{34.93}{0.5 (456)} = 0.153 \text{ min} = 9.2 \text{ seg}$$

2) Refrentar cara lateral

$$N = \frac{1000 (100 \text{ m/min})}{\pi (330)} = 96 \text{ rpm}$$

$$T = \frac{4.763}{(0.5)(96)} = 0.099 \text{ min} \approx 5.96 \text{ seg (por pasada)}$$

3) Cilindrar superior ext.

$$N = \frac{1000 (100 \text{ m/min})}{\pi (330 \text{ mm})} = 96 \text{ rpm}$$

$$T = \frac{5 \text{ mm}}{0.5 (96)} = 1.28 \text{ min} = 76.8 \text{ seg}$$

4) Refrentar masa (con agujero)

$$N = \frac{1000 (200)}{\pi (69.85)} = 456 \quad T = \frac{15.8 \text{ mm}}{(0.5)(456)} = 0.692 \text{ min} \approx 4.16 \text{ seg}$$

5) Taladrar

$$N = \frac{1000 (100)}{\pi (330)} = 96 \text{ rpm}$$

$$T = \frac{66.67 \text{ mm}}{(0.5)(96)} = 1.39 \text{ min} \approx 83.34 \text{ seg}$$

6) Mandrilar

$$N = 96 \text{ rpm}$$

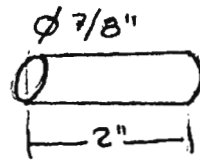
$$T = \frac{61.5 \text{ mm}}{0.5 (96)} = 1.28 \approx 76.8 \text{ seg}$$

Tiempo total de la pieza: 1 hr + 10 min

Calculos de Maquinado

Cliente 3

10 Ejes de Acero Inoxidable $\phi 7/8'' = 22.2 \text{ mm}$
 $L = 2'' = 50.8 \text{ mm}$



1) Refrentar

$$N = \frac{V \times 1000}{\pi \times d} = \frac{20 \times 1000}{\pi \times 22.2} = 286.7 \text{ rpm}$$

$$N = 286.7 \text{ rpm}$$

$$T = \frac{L}{(s)(N)} = \frac{11.1}{(0.5)(286.7)} = 0.077 \text{ min} = 0.08 \text{ min} \approx 4.6 \text{ seg} \approx 5 \text{ seg}$$

$$T = 5 \text{ seg} \times 2 \text{ pasadas} = 10 \text{ seg}$$

$$\underline{\text{Refrantar} = 10 \text{ seg.}}$$

2) Cilindrar

$$N = \frac{V \times 1000}{\pi \times d} = \frac{20 \times 1000}{\pi \times 22.2} = 286.7 \text{ rpm}$$

$$N = 286.7 \text{ rpm}$$

$$T = \frac{L}{(s)(N)} = \frac{50.8}{(0.5)(286.7)} = 0.35 \text{ min} = 21.3 \text{ seg}$$

$$T = 21.3 \text{ seg} \times 3 \text{ pasadas} = 63.9 \text{ seg}$$

$$\underline{\text{Cilindrar} = 63.9 \text{ seg}}$$

3) Pulir

$$N = \frac{V \times 1000}{\pi \times d} = \frac{45 \times 1000}{\pi \times 22.2} = 645.2$$

$$N = 645.2$$

$$T = \frac{L}{(s)(N)} = \frac{50.8}{(0.2)(645.2)} = 0.39 \text{ min} = 23.6 \text{ seg}$$

$$T = 23.6 \text{ seg} \times 2 \text{ pasadas} = 47.2$$

$$\underline{\text{Pulir} = 47.2}$$

$$\text{Tiempo total de maquinado} = 99.7 \text{ seg}$$

$$\text{Tiempo total de Elem. Comunes} = 372.6 \text{ seg}$$

$$\underline{472.8 \text{ seg}}$$

+ Suplemento

$$+ 15.5\% \Rightarrow$$

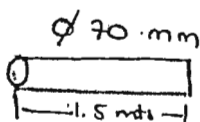
$$546.1 \text{ seg} = 9.1 \text{ min}$$

$$9.1 \text{ min} \times 10 = 91 \text{ min} \approx 1 \text{ hr} +$$

$$\underline{1 \text{ hr} + 30 \text{ min}}$$

Ciente # 4

2 Ejes de Acero $\varnothing 70 \text{ mm}$
 $L = 1.5 \text{ mts}$



Refrentar

$$N = \frac{V \times 1000}{\pi \times d} = \frac{50 \times 1000}{\pi \times 70} = 227.4$$

$$T = \frac{L}{(s)(N)} = \frac{35}{(0.5)(227.4)} = 0.3 \text{ min} \approx 18. \text{ seg}$$

$$T = 18.0 \text{ seg} \times 2 = 36.0 \text{ seg}$$

$$\underline{\text{Refrentar} = 36 \text{ seg}}$$

Cilindrar

$$N = \frac{V \times 1000}{\pi \times d} = \frac{100 \times 1000}{\pi \times 70} = 454.7$$

$$T = \frac{L}{(s)(N)} = \frac{1500}{(0.5)(454.7)} = 6.6 \text{ min} \approx 395.8 \text{ seg}$$

$$T = 395.8 \text{ seg} \times 2 = 791.7 \text{ seg}$$

$$\underline{\text{Cilindrar} = 791.7 \text{ seg}}$$

Pulir

$$N = \frac{V \times 1000}{\pi \times d} = \frac{75 \times 1000}{\pi \times 70} = 341 \text{ rpm}$$

$$T = \frac{L}{(s)(N)} = \frac{1500}{(0.2)(341)} = 21.9 \text{ min} \approx 1391 \text{ seg}$$

$$\underline{\text{Pulir} = 1391 \text{ seg}}$$

$$\text{Total del tiempo p/maquinado} = 2218.7 \text{ seg}$$

$$\text{Total tiempo de Elem. Comunes} = \underline{788.3 \text{ seg}}$$

$$3007.0$$

$$+ 15.5\%$$

$$= 3473.1 \text{ seg} \approx$$

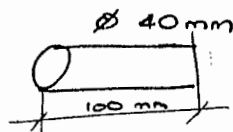
$$57.9 \text{ min} \times 2 \text{ Ejes} =$$

$$115.8 \text{ min} \approx 1 \text{ hr} + 56 \text{ min}$$

$$\approx \underline{2 \text{ hrs}}$$

Cliente # 5

6 Ejes de Acero ϕ 40 mm
L = 100 mm



1) Refrentar

$$N = \frac{V \times 1000}{\pi \times d} = \frac{50 \times 1000}{\pi \times 40} = 397.9$$

$$T = \frac{L}{(s)(N)} = \frac{20}{(0.5)(397.9)} = 0.1 \text{ min} = 6.03 \text{ seg}$$

$$6.03 \times 2 \text{ pasadas} = 12 \text{ seg}$$

Refrentar 12 seg

2) Cilindrar

$$N = \frac{V \times 1000}{\pi \times d} = \frac{50 \times 1000}{\pi \times 40} = 397.9$$

$$T = \frac{L}{(s)(N)} = \frac{100}{(0.5)(397.9)} = 0.5 \text{ min} = 30 \text{ seg}$$

$$30 \times 3 \text{ pasadas} = 90 \text{ seg}$$

Cilindrar 90 seg

3) Pulir

$$N = \frac{V \times 1000}{\pi \times d} = \frac{100 \times 1000}{\pi \times 40} = 795.9$$

$$T = \frac{L}{(s)(N)} = \frac{100}{(0.2)(795.9)} = 0.62 = 37.7 \text{ seg}$$

$$37.7 \text{ seg} \times 2 = 75.4 \text{ seg}$$

Pulir = 75.4 seg

Tiempo total de maquinado 177.4 seg

Tiempo total de Elem. Comunes 288.1 seg (Ver tablas)

465.5 seg

+ 15.5%

537.7 seg

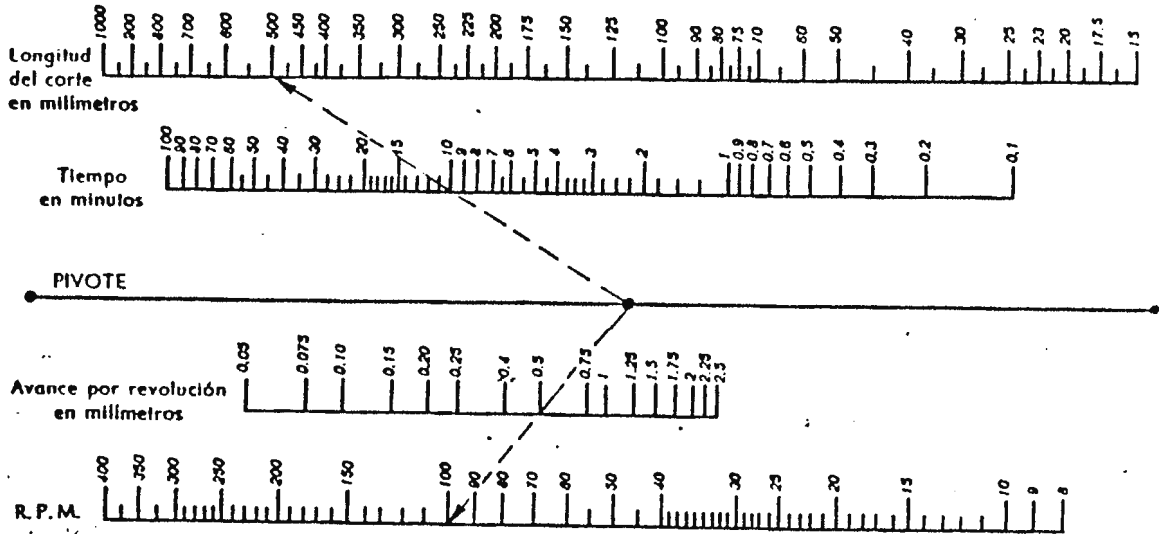
8.9 min = 9 min

9 min \times 6 Ejes = 54 min \approx 1 hr

CALCULADOR

para tiempos de fabricación en función de las revoluciones por minuto, avance por revolución y longitud del corte

Dimensiones métricas

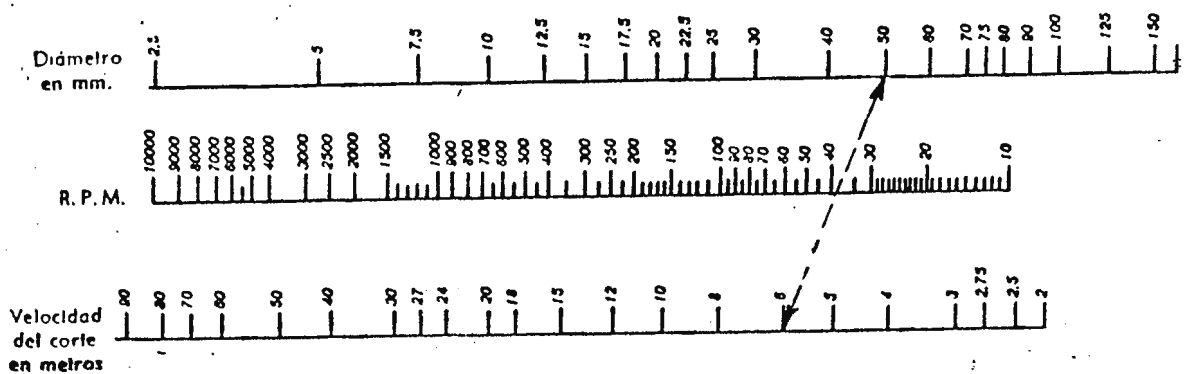


EJEMPLO

R. P. M. = 100. Avance = 0'5. Longitud del corte 500 mm.
 Seguir la dirección de las flechas unidas en el pivote y se encontrará la duración del corte = 10 minutos.

CALCULADOR PARA DETERMINAR REVOLUCIONES POR MINUTO R. P. M.

Dimensiones métricas



EJEMPLO

Velocidad del corte, 6 metros
 Diámetro en mm. 50
 R. P. M.: 38

INSTRUCCIONES PARA USARLO

Conocida la velocidad del corte en metros, con que debe trabajarse, unir por medio de una regla con el diámetro en mm.: el punto de intersección marca las R. P. M.

Anexo # 18

Tiempos para la fabricación de un Eje de Acero de 40 mm de diámetro y 100 mm de largo

| ELEMENTOS | TIEMPO (seg) |
|---|-------------------------|
| Preparación de herramientas | 12.0 |
| Tomar medidas antes de maquinar | 75.3 |
| Montar pieza en plato | 18.3 |
| Centrar pieza | 10.0 |
| Montar herramienta de corte para refrentar | 10.7 |
| Escoger velocidad de torno y posición del buril | 6.6 |
| Maquinar - Refrentar | 12.0 |
| Desmontar herramienta de corte | 3.8 |
| Montar broca para hacer punto | 10.7 |
| Aproximar contrapunto | 10.3 |
| Maquinar centro para sujetar pieza | 36.0 |
| Alejar contrapunto | 4.5 |
| Desmontar broca | 3.8 |
| Sujetar pieza con punto | 17.8 |
| Montar herramienta de corte para cilindrar | 10.7 |
| Escoger Velocidad de torno y posición del buril | 6.6 |
| Maquinar - Cilindrar | 90.0 |
| Verificar medidas | 17.3 |
| Escoger Velocidad de torno | 6.6 |
| Maquinar - Pulir | 75.4 |
| Verificar medidas | 17.3 |
| Desmontar pieza | 9.8 |
| Total de Tiempo (seg) | 465.5 |
| + 15.5% de Suplementos | 72.1 |
| TIEMPO ESTIMADO | 537.6 (9 min) |

ANEXO # 19

CALCULOS PARA DETERMINAR EL COSTO DE UNA PIEZA

Cálculo para determinar el precio de una pieza

- Pieza: Eje de Acero de $\phi = 70\text{ mm}$ y $L = 1.5\text{ mts.}$
- Cantidad 8 piezas

Tiempo Estimado de fabricación 8 hrs

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo Estimado}}{\text{Tiempo Real}}$$

Tiempo Real de fabricación: 7 hrs - 15 min

$$\text{Eficiencia} = \frac{8\text{ hrs}}{7.25\text{ hr}} = 1.103 = 110.3\%$$

La eficiencia pasa del 75%, por tanto tiene derecho el operario a que se le calcule el salario base a \$13.79 la hora. Esto se obtiene multiplicando la eficiencia por el salario base/hora.

$$\text{Sal} = 1.103 \times \$12.50$$

$$\text{Sal} = \underline{\$13.79}$$

La carga de mano obra directa que corresponde a ese trabajo se calcula de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{Carga M.O.D} &= \$13.79 \times 7.25\text{ hrs} \\ &= \underline{\$99.98} \end{aligned}$$

Costo Estimado

| | |
|----------------------|----------------------------|
| Mat. directos | \$ 600.- |
| M.O.D | \$ 100 (ef = 100%) |
| Carga fabril | \$ 335.2 (\$ 41.9 x 8 hrs) |
| G. Admon. | \$ 117.6 (\$ 14.7 x 8 hrs) |
| Costo de fabricación | <u>\$ 1,152.80</u> |

Costo Real

| |
|--------------------|
| \$ 600.- |
| \$ 99.98 |
| \$ 303.78 |
| \$ 106.56 |
| <u>\$ 1,110.32</u> |

Ganancia (36%) \$ 415.00

Precio del trabajo: \$ 1,567.80

GLOSARIO

- **Cola de Milano:** Espiga de ensamblaje, en forma de trapecio, más ancha por la cabeza que por el arranque. Adorno arquitectónico hecho de esta forma.

- **Eficacia:** Cumplimiento de objetivos propuestos.

- **Eficiencia:** 1. Relación entre el tiempo tipo de ejecución y el tiempo real de ejecución expresado generalmente en porcentaje. 2. Relación de los valores reales de ejecución (por ejemplo, número de piezas) y los valores tipo, expresada generalmente en tanto por ciento.

- **Procedimiento:** Es la secuencia o sucesión cronológica de operaciones o actividades con el fin de lograr una función.

- **Proceso:** Serie prevista de acciones u operaciones que hacen avanzar un material o procedimiento desde una fase de realización a otra.

- **Productividad:** Tasa de la producción real por unidad de tiempo trabajado. Es el cociente entre la cantidad producida y la cuantía de los recursos empleados en la producción.

- **Proporción:** Disposición, conformidad o correspondencia debida a las partes de una cosa con el todo o entre cosas relacionadas entre sí.
- **Therblig:** Nombre aplicado a los elementos básicos de trabajo que se utilizan en distintas secuencias y combinaciones para realizar todo trabajo manual y mental.

BIBLIOGRAFIA

ALFORD, L.P. / DR. ENG.,M.E.; "MANUAL DE LA PRODUCCION", EDITORIAL UTEHA, 1978, MEXICO.

CASILLAS, A.L.; "MAQUINAS - CALCULOS DE TALLER" EDITORIAL HISPANOAMERICANA, EDICION NO. 33 - 1984, ESPAÑA.

KOONTZ/O'DONNELLY, WEIHRICH; "ADMINISTRACION", EDITORIAL MCGRAW-HILL, OCTAVA EDICION EN ESPAÑOL.

KRICK, EDWARD V.; "INGENIERIA DE METODOS", EDITORIAL LIMUSA, NOVENA REIMPRESION 1989, MEXICO.

MAYNARD, H.B.; "MANUAL DE INGENIERIA Y ORGANIZACION INDUSTRIAL", EDITORIAL MCGRAW-HILL, TERCERA EDICION, NUEVA YORK.

MUNDEL, MARVIN E.; "ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS", EDITORIAL CONTINENTAL S.A. DE C.V., PRIMERA EDICION EN ESPAÑOL 1984, MEXICO.

NEUNER, JOHN J. W.,; "CONTABILIDAD DE COSTOS, PRINCIPIOS Y PRACTICA, TOMO I, NUEVA YORK.

VASQUEZ GALLARDO, BRAULIO, "CONTABILIDAD DE COSTOS, PLANIFICACION Y CONTROL, TOMO I", EDITORIAL

IBEROAMERICANA, MEXICO 1980.

NIEBEL, BENJAMIN W.; "INGENIERIA INDUSTRIAL, METODOS, TIEMPOS Y MOVIMIENTOS", EDITORIAL ALFAOMEGA, TERCERA EDICION 1990, MEXICO.

RAMIREZ PADILLA, DAVID, "CONTABILIDAD DE COSTOS", EDITORIAL MCGRAW-HILL, MEXICO 1986.

REYES PONCE, AGUSTIN.; "ADMINISTRACION DE PERSONAL, SEGUNDA PARTE", EDITORIAL LIMUSA, DECIMASEXTA REIMPRESION, 1986, MEXICO.

WAPOLE, R.E / MYERS R.H.; "PROBABILIDAD Y ESTADISTICAS PARA INGENIEROS", EDITORIAL INTERAMERICANA, TERCERA EDICION 1989.

BIBLIOTECA PROFESIONAL EPS; "TECNOLOGIA MECANICA TOMO II" EDICIONES DON BOSCO 1974, BARCELONA.

OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO (OIT); "INTRODUCCION AL ESTUDIO DEL TRABAJO", EDITORIAL LIMUSA, TERCERA EDICION 1986, MEXICO.

CODIGO DE TRABAJO DE LA REPUBLICA DE EL SALVADOR, 1993

ARTIGA REYES, ARIEL; TESIS: "DIAGNOSTICO TECNOLOGICO DE LA

INDUSTRIA METAL MECANICA DE EL SALVADOR", UCA 1992.

BONET RULL, JOSE ANTONIO; TESIS: "ANALISIS COMPARATIVO DE MODAPTS Y M.T.M. APLICADO A LA INDUSTRIA METALICA" UNIVERSIDAD CENTROAMERICANA JOSE SIMEON CAÑAS 1977.

COTO VEGA, MONTERROSA ANIBAL; TESIS: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE PLANIFICACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION ORIENTADO A LA INDUSTRIA METAL MECANICA EN EL SALVADOR", UNIVERSIDAD POLITECNICA DE EL SALVADOR, OCTUBRE DE 1989.

GONZALEZ, ARELY ABIGAIL; TESIS: "INDUSTRIA METAL MECANICA. ESTUDIO DE LA SUB-RAMA ELECTRICA". UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR 1978.

MEJIA JIMENEZ, LUIS ROBERTO; TESIS: "TECNICAS DE PLANIFICACION Y CONTROL PARA PROYECTOS". UNIVERSIDAD POLITECNICA DE EL SALVADOR, SEPTIEMBRE 1988.

MOLINA ARANA, ANA ROSA; TESIS: "ESTUDIO DE VIABILIDAD PARA LA CREACION DE UNA ASOCIACION COOPERATIVA DE AHORRO, CREDITO, APROVISIONAMIENTO COMERCIA Y PRODUCCION DE LA INDUSTRIA METAL MECANICA" UNIVERSIDAD POLITECNICA DE EL SALVADOR 1992.

RICARDO LIMA; "RECONVERSION INDUSTRIAL EN CENTROAMERICA:DIAGNOSTICO DE LA INDUSTRIA METAL MECANICA";

CEPAL, MAYO 1990.

BANCO CENTRAL DE RESERVA DE EL SALVADOR; REVISTA TRIMESTRAL, PUBLICACIONES DE LA GERENCIA DE ESTUDIOS ECONOMICOS, SEPTIEMBRE 1993

FUNDACION SALVADOREÑA PARA EL DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL: "INFORME SOBRE CLIMA DE NEGOCIOS Y ACTIVIDAD ECONOMICA" IV TRIMESTRE DE 1993.

FUNDACION SALVADOREÑA PARA EL DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL: "LA INDUSTRIA MANUFACTURERA EN EL SALVADOR", BOLETIN ECONOMICO Y SOCIAL # 65, ABRIL 1991.

CAMARA DE COMERCIO E INDUSTRIA DE EL SALVADOR: "INDICADORES ECONOMICOS" DIRECTORIO COMERCIAL E INDUSTRIAL 1993.