



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA  
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"  
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CATEDRA: INGENIERÍA DE METODOS

**DETERMINAR ESTRATEGIAS QUE  
PERMITAN MEJORAR EL PROCESO  
DE ALMACENAMIENTO DE  
MATERIA PRIMA EN  
DISTRIBUIDORA BOCAR, S.A.**

U  
N  
E  
X  
P  
O

**Profesor: Ing. Iván Turmero MSc**

**Elaborado por:**

- ◆ Bastardo Marilin
- ◆ Salmeron Alexi

**CIUDAD GUAYANA, Agosto 2006**



<b>ÍNDICE</b>	<b>PÁG</b>
INTRODUCCIÓN	4
<b><u>CAPÍTULO I: GENERALIDADES DE LA EMPRESA</u></b>	
1.1 Nombre de la empresa	5
1.2 Ubicación de la empresa	5
1.3 Descripción general del proceso	5
<b><u>CAPÍTULO II: EL PROBLEMA</u></b>	
2.1 Descripción de la empresa	8
2.2 Justificación	9
2.3 Alcance	10
2.4 Objetivos generales	11
2.5 Objetivos específicos	11
<b><u>CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO</u></b>	
4.1 Diagramas	12
4.2 Tipos de diagramas	13
4.3 Estudio de movimiento	23
4.4 Elementos que componen los diagramas	44
<b><u>CAPÍTULO VI: MARCO METODOLÓGICO</u></b>	
3.1 Tipo de estudio	70
3.2 Población y muestra	70
3.3 Instrumentos de recolección de información	71
3.3.1 Entrevistas no estructuradas	72
3.3.2 Observaciones directas	72



## **CAPÍTULO V: SITUACIÓN ACTUAL**

5.1 Descripción detallada del proceso de trabajo	73
5.2 Diagrama de proceso	74
5.3 Diagrama de flujo	76
5.4 Análisis general	77

## **CAPÍTULO VI: ESTUDIO DE TIEMPOS**

### **CÁLCULOS**

6.1 Estudio de tiempos	90
6.2 Tamaño de la muestra	90
6.3 Desviación Standard	91
6.4 Confiabilidad	91
6.5 Tiempo promedio	92
6.6 Intervalo de Confianza (LC)	92
6.7 Intervalo de la Muestra	93
6.8 Tiempo Standard	93
6.9 Condiciones de trabajo	96
6.10 Análisis de Tolerancia	98
6.11 Análisis de Resultados	99

CONCLUSIONES	101
RECOMENDACIONES	104
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA	106
ANEXO	107



## **INTRODUCCIÓN**

La Distribuidora BOCAR, S.A. es una empresa dedicada a la fabricación e instalación de productos elaborados en madera, específicamente la elaboración de equipos de oficinas, esta fue creada con la finalidad de atender la creciente demanda de este tipo de artículos en la zona. Desde hace muchos años el hombre a empleado la madera como materia prima para elaborar innumerables productos (casas, muebles, sillas, camas, etc.) con el fin de satisfacer sus necesidades

La eficiencia del servicio que presta la Distribuidora BOCAR, S.A. se evalúa en función de la calidad y tiempo de entrega de sus productos.

La importancia de este estudio se fundamenta en la necesidad de evaluar la eficiencia del proceso de fabricación de muebles en esta empresa, considerando que la misma ha tenido un crecimiento considerable en la demanda en los últimos años debido a que muchas de las empresas de la zona prescinden del servicio prestado por ella. Esta demanda esta afectando el normal funcionamiento de esta empresa debido a que se vienen ocasionado interrupciones en el proceso de fabricación de la misma, ya que al momento de recibir la materia prima la producción tiene que ser detenida debido a que existe una única puerta de acceso para la recepción de esta, las continuas interrupciones que se vienen presentando de alguna manera están ocasionando el retardo en la entrega de sus productos.

El estudio fue realizado por la aplicación de un diseño de investigación por muestra de tipo no experimental y descriptiva considerando, mediante la observación directa y objetiva de las operaciones del proceso de recepción de materia prima.



## **CAPÍTULO I**

### **GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

#### **Nombre de la empresa**

Distribuidora BOCAR, S.A.

#### **Ubicación de la empresa**

Distribuidora BOCAR, S.A. se encuentra ubicada geográficamente en el sector de Unare II, parque industrial ASOPEMIA – Módulo 6, Galpón N° 4, Puerto Ordaz - Edo Bolívar.

#### **Descripción general del proceso**

Las instalaciones de la Distribuidora BOCAR, S.A. están divididas en las siguientes zonas:

1. **Zona de Almacenamiento de Materia Prima:** La materia prima utilizada por esta empresa para la elaboración de sus productos es la madera, la cual es empleada para la fabricación de muebles de oficinas; ésta materia prima es adquirida a través del Aserradero Chirica, C.A., este proveedor se encarga de trasladar esta materia prima hasta las instalaciones de la empresa; una vez adquirida la madera, la misma es almacenada en un deposito ubicado en la parte posterior del galpón de esta empresa.



2. **Zona de Diseño:** En esta zona se clasifica la madera a utilizar de acuerdo a las especificaciones del cliente o según el requerimiento del mismo, además se toman las dimensiones del mueble.
3. **Zona de Corte:** Después de haber tomados las medidas del mueble a fabricar, se procede a cortar la madera quedando de esta manera una serie de piezas.
4. **Zona de Ensamblaje:** Una vez cortada la madera, la misma es transportada por el personal de la empresa hacia la zona de ensamblaje en donde se unen cada una de las piezas y de esta manera se obtiene el producto ya elaborado.
5. **Zona de Lijado:** En esta zona se procede a lijar el mueble ya armado, bien sea a través del lijado manual y/o con herramientas (lijadoras automáticas); además del tratamiento químico a la madera (aplicación de varias capas de sellador) con el fin de darle a la madera un buen acabado.
6. **Zona de Pintura:** Una vez que el mueble adquiere el acabado deseado, se procede a aplicar la pintura de acuerdo a los patrones ya establecidos por el cliente.
7. **Zona de Secado:** En esta zona se procede a colocar el mueble ya pintado en un horno (conformado por una serie de reflectores) para que este se seque y obtenga el brillo deseado, mejorando de esta manera el acabado final del mismo.



8. **Zona de Colocación de Accesorios:** En esta zona se procede a colocar los accesorios (tiradores, cerraduras, pletinas, entre otros) de acuerdo al equipo fabricado o a las exigencias del cliente.
  
9. **Zona de Almacenamiento de Productos Terminados:** Una vez que el mueble ha pasado por cada uno de los procesos de fabricación, el mismo es trasladado hasta la zona de almacenamiento de productos terminados, para luego ser transportado hasta el cliente.



## **CAPÍTULO II**

### **EL PROBLEMA**

Distribuidora BOCAR, S.A. es una empresa dedicada a la fabricación e instalación de productos elaborados en madera, específicamente la elaboración de equipos de oficinas.

Dentro de los principales clientes de esta empresa se encuentran algunas de las empresas básicas de la zona (EDELCA, VENALUM, ALCASA, entre otros); los cuales basan la mayoría de sus pedidos en muebles de oficinas; debido a la importancia de estos clientes y los tiempos establecidos para la entrega de los productos terminados, la empresa cuenta con un personal calificado (19 trabajadores en total) repartidos en las diferentes áreas o zonas, entre las que se encuentran el personal administrativo, chóferes, carpinteros, pintores, ayudantes, además de un staff de herramientas para cumplir a cabalidad sus funciones.

### **EL PROBLEMA**

La empresa cuenta con las herramientas necesarias y el personal calificado para cumplir con la demanda y exigencias de sus clientes, con el pasar del tiempo esta empresa ha adquirido prestigio a través de sus clientes por lo que ha aumentado la solicitud de demanda de los equipos que estos fabrican, esto ha ocasionado que las instalaciones de la empresa colapsen con el almacenamiento de la materia prima dentro de la misma, debido a que la infraestructura del local posee solamente una puerta de acceso, lo cual entorpece en muchas ocasiones el proceso de fabricación, ya que al momento del desembarque y traslado de la materia prima hasta la zona de almacenamiento se hace pasando por muchas de las zonas donde se





encuentra laborando el personal, considerando que el suministro de materia prima es constante dentro de empresa.

Al efectuarse la operación de almacenamiento de la materia prima en la empresa B.O.C.A.R. S.A se producen una serie de inconvenientes en el área de producción de la empresa, la falta de un método correcto que permita llevar la materia prima al área de almacenaje hace que ésta sea introducida a la empresa pasando por el área de producción, lo que ocasiona que se entorpezcan las actividades de producción dentro de la empresa ya que habría que detenerlas al momento en que la materia prima es conducida a su área de almacenaje.

Estas irregularidades traen como consecuencia la dilatación de los tiempos de entrega de pedidos impidiendo que la empresa cumpla a cabalidad con sus trabajos, aunado a esto tenemos que la demanda que tiene actualmente la empresa ha aumentado y es mucho mayor a la que tenía en sus comienzos.

## **JUSTIFICACION**

Esta investigación es de gran importancia, ya que se pretende buscar soluciones factibles a los distintos problemas presentes en Distribuidora BOCAR, S.A. Por esta razón se ha planteado la necesidad de realizar un estudio que permitiera un mejor método de recorrido y almacenamiento de materia prima para aumentar la producción de la empresa y cumplir con los plazos de entrega.

A fin de establecer mejoras del proceso en estudio, en una primera etapa se logró identificar los elementos que lo conforman y actualmente se presenta



un análisis de los procesos ya descritos con el objeto de optimizarlos a través del planteamiento de un nuevo método para minimizar y en el mejor de los casos eliminar las demoras en el proceso que generen costos ocultos, mejorando la efectividad de las operaciones involucradas. Además es de suma relevancia tratar de maximizar la eficiencia y calidad del proceso para mantener el nivel de prestigio que ha conseguido esta empresa durante los años que tiene realizando este tipo de actividades.

### **ALCANCE**

Dada la importancia que representa para la Distribuidora BOCAR, S.A. garantizar la continuidad del proceso productivo dentro de la empresa, es que surge la necesidad de que se realice un estudio, en el cual se propongan las mejoras al sistema de almacenamiento de materia prima dentro de esta empresa, a fin de reducir las paradas en los procesos al momento del desembarque de materia prima en esta empresa.



## OBJETIVOS

### ◆ **Objetivo General:**

Aplicar las técnicas del Estudio de Métodos para evaluar las operaciones de recorrido y almacenaje de materia prima en la empresa B.O.C.A.R. S.A

### ◆ **Objetivos específicos:**

1. Obtener toda la información requerida acerca de los hechos y entornos al proceso de fabricación de muebles de oficina.
2. Presentar la situación actual de manera clara y ordenada para su posterior análisis y estudio.
3. Elaboración de los diagramas de proceso, realizando el seguimiento al material como factor importante y primordial para la fabricación de muebles de oficina en madera.
4. Reubicación de los almacenes de materia prima, desechos y productos terminado de tal manera que sea la más rentable.
5. Plantear el proceso de reubicación.



6. Motivar el uso de los Implementos de Seguridad necesarios que permitan eliminar las Condiciones de Trabajos pocos seguros e ineficientes.
7. Fomentar el Mantenimiento preventivo y correctivos de los equipos y herramientas involucrados en el proceso de producción.
8. Determinar, a través del cronometraje, los tiempos promedios seleccionados.
9. Establecer la calificación de velocidad y efectividad del operario para ajustarlos al tiempo requerido en la realización de la actividad a un ritmo normal, logrando así eficiencia en el trabajo.
10. Estimar las formas cualitativas y cuantitativas de los factores de fatiga que afectan el rendimiento laboral del operario.
11. Determinar el tiempo estándar de la operación de corte en la elaboración de muebles de madera.



### **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **INGENIERÍA DE MÉTODOS**

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

La ingeniería de métodos se puede definir como el conjunto de procedimientos sistemáticos para someter a todas las operaciones de trabajo directo e indirecto a un concienzudo escrutinio, con vistas a introducir mejoras que faciliten mas la realización del trabajo y que permitan que este se haga en el menor tiempo posible y con una menor inversión por unidad producida, por lo tanto el objetivo final de la ingeniería de métodos es el incremento en las utilidades de la empresa.

#### **DIAGRAMAS**

Son representaciones que permiten presentar cualquier tipo de información, logrando presentar detalles de cualquier proceso y que sea entendida por cualquier persona.



Los diagramas son instrumentos que se utilizan para facilitar la tarea de observar, analizar y desarrollar los métodos empleados para ejecutar actividades, estos permiten abordarlas de forma ordenada y metódica.

Los diagramas que a continuación se describen son los empleados en los estudios de mejora de métodos:

- Diagrama de operaciones de proceso.
- Diagrama del proceso o flujo del proceso.
- Diagrama de flujo o recorrido.
- Diagrama hombre-maquina (s).
- Diagrama de cuadrilla.







### **DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO**

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones de taller o en máquinas, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado. Señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al ensamble con el conjunto o pieza principal. De igual manera que un plano o dibujo de taller presenta en conjunto detalles de diseño como ajustes, tolerancias y especificaciones, todos los detalles de fabricación o administración se aprecian globalmente en un diagrama de operaciones de proceso.



El diagrama de operaciones de proceso permite con claridad el problema, pues si no se plantea correctamente un problema difícilmente podrá ser resuelto.

Los símbolos usados en la confección de estos diagramas para agrupar las acciones que tienen lugar durante un proceso, se presentan a continuación:

-  **Operación:** Tiene lugar cuando en una operación se modifica intencionalmente a un objeto, cuando se dispone o prepara para otra operación, transporte, inspección o almacenaje. También tiene lugar una operación cuando se da o recibe información o cuando se hace un planteamiento, ó cálculo.
-  **Inspección:** Tiene lugar una inspección cuando se examina un objeto para su identificación o se somete a verificación en cuanto a cantidad o en cualquiera de sus características.
-  **Demora:** Tiene lugar una demora cuando las circunstancias, excepto las inherentes al cambio intencionado de las características físicas o químicas del objeto, no permiten la ejecución inmediata de la siguiente acción prevista.
-  **Transporte:** Tiene lugar un transporte cuando se mueve un objeto de un sitio para otro, excepto cuando el movimiento forma parte de una operación o es originado por el operario en el puesto de trabajo durante una operación o una inspección.
-  **Almacenaje:** Tiene lugar un almacenaje cuando un objeto se guarda o se protege de manera que no se pueda retirar sin la correspondiente autorización.
-  **Actividad combinada:** Cuando se desean indicar actividades realizadas a la vez o por el mismo puesto de trabajo, se combinan



los símbolos correspondientes a estas actividades. Por ejemplo el círculo colocado dentro del cuadrado representa la combinación de una operación y una inspección.

## **ELABORACIÓN DEL DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO**

Una operación ocurre cuando la pieza en estudio se transforma intencionalmente, o bien, cuando se estudia o planea antes de realizar algún trabajo de producción en ella. Algunos analistas prefieren separar las operaciones manuales de aquellas que se refieren a los trámites administrativos. Las operaciones manuales se relacionan con la mano de obra directa, mientras que los referentes a simples trámites (papeleo) normalmente son una parte de los costos directos o gastos.

Una inspección tiene lugar cuando la parte se somete a examen para determinar su conformidad con una norma o estándar.

Antes de empezar a construir el diagrama de operaciones del proceso, el analista debe identificarlo con un título escrito en la parte superior de la hoja. Se usan líneas verticales para indicar el flujo o curso general del proceso a medida que se realiza el trabajo, y se utilizan líneas horizontales que entroncan con las líneas de flujo verticales para indicar la introducción de material, ya sea proveniente de compras o sobre el que se ha hecho algún trabajo durante el proceso.

Los valores de tiempo deben ser asignados a cada operación e inspección. A menudo estos valores no están disponibles (en especial en el caso de inspecciones), por lo que los analistas deben hacer estimaciones de los tiempos necesarios para ejecutar diversas acciones.





## **UTILIZACIÓN DEL DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO**

Una vez que el analista ha terminado su diagrama de operaciones, deberá prepararse para utilizarlo. Debe revisar cada operación y cada inspección desde el punto de vista de los enfoques primarios del análisis de operaciones, los siguientes enfoques se aplican, en particular, cuando se estudia el diagrama de operaciones:

1. Propósito de la operación.
2. Diseño de la parte o pieza.
3. Tolerancias y especificaciones.
4. Materiales.
5. Proceso de fabricación.
6. Preparación y herramental.
7. Condiciones de trabajo.
8. Manejo de materiales.
9. Distribución en la planta.
10. Principios de la economía de movimientos.

El diagrama de operaciones ayuda a promover y explicar un método propuesto determinado. Como proporciona claramente una gran cantidad de información, es un medio de comparación ideal entre dos soluciones competidoras.

## **DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO**

Se aplica sobre todo a un componente de un ensamble o sistema para lograr la mayor economía en la fabricación, o en los procedimientos



aplicables a un componente o a una sucesión de trabajos en particular. Este diagrama de flujo es especialmente útil para poner de manifiesto costos ocultos como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Una vez expuestos estos periodos no productivos, el analista puede proceder a su mejoramiento.

Además de registrar las operaciones y las inspecciones, el diagrama de flujo de proceso muestra todos los traslados y retrasos de almacenamiento con los que tropieza un artículo en su recorrido por la planta. En él se utilizan otros símbolos además de los de operación e inspección empleados en el diagrama de operaciones. Una pequeña flecha indica transporte, que se define como el movimiento de un lugar a otro, o traslado, de un objeto, cuando no forma parte del curso normal de una operación o una inspección. Un símbolo como la letra **D** mayúscula indica demora o retraso, el cual ocurre cuando no se permite a una pieza ser procesada inmediatamente en la siguiente estación de trabajo. Un triángulo equilátero puesto sobre su vértice indica almacenamiento, o sea, cuando una pieza se retira y protege contra un traslado no autorizado. Cuando es necesario mostrar una actividad combinada, por ejemplo, cuando un operario efectúa una operación y una inspección en una estación de trabajo, se utiliza como símbolo un cuadro de 10mm (3/8 pulg) por lado con un círculo inscrito de este diámetro.

## **ELABORACIÓN DEL DIAGRAMA DE CURSO DE PROCESO**

Como el diagrama de operaciones, el de flujo de un proceso debe ser identificado correctamente con un título. La información mencionada comprende, por lo general, número de la pieza, número del plano,



descripción del proceso, método actual o propuesto, fecha y nombre de la persona que elabora el diagrama.

El símbolo de transporte se emplea para indicar el sentido de la circulación. Así, cuando hay flujo en línea recta se coloca el símbolo con la flecha apuntando a la derecha del papel, cuando el proceso se invierte o retrocede, el cambio de sentido o dirección se señala dibujando la flecha de modo que apunte a la izquierda. Si el proceso se efectúa en un edificio de varios pisos, una flecha apuntando hacia arriba indica que el proceso que se efectúa siguiendo esa dirección, y una flecha que apunte hacia abajo indicará que el flujo de trabajo es descendente.

Es importante indicar en el diagrama todas las demoras y tiempos de almacenamiento. No basta con indicar que tiene lugar un retraso o almacenaje. Cuanto mayor sea el tiempo de almacenamiento o retraso de una pieza, tanto mayor será el incremento en el costo acumulado y, por tanto, es de importancia saber qué tiempo corresponde a la demora o al almacenamiento.

El método más económico para determinar la duración de los retrasos y los almacenamientos consiste en marcar varias piezas o partes indicando la hora exacta en que fueron almacenadas o demoradas. Después hay que inspeccionar periódicamente la sección para ver cuándo regresaron a la producción las partes marcadas. El analista obtendrá valores de tiempo suficientemente exactos, si considera un cierto número de casos, registra el tiempo transcurrido y promedia luego los resultados.



## **UTILIZACIÓN DEL DIAGRAMA DE CURSO DE PROCESO**

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

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

1. Manejo de materiales.
2. Distribución de equipo en la planta.
3. Tiempo de retrasos.
4. Tiempo de almacenamientos.

## **DIAGRAMA DE RECORRIDO DE ACTIVIDADES**

Aunque el diagrama de curso de proceso suministra la mayor parte de la información pertinente relacionada con un proceso de fabricación, no es una representación objetiva en el plano del curso del trabajo. Algunas veces

Esta información sirve para desarrollar un nuevo método. Por ejemplo, antes de que pueda acortarse un transporte es necesario ver o visualizar dónde habría sitio para agregar una instalación o dispositivo que permita disminuir



la distancia. Asimismo, es útil considerar posibles áreas de almacenamiento temporal o permanente, estaciones de inspección y puntos de trabajo. La mejor manera de obtener esta información es tomar un plano de la distribución existente de las áreas a considerar en la planta, y trazar en él las líneas de flujo que indiquen el movimiento del material de una actividad a otra. Una representación objetiva o topográfica de la distribución de zonas y edificios, en la que se indica la localización de todas las actividades registradas en el diagrama de curso de proceso, se conoce como diagrama de recorrido de actividades.

Al elaborar este diagrama de recorrido el analista debe identificar cada actividad por símbolos y números que correspondan a los que aparecen en el diagrama de flujo de proceso. El sentido del flujo se indica colocando periódicamente pequeñas flechas a lo largo de las líneas de recorrido. Si se desea mostrar el recorrido de más de una pieza se puede utilizar un color diferente para cada una.

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

## **ANÁLISIS DE OPERACIONES**

Es la separación de las partes de un proceso para observar el funcionamiento específico de cada una, de esta forma llegar a conocer e incluso a optimizar el funcionamiento del proceso.



Cuando se emplea el análisis de métodos para diseñar un nuevo centro de trabajo o para mejorar uno, es útil presentar en forma clara y lógica la información actual (hechos) relacionada con el proceso.

La representación gráfica relativa a un proceso industrial o administrativo emplea generalmente ocho tipos de diagramas, cada uno de los cuales tiene aplicaciones específicas.

***UN PROBLEMA NO PUEDE RESOLVERSE CORRECTAMENTE SI NO SE PRESENTA EN FORMA ADECUADA.***

La ingeniería de métodos tiene por objeto idear procedimientos para incrementar la producción por unidad de tiempo y reducir los costos unitarios mientras se mantiene o mejora la calidad.

El procedimiento esencial del análisis de la operación es tan efectivo en la planeación de nuevos centros de trabajo como en el mejoramiento de los existentes. El paso siguiente a la presentación de los hechos en forma de diagrama de operaciones o de curso e proceso es la investigación de los enfoques del análisis de la operación. Debe considerarse que el análisis es un procedimiento que nunca puede considerarse completo.

La experiencia ha demostrado que prácticamente todas las operaciones pueden mejorarse si se estudian suficientemente. Puesto que el procedimiento del análisis sistemático es igualmente efectivo en industrias grandes y pequeñas, en talleres y en la producción en masa, se puede concluir que el análisis de la operación es aplicable a todas las actividades de fabricación, administración de empresas y servicios del gobierno.



## ENTORNO DE TRABAJO

Hay varios factores del entorno de trabajo que puedan afectar al desempeño del trabajo: iluminación, ruido, temperatura y humedad, calidad de aire. Estos factores influyen en la seguridad y bienestar general de los trabajadores.

Los términos análisis de operación, simplificación del trabajo e ingeniería de métodos se utilizan con frecuencia como sinónimos. En la mayoría de los casos se refieren a una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo, y en consecuencia reducir el costo por unidad. Sin embargo la ingeniería de métodos, implica trabajo de análisis en la historia de un producto. El ingeniero de métodos esta encargado de idear y preparar los centros de trabajo donde se fabricara el producto. Cuando más completo sea el estudio de métodos adicionales durante la vida del producto.

Además de los aspectos de comportamiento en el diseño de trabajos, hay otra faceta que merece consideración: el aspecto físico. De hecho, aunque es fuerte la influencia de la motivación y de las estructuras de grupo su importancia puede ser secundaria si el trabajo es demasiado exigente o esta mal diseñado desde el punto de vista físico.

### ◆ **TAREA MANUAL:**

Exige la fuerza de grandes grupos musculares del cuerpo, y dan lugar a fatiga general (manejo de cargamento).

### ◆ **TAREAS MOTRICES:**

Están sujetas al control del sistema nervioso central y la medición de su eficacia es la velocidad y precisión de los movimientos.



◆ **TAREAS MENTALES:**

Comprende la toma de decisiones rápidas como respuesta a ciertos estímulos, en este caso la medición es por lo general una combinación del tiempo necesario para responder.

**ESTUDIO DE MOVIMIENTOS**

Consiste en dividir el trabajo en los elementos más fundamentales posibles estudiar éstos independientemente y en sus relaciones mutuas, y una vez conocidos los tiempos que absorben ellos, crear métodos que disminuyan al mínimo el desperdicio de mano de obra.

Por otro lado tenemos que la O.I.T, aplica dos técnicas para llevar a cabo el Estudio del Trabajo, éstas son:

- El estudio de métodos que 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 sencillo y eficaces y de reducir los costos.
- La medición del trabajo es la aplicación de las técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida. Podemos aumentar la productividad a través del Estudio del Trabajo.





## **Problemas básicos que se presentan en la industria y que debe resolver el Estudio del Trabajo.**

1. Mala plantación.
2. Deficiencias administrativas.
3. Material defectuoso.
4. Inventarios erróneos.
5. Programación y supervisión deficientes.
6. Métodos ineficientes de producción.
7. Condiciones de Trabajo deficientes.
8. Mala distribución de la planta.
9. Ineficiencias del trabajador.
10. Márgenes excesivos de operación.

## **PROCEDIMIENTO DEL ESTUDIO**

### **SELECCIONAR EL TRABAJO.**

Como no se puede mejorar al mismo tiempo todos los ciclos de trabajo de la empresa, el primer paso es seleccionar el trabajo a estudiar. Los primeros trabajos cuyo método debe de mejorarse son los de mayor riesgo de accidentes, en los que se manipulen sustancias tóxicas para hacerlos más seguros.

En segundo lugar se debe dar preferencia a los trabajos cuyo valor represente un alto porcentaje sobre el costo del producto terminado, ya que las mejoras que se implementen por más pequeñas que sean, serán más interesantes económicamente que grandes mejoras aplicadas a otros de menos valor.



Se elegirán también los trabajos de gran repetición, pues por poca economía que se consiga en cada uno, se logrará un resultado muy apreciable en conjunto, y dentro de los trabajos repetitivos se deben preferir a los de larga duración, los que ocupen máquinas de mayor valor, o manejadas por operarios mejor pagados.

Finalmente se seleccionará los trabajos que sean cuello de botella (operaciones de mayor tiempo en una línea o que presentan problemas) retrasen el resto de la producción, también los trabajos claves de cuya ejecución dependen otros.

### **REGISTRAR.**

Es el registro de todos los detalles y hechos del trabajo con el fin de analizarlos y no-solo por obtener una historia o cuadro de cómo se están haciendo las cosas. Esto facilita el análisis de la operación, para el registro de procesos se utilizan los diagramas de proceso de operaciones, de flujo de recorrido, manpower, etc.

### **ANALIZAR LOS DETALLES.**

Para analizar un trabajo en forma completa, en el estudio de métodos se utiliza una serie de preguntas que deben aplicarse en cada detalle con el objeto de justificar la existencia, el lugar, el orden, la persona y la forma en que se ejecuta.

Las preguntas mencionadas y su forma de usarlas son las siguientes: ¿Por qué se hace?, ¿Para qué sirve? Las respuestas a estas dos preguntas nos justifican el propósito de cada detalle, esto nos viene a decir la razón de su existencia.



El siguiente paso es cuestionarse ¿dónde debe hacerse el detalle?  
¿Cuándo debe hacerse? ¿Quién debe hacerlo?

La pregunta dónde lleva a pensar y a investigar si el lugar, la máquina, en el que se hace el trabajo es la más conveniente.

La pregunta “cuándo debe hacerse” conduce a investigar el tiempo, es decir, sé el orden y la secuencia en que se ejecutan los detalles son los más adecuados.

La pregunta “quién debe hacerlo” nos hace pensar e investigar si la persona que está ejecutando el detalle es la más indicada.

Después de haber tratado de justificar el lugar, secuencia y persona, se debe tratar de justificar que la forma en que se está haciendo el detalle es la más correcta. Por lo tanto, debe contestarse la pregunta.

¿Cómo se hace el detalle? Esta pregunta llevará a buscar una mejor forma de hacerlo.

Estas preguntas proporcionan una forma de analizar un estudio de métodos, sin embargo la persona que realice este tipo de estudio debe de tener una mentalidad abierta y receptiva para toda aquella información que pueda obtener, ya sea mediante la observación o la comunicación.

Además un criterio estrictamente analítico, el estudio del método exige que esta mentalidad investigue las causas y no los efectos, registre los hechos, no las opciones y tome en cuenta las razones, no las excusas.



## DESARROLLO PARA UN NUEVO MÉTODO DE TRABAJO

A la hora de desarrollar un nuevo método es necesario considerar las respuestas obtenidas de las preguntas anteriores. Para así poder tomar las siguientes acciones:

### ➤ **Eliminar:**

Las operaciones o elementos innecesarios que se estén ejecutando en el proceso que afecten la eficiencia de la línea. Un ejemplo es cuando la ubicación de las piezas que utilizamos se encuentra en un estante lejos de nuestra estación de trabajo. Cuando necesitamos material tenemos que movilizarnos hasta el estante y luego devolvemos, esa operación la podemos eliminar colocando cajas con material en nuestras mesas o un estante al lado de la estación de trabajo.

### ➤ **Cambiar:**

Si se logra desarrollar un mejor método, en un lugar más conveniente, un orden más adecuado y en menor tiempo, se cambia y se ejecuta el nuevo método. Un ejemplo de esto es en un gimnasio, muchas personas tienden a tener lesiones por no saber o aplicar el método correcto de realizar los ejercicios, por lo que es necesario cambiar el método en el que se está ejecutando el ejercicio.

### ➤ **Simplificar:**

Todos aquellos detalles que no han podido ser eliminados, posiblemente puedan ser ejecutados en forma más fácil y rápida. Es más



fácil lavar en una lavadora que con la mano, este es un ejemplo de cómo se puede simplificar un trabajo.

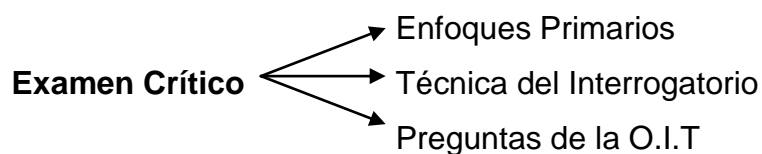
## APLICACIÓN DEL NUEVO MÉTODO

Antes de instalar una mejora es necesario tener la seguridad de que la solución es práctica bajo las condiciones de trabajo en que va a operar. Para no olvidar nada se debe hacer una revisión de la idea. Esta revisión deberá incluir como parte fundamental todos los aspectos económicos y de seguridad, así como otros factores: calidad del producto, cantidad de fabricación del producto, etc.

Si se logra el entendimiento y la cooperación de la gente, disminuirá enormemente las dificultades de implementación y prácticamente se asegurara el éxito. Recuerde que la cooperación no se puede exigir se tiene que ganar.

## EXAMEN CRÍTICO

Consiste en analizar, inspeccionar, revisar meticulosamente la información que se tiene sobre los procedimientos para lograr así las diversas soluciones probables a la mejora y optimización del trabajo.





## TÉCNICA DEL INTERROGATORIO

Es el medio por el cual se ejecuta el examen crítico, sometiendo a cada una de las actividades a una serie sistemática y progresiva de preguntas. Posee dos fases:

Las preguntas que se cuestionan son:

- Propósito:
  - ¿Qué se hace?
  - ¿Por qué se hace?
  - ¿Qué otra cosa podría hacerse?
  - ¿Qué debería hacerse?
  
- Lugar:
  - ¿Dónde se hace?
  - ¿Por qué se hace allí?
  - ¿En qué otro lugar podría hacerse?
  - ¿Dónde debería hacerse?
  
- Sucesión:
  - ¿Cuándo se hace?
  - ¿Por qué se hace entonces?
  - ¿Cuándo podría hacerse?
  - ¿Cuándo debería hacerse?
  
- Persona:
  - ¿Quién lo hace?
  - ¿Por qué lo hace esa persona?



¿Qué otra persona podría hacerlo?

¿Quién lo debería hacer?

○ Medios:

¿Cómo se hace?

¿Por qué se hace de ese modo?

¿De qué otro modo podría hacerse?

¿De qué otro modo debería hacerse?

## **MÉTODO DEL ANÁLISIS OPERACIONAL**

Los nueve enfoques primarios del análisis de la operación:

1. Finalidad de la operación.
2. Diseño de la pieza.
3. Tolerancias y especificaciones.
4. Material.
5. Proceso de manufactura.
6. Preparación y herramental.
7. Condiciones de trabajo.
8. Manejo de materiales.
9. Distribución del equipo en la planta.

## **FINALIDAD DE LA OPERACIÓN**

Una regla primordial a observar es tratar de eliminar o combinar una operación antes de mejorarla. Las operaciones innecesarias son frecuentemente resultado de una planeación inapropiada en el momento de iniciar el trabajo. Estas pueden originarse por la ejecución inapropiada de una



operación previa o cuando se introduce una operación para facilitar otra que la sigue.

## **DISEÑO DE LA PIEZA**

Los diseños no son permanentes y pueden cambiarse y si resulta un mejoramiento y la importancia del trabajo es significativa, entonces se debe realizar el cambio.

Algunas indicaciones para diseños de costo menor:

1. Reducir el número de partes, simplificando el diseño.
2. Reducir el número de operaciones y la magnitud de los recorridos en la fabricación uniendo mejor las partes y haciendo más fáciles el acabado a máquina y el ensamble.
3. Utilizar mejor material.
4. Liberalizar las tolerancias y confiar en la exactitud de las operaciones "clave" en vez de series de límites estrechos.

La simplificación del diseño se puede aplicar tanto a un proceso como a un producto. Los siguientes criterios se aplican al desarrollo de formas:

1. Mantener la simplicidad en el diseño de la forma, conservando la cantidad necesaria de información de entrada (escritura a mano, mecanografía, procesador de palabras) en un mínimo.
2. Dejar espacios amplios para cada elemento de la información, permitiendo el uso de diferentes métodos de entrada.
3. Ordenar en un patrón lógico la información de entrada.





4. Codificar la forma en colores para facilitar su distribución o encauzamiento.
5. Dejar márgenes adecuados para facilitar la aplicación de medios de archivos usuales.
6. Reducir las formas para terminales de computadoras, a una sola página.

## **TOLERANCIAS Y ESPECIFICACIONES**

Es común que este punto se considere al revisar el diseño. Sin embargo, generalmente esto no es adecuado y conviene considerar el asunto de las tolerancias especificaciones independientemente de los otros enfoques en el análisis de la operación.

Actualmente la "representación geométrica de dimensionamiento y fijación de tolerancias" es un lenguaje grafo técnico es ampliamente utilizado en las industrias manufactureras y organismos gubernamentales, como un medio para especificar la configuración geométrica o forma de una pieza en un dibujo en ingeniería, Esta técnica también proporciona información acerca de cómo debe inspeccionarse dicha parte a fin de asegurar el propósito del diseño.

Por consiguiente, las tolerancias geométricas proporcionan la tolerancia de las 11 características geométricas básicas: rectitud, planicie, perpendicularidad, angularidad, redondez, cilíndricidad, perfil, paralelismo, concentricidad, orientación localizadora y posición real.

Es importante señalar que los diseñadores tienen una tendencia natural a establecer especificaciones más rigurosas de lo necesario cuando desarrollan un producto. Generalmente se hace por dos razones (1) una falta



de comprensión de los elementos de costo y (2) la creencia de que es necesario especificar tolerancias y especificaciones más estrechas de lo realmente es necesario para hacer que los departamentos de fabricación se apeguen al intervalo de tolerancias requerido.

Mediante la investigación de tolerancias y especificaciones y la implantación de medidas correctivas en casos necesarios, se reducen los costos de inspección, se disminuye al mínimo el desperdicio, se abaten los costos de reparaciones y se mantiene una alta calidad.

## **MATERIAL**

Se deben tener en mente seis consideraciones relativas a los materiales directos e indirectos utilizados en un proceso:

1. Buscar un material menos costoso.
2. Encontrar materiales más fáciles de procesar.
3. Emplear materiales en forma más económica.
4. Utilizar materiales de desecho.
5. Usar más económicamente los suministros y herramientas.
6. Estandarizar los materiales.
7. Buscar el mejor proveedor desde el punto de vista del precio y surtido disponible.

## **PROCESOS DE MANUFACTURA**

Para el mejoramiento de los procesos de manufactura hay que efectuar una investigación de cuatro aspectos:



1. Al cambio de una operación, considerar los posibles efectos sobre otras operaciones.
2. Mecanización de las operaciones manuales.
3. Utilización de mejores máquinas y herramientas en las operaciones mecánicas.
4. Operación más eficiente de los dispositivos e instalaciones mecánicas.

## **PREPARACIÓN Y HERRAMENTAL**

El elemento más importante a considerar en todos los tipos de herramienta y preparación es el económico. La cantidad de herramental más ventajosa depende de:

1. La cantidad de piezas a producir
2. La posibilidad de repetición del pedido
3. La mano de obra que se requiere
4. Las condiciones de entrega
5. El capital necesario.

## **CONDICIONES DE TRABAJO**

Está comprobado que establecimientos que mantienen buenas condiciones de trabajo sobrepasan en producción a los que carecen de ellas. Por lo que hay un beneficio económico que se obtiene de la inversión en mantener buenas condiciones de trabajo.

Algunas consideraciones para lograr mejores condiciones de trabajo:

1. Mejoramiento del alumbrado.



2. Control de la temperatura.
3. Ventilación adecuada.
4. Control del ruido.
5. Promoción del orden, la limpieza y el cuidado de los locales.
6. Eliminación de elementos irritantes y nocivos como polvo, humo, vapores, gases y nieblas.
7. Protección en los puntos de peligro como sitios de corte y de transmisión de movimiento.
8. Dotación del equipo necesario de protección personal.
9. Organizar y hacer cumplir un programa adecuado de primeros auxilios.

## **MANEJO DE MATERIALES**

Las consideraciones a tomar en cuenta aquí son: tiempo, lugar, cantidad y espacio. Primero, el manejo de materiales debe asegurar que las partes, materia prima, material en proceso, productos terminados y suministros se desplacen periódicamente de lugar a lugar. Segundo, como cada operación del proceso requiere materiales y suministros a tiempo en un punto en particular, el eficaz manejo de los materiales asegura que ningún proceso de producción o usuario será afectado por la llegada oportuna del material no demasiado anticipada o muy tardía. Tercero, El manejo de materiales debe asegurar que el personal entregue el material en el lugar correcto. Cuarto, el manejo de materiales debe asegurar que los materiales sean entregados en cada lugar sin ningún daño en la cantidad correcta y Quinto, el manejo de materiales debe considerar el espacio para almacenamiento, tanto temporal como potencial.



## **DISTRIBUCIÓN DEL EQUIPO EN PLANTA**

El objetivo principal de la distribución efectiva del equipo en la planta es desarrollar un sistema de producción que permita la fabricación del número de productos deseado, con la calidad también deseada y al menor costo posible. Básicamente se tiene dos tipos de distribuciones de planta: en línea recta o por producto y el funcional o por proceso.

Sin importar el tipo de distribución, se deben en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Producción en serie: el material que se acumule al lado de una estación de trabajo, debe estar en condiciones de entrar a la siguiente operación.
2. Producción diversificada: Se debe permitir traslados cortos, el material debe estar al alcance del operario.
3. El operario debe tener fácil acceso visual a las estaciones de trabajo, principalmente en las secciones que requieren control.
4. Diseño de la estación, el operario debe poder cambiar de posición regularmente.
5. Operaciones en máquinas múltiples: El equipo se debe agrupar alrededor del operario.
6. Almacenamiento eficiente de productos: Se deben tener el almacenamiento de forma que se aminoren la búsqueda y el doble manejo.
7. Mayor eficiencia del obrero: Los sitios de servicios deben estar cerca de las áreas de producción.
8. En las oficinas, se debe tener una separación entre empleados de al menos 1.5 m.



## **PREGUNTAS DE LA O.I.T**

La Organización Internacional del Trabajo sugiere una serie de preguntas para ser aplicadas en el interrogatorio, a la hora de realizar un estudio de métodos, profundizando con más detalle cada aspecto que se desea investigar.

## **ESTUDIO DE TIEMPOS**

Esta actividad implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido de trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables.

Existen varios tipos de técnicas que se utilizan para establecer un estándar, cada una acomodada para diferentes usos y cada uso con diferentes exactitudes y costos. Algunos de los métodos de medición de trabajo son:

1. Estudio del tiempo
2. Datos predeterminados del tiempo.
3. Datos estándar.
4. Datos históricos.
5. Muestreo de trabajo.



## **OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS**

- Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos
- Conservar los recursos y minimizan los costos
- Efectuar la producción sin perder de vista la disponibilidad de energéticos o de la energía
- Proporcionar un producto que es cada vez más confiable y de alta calidad del estudio de movimientos
- Eliminar o reducir los movimientos ineficientes y acelerar los eficientes

## **ESTUDIO DE TIEMPOS CON CRONÓMETROS**

Antes de realizar un estudio con cronómetro, se debe saber:

1. Identificar el estudio:
  - N° de estudio
  - N° de hojas
  - Nombre del tomador de Datos
  - Fecha del estudio
  - Quien aprueba el estudio
2. Información que permita identificar:
  - El producto pieza
  - Nombre del producto
  - N° de pieza



- N° de plano del producto

3. Información para identificar:

- Nombre
- Número
- Categoría

4. Duración del Estudio:

- Inicio
- Término
- Duración o tiempo transcurrido
- Dato Medido
- Dato Estándar

5. Condiciones de Trabajo:

- Croquis o plano del lugar de trabajo.
- Iluminación, ventilación, ruido, temperatura, etc.
- Espacios de trabajo, herramientas, etc.

**Cronómetros.**

1. Cronómetro decimal de minutos (de 0.01 min)
2. Cronómetro decimal de minutos (de 0.001 min)
3. Cronómetro decimal de horas (de 0.0001 de hora)
4. Cronómetro electrónico.
5. Cronómetros electrónicos auxiliados por computadora.

**El cronómetro decimal de minutos (de 0.01)** Tiene su carátula con 100 divisiones y cada una de ellas corresponde a 0.01 de minuto. Por lo tanto, una vuelta completa de la manecilla mayor requerirá un minuto. El





cuadrante pequeño del instrumento tiene 30 divisiones, correspondiendo cada una a un minuto. Por cada revolución de la manecilla mayor, la manecilla menor se desplazará una división, o sea, un minuto. (Ver anexo 12).

**El cronómetro decimal de minutos de 0.001 min**, es parecido al cronómetro decimal de minutos de 0.01 min. En el primero cada división de la manecilla mayor corresponde a un milésimo de minuto. De este modo, la manecilla mayor o rápida tarda 0.10 min., en dar una vuelta completa en la carátula, en vez de un minuto como en el cronómetro decimal de minutos de 0.01 min. Se usa este aparato sobre todo para tomar el tiempo de elementos muy breves a fin de obtener datos estándares. En general, el cronómetro de 0.001 min., no tiene corredera lateral de arranques sino que se pone en movimiento, se detiene y se vuelve a cero oprimiendo sucesivamente la corona. La adaptación especial de cronómetro decimal de minutos cuyo uso juzgan conveniente muchos de los analistas de tiempos. Las manecillas largas dan una vuelta completa en 0.01 de minuto. El cuadrante pequeño está graduado en minutos y una vuelta completa de su aguja marca 30 min. (Ver anexo 13).

Para arrancar este cronómetro se oprime la corona y ambas manecillas rápidas parten de cero simultáneamente. Al terminar el primer momento se oprime el botón lateral, lo cual detendrá únicamente la manecilla rápida inferior. El análisis de tiempos puede observar entonces el tiempo en que transcurrió el elemento sin tener la dificultad de leer una aguja o manecilla en movimiento. A continuación se oprime el botón lateral y la manecilla inferior se une a la superior, la cual ha seguido moviéndose ininterrumpidamente. Al finalizar el segundo elemento se vuelve a oprimir el botón lateral y se repite el procedimiento.



**El cronómetro decimal de hora**, tiene la carátula mayor dividida en 100 partes, pero cada división representa un diezmilésimo (0.0001) de hora. Una vuelta completa de la manecilla mayor de este cronómetro marcará, por lo tanto, un centésimo (0.01) de hora, o sea 0.6 min. La manecilla pequeña registra cada vuelta de la mayor, y una revolución completa de la aguja menor marcará 18 min., o sea 0.30 de hora (Ver anexo 4). En el cronómetro decimal de horas las manecillas se ponen en movimiento, se detienen y se regresan a cero de la misma manera que en el cronómetro decimal de minuto de 0.01 min.

Todos los cronómetros deben ser revisados periódicamente para verificar que no están proporcionando lecturas “fuera de tolerancia”. Para asegurar que haya una exactitud continua en las lecturas, es esencial que los cronómetros tengan un mantenimiento apropiado. Deben estar protegidos contra humedad, polvo y cambios bruscos de temperatura. Se les debe proporcionar limpieza y lubricación regulares (una vez por año es adecuado). Si tales aparatos no se emplean regularmente, se les debe dar cuerda y dejarlos marchar hasta que se les acabe una y otra vez.

Se dispone actualmente de **cronómetros** totalmente **electrónicos** (Ver anexo 14), y éstos proporcionan una resolución de un centésimo de segundo y una exactitud de  $\pm 0.002\%$ . Cuando el instrumento está en el modo de regreso rápido (*snapback*), pulsando el botón de lectura se registra el tiempo para el evento y automáticamente regresa a cero y comienza a acumular el tiempo para el siguiente, cuyo tiempo se exhibe apretando el botón de lectura al término del suceso.



Los cronómetros electrónicos operan con baterías recargables. Normalmente éstas deben ser recargadas después de 14 horas de servicio continuo. Los cronómetros electrónicos profesionales tienen integrados indicadores de funcionamiento de baterías, para evitar una interrupción inoportuna de un estudio debido a falla de esos elementos eléctricos.

**Para el estudio de tiempos se utilizan generalmente dos tipos de cronómetro:**

**Cronómetro ordinario o continuo (modo acumulativo):** el reloj muestra el tiempo total transcurrido desde el inicio del primer elemento.

**VENTAJAS:**

1. Los elementos regulares y los extraños, pueden seguirse etapa por etapa, todo el tiempo puede ser tomado en consideración.
2. Se puede comprobar la exactitud del cronometraje, es decir; que el tiempo transcurrido en el estudio debe ser igual al tiempo cronometrado para el último elemento del ciclo registrado.

**DESVENTAJA:**

1. El gran número de restas que hay que hacer para determinar los tiempos de cada elemento, lo que prolonga muchísimo las últimas etapas del estudio.

**Cronómetro vuelta a cero:** el reloj muestra el tiempo de cada elemento y automáticamente vuelve a cero para el inicio de cada elemento.



Algunos relojes de representación numérica o digitales los construyen integrados en el tablero de apoyo, con dos pantallas: la de tiempo para cada evento (modo vuelta a cero) y la del tiempo total (modo acumulativo).

### **VENTAJAS:**

1. Se obtiene directamente el tiempo empleado en ejecutar cada elemento.
2. El analista puede comprobar la estabilidad o inestabilidad del operario en la ejecución de su trabajo.

### **DESVENTAJAS:**

1. Se pierde algún tiempo entre la reacción mental y el movimiento de los dedos al pulsar el botón que vuelve a cero las manecillas.
2. No son registrados los elementos extraños que influyen en el ciclo de trabajo y por consiguiente no se hace mas nada por eliminarlos.

Es difícil tener en cuenta el tiempo total empleado en relación con el tiempo concedido.

### **HERRAMIENTAS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS POR CRONÓMETRO**

Es deseable que el tiempo sea exacto, comprensible y verificable. Algunas de las herramientas esenciales necesarias para el analista de tiempo en la realización de un buen estudio de tiempo incluyen:

1. Reloj para estudio de tiempo con pantalla digital (electrónico) o cronometro manual (mecánico).



2. Tablero de apoyo con sujetador: para sujetar los formatos para el estudio de tiempo.
3. Formato para el estudio de tiempos: repetitivo y no repetitivo, permiten apuntar los detalles escritos que deben incluirse en el estudio.
4. Lápiz.
5. Cinta métrica, regla o micrómetro, según sean las distancias involucradas y la precisión con que se necesiten medir.
6. Calculadora o computadora personal (PC), para hacer los cálculos aritméticos que intervienen en el estudio de tiempo.

### **REGLAS PARA SELECCIONAR ELEMENTOS**

Los elementos deberán ser de fácil identificación, con inicio y termino claramente definido. El comienzo o fin puede ser reconocido por medio de un sonido, por ejemplo, cuando se enciende la luz, se inicia o termina un movimiento básico.

Los elementos deben ser todo lo breves posible. Se ha de separar los elementos manuales de los de máquina, durante los manuales es el operario el que puede reducir el tiempo de ejecución según el interés y la habilidad que tenga, puesto que dependen de las velocidades, avances, etc. Que se hayan señalado.

### **CLASE DE ELEMENTOS**

Elementos regulares y repetitivos: Son los que aparecen una vez en cada ciclo de trabajo. Ejemplo: el poner y quitar piezas en la máquina.

Elementos casuales o irregulares: Son los que no aparecen en cada ciclo del



trabajo, sino a intervalos tanto regulares como irregulares. Ejemplo: recibir instrucciones del supervisor, abastecer piezas en bandejas para alimentar una máquina.

**Elementos extraños:** Son los elementos ajenos al ciclo de trabajo y en general indeseables, que se consideran para tratar de eliminarlos. Ejemplo: las averías en las maquinas.

**Elementos manuales:** Son los que realiza el operario y puede ser:

**Manuales sin máquina:** Con independencia de toda máquina. Se denomina también libre, porque su duración depende de la actividad del operario.

**Manuales con máquina:**

- a. Con máquina parada, como el quitar o poner una pieza.
- b. Con la máquina en marcha, que se efectúa el operario mientras trabaja la máquina automáticamente. Aunque no intervienen en la duración del ciclo, interesa considerarlos porque forman parte de la saturación del operario.

**Elementos de máquina:** Son los que realiza la maquina. Pueden ser:

- De máquina con automático y, por lo tanto, sin manipulación del operario.
- De máquina con avance manual, en cuyo caso la máquina trabaja controlada por el operario.



**Elementos constantes:** Son aquellos cuyo tiempo de ejecución es siempre igual; ejemplo, encender la luz, verificar la pieza, atornillar y apretar una tuerca; colocar la broca en el mandril.

**Elementos variables:** Son los elementos cuyo tiempo depende de una o varias variables como dimensiones, peso, calidad, etc. ejemplo, aserrar madera a mano, llevar una carretilla con piezas a otro departamento. Una vez que tenemos registrada toda la información general y la referente al método normalizado de trabajo, la siguiente fase consiste en hacer la medición del tiempo de la operación. A esta tarea se le llama comúnmente cronometraje.

## **SELECCIÓN DEL OPERADOR Y ESTRATEGIA A SEGUIR**

El primer paso para iniciar un estudio de tiempos se hace a través del jefe del departamento o del supervisor de línea. Después de revisar el trabajo en operación, tanto el jefe como el analista de tiempos deben estar de acuerdo en que el trabajo está listo para ser estudiado. Si más de un operario está efectuando el trabajo para el cual se van a establecer sus estándares, varias consideraciones deberán ser tomadas en cuenta en la selección del operario que usará para el estudio. En general, el operario de tipo medio o el que está algo más arriba del promedio, permitirá obtener un estudio más satisfactorio que el efectuado con un operario poco experto o con uno altamente calificado. El operario medio normalmente realizará el trabajo consistente y sistemáticamente. Su ritmo tenderá a estar en el intervalo aproximado de lo normal, facilitando así al analista de tiempos el aplicar un factor de actuación correcto.

Por supuesto, el operario deberá estar bien entrenado en el método a



utilizar, tener gusto por su trabajo e interés en hacerlo bien. Debe estar familiarizado con los procedimientos del estudio de tiempos y su práctica, y tener confianza en los métodos de referencia así como en el propio analista. Es deseable que el operario tenga espíritu de cooperación, de manera que acate de buen grado las sugerencias hechas por el supervisor y el analista.

Algunas veces el analista no tendrá oportunidad de escoger a quién estudiar cuando la operación es ejecutada por un solo trabajador. En tales casos el analista debe ser muy cuidadoso al establecer su calificación de actuación, pues el operario puede estar actuando en uno u otro de los extremos de la escala. En trabajo en que participa un solo operario, es muy importante que el método empleado sea el correcto y que el analista aborde al operario con mucho tacto.

### **TRATO CON EL OPERARIO**

De la técnica usada por el analista del estudio de tiempos para establecer contacto con el operario seleccionado dependerá mucho la cooperación que reciba. A este trabajador deberá tratársele amistosamente e informársele que la operación va a ser estudiada. Debe dársele oportunidad de que haga todas las preguntas que desee acerca de cosas como técnica de toma de tiempos, método de evaluación y aplicación de márgenes. En casos en que el operario sea estudiado por primera vez, el analista debe responder a todas las preguntas sincera y pacientemente. Además, debe animar al operario a que proporcione sugerencias y, cuando lo haga, éstas deberán recibirse con agrado demostrándole que se respeta su habilidad y sus conocimientos.





El analista debe mostrar interés en el trabajo del operario, y en toda ocasión ser justo y franco en su comportamiento hacia el trabajador. Esta estrategia de acercamiento hará que se gane la confianza del operario, y el analista encontrará que el respeto y la buena voluntad obtenidos le ayudarán no sólo a establecer un estándar justo, si no que también harán más agradables los trabajos futuros que les sean asignados en el piso de producción.

## **ANÁLISIS DE MATERIALES Y MÉTODOS**

Tal vez el error más común que suele cometer el analista de tiempos es el de no hacer análisis y registros suficientes del método que se estudia. La forma impresa para el estudio de tiempos ilustrada (Ver anexo 6), tiene espacio para un croquis o una fotografía del área de trabajo. Si se hace un esquema, deberá ser dibujado a escala y mostrar todos los detalles que afecten al método. El croquis mostrará claramente la localización de los depósitos de la materia prima y las partes determinadas, con respecto al área de trabajo. De este modo las distancias a que el operario debe moverse o caminar aparecerán claramente. La localización de todas las herramientas que se usan en la operación deben estar indicadas también, ilustrando así el patrón de movimientos utilizando en la ejecución de elementos sucesivos.

## **REGISTRO DE INFORMACIÓN SIGNIFICATIVA**

Debe anotarse toda información acerca de máquinas, herramientas de mano, plantillas o dispositivos, condiciones de trabajo, materiales en uso, operación que se ejecuta, nombre del operador y número de tarjeta del operario, departamento, fecha del estudio y nombre del tomador de tiempos. Tal vez todos estos detalles parezcan de escasa importancia a un



principiante, pero la experiencia le demostrará que cuanto más información pertinente se tenga, tanto más útil resultará el estudio en los años venideros. El estudio de tiempos debe constituir una fuente para el establecimiento de datos de estándares y para el desarrollo de fórmulas. También será útil para mejoras de métodos, evaluación de los operarios y de las herramientas y comportamiento de las máquinas.

Hay varias razones para tomar nota de las condiciones de trabajo. En primer lugar, las condiciones existentes tienen una relación definida con el "margen" o "tolerancia" que se agrega al tiempo normal o nivelado. Si las condiciones se mejoraran en el futuro, puede disminuir el margen por tiempo personal, así como el de fatiga. Recíprocamente, si por alguna razón llegara a ser necesario alterar las condiciones de trabajo, de manera que fueran peores que cuando el estudio de tiempos se hizo por primera vez, es lógico que el factor de tolerancia o margen debería aumentarse.

Si las condiciones de trabajo que existían durante el estudio fueran diferentes de las condiciones normales que existen en el mismo, tendrían un efecto determinando en la actuación normal del operario. Por ejemplo, si en un taller de forja por martinete se hiciera el estudio durante un día de verano muy caluroso, es de comprender que las condiciones de trabajo serían peores de lo normal y la actuación del operario reflejaría el efecto del intenso calor.

Las materias primas deben ser totalmente identificadas dando información tal como tamaño, forma, peso, calidad y tratamientos previos.

La operación que está siendo efectuada se describe específicamente. Por ejemplo, indicar "brochalado de ranura para cuña de pulg. por pulg. en



agujero de 1 pulg. es considerablemente más explícito que la descripción "bróchala ranura". Podría haber varios diámetros interiores en una pieza, cada uno con diferentes ranuras, y a no ser que el agujero que está siendo brochalado se especifique bien y se indique el tamaño de la ranura, pudieran ocasionarse malas interpretaciones.

El operario en estudio debe ser identificado por su nombre y número de tarjeta de asistencia. Sería muy fácil encontrar en una misma compañía a dos José López. Por otro lado, el número de tarjeta no bastaría para identificar inequívocamente al trabajador, ya que los cambios de turno o rotación de personal hacen que se asigne el mismo número de tarjeta a más de un empleado durante varios años.

## **POSICIÓN DEL OBSERVADOR**

Una vez que el analista ha realizado el acercamiento correcto con el operario y registrado toda la información importante, está listo para tomar el tiempo en que transcurre cada elemento.

El observador de tiempos debe colocarse unos cuantos pasos detrás del operario, de manera que no lo distraiga ni interfiera en su trabajo. Es importante que el analista permanezca de pie mientras hace el estudio. Un analista que efectuara sus anotaciones estando sentado sería objeto de críticas por parte de los trabajadores, y pronto perdería el respeto del personal del piso de producción. Además, estando de pie el observador tiene más facilidad para moverse y seguir los movimientos de las manos del operario, conforme se desempeña en su ciclo de trabajo.



En el curso del estudio, el tomador de tiempos debe evitar toda conversación con el operario, ya que esto tendería a modificar la rutina de trabajo del analista y del operario u operador de máquina.

## **DIVISIÓN DE LA OPERACIÓN EN ELEMENTOS**

Para facilitar la medición, la operación se divide en grupos de therbligs conocidos como "elementos". A fin de descomponer la operación en sus elementos, el analista debe observar al trabajador durante varios ciclos. Sin embargo, si el ciclo es relativamente largo (más de 30 min), el observador debe escribir los elementos mientras realiza el estudio. De ser posible, los elementos en los que se va a dividir la operación deben determinarse antes de comenzar el estudio. Los elementos deben dividirse en partes lo más pequeñas posibles, pero no tan finas que se sacrifique la exactitud de las lecturas. Divisiones elementales de aproximadamente 0.04 min (2.4 seg.) son las más pequeñas susceptibles de ser leídas consistentemente por un analista de tiempos experimentado. Sin embargo, se puede registrar con facilidad un elemento tan corto como de 0.02 min.

Para identificar el principio y el final de los elementos y desarrollar consistencia en las lecturas cronométricas de un ciclo a otro, deberá tenerse en consideración tanto el sentido auditivo como el visual. De este modo los puntos terminales de los elementos pueden asociarse a los sonidos producidos, como cuando una pieza terminada en fundición, cuando una broca irrumpe en la pieza que se taladra y cuando un par de micrómetros se dejan en el banco o mesa del trabajo. Cada elemento debe registrarse en su orden o secuencia apropiados e incluir una división básica del trabajo que termine con un sonido o movimientos distintivos.



Los analistas de tiempos de una misma compañía adoptan frecuentemente una división estándar de elementos para determinadas clases de máquina, con objeto de asegurar uniformidad al establecer puntos terminales. El tener elementos estándares como base para la división de una operación es de especial importancia en el establecimiento de datos estándares.

Las reglas principales para efectuar la división en elementos son:

1. Asegúrese de que son necesarios todos los elementos que se efectúan. Si se descubre que algunos son innecesarios, el estudio de tiempos debería interrumpirse y llevar a cabo un estudio de métodos para obtener el método apropiado.
2. Conservar siempre por separado los tiempos de máquina y los correspondientes a ejecución manual.
3. No combinar constantes con variables.
4. Seleccionar elementos de manera que sea posible identificar los puntos terminales por algún sonido característico.
5. Seleccionar los elementos de modo que puedan ser cronometrados con facilidad y exactitud.

Al dividir un trabajo en elementos, el analista debe conservar por separado el tiempo de máquina o de corte, del tiempo de esfuerzo o manipulación. Del mismo modo, los elementos constantes (o sea, aquellos elementos cuyos tiempos no varían dentro de un intervalo de trabajo específico) deberían mantenerse separados de los elementos variables (aquellos cuyos tiempos varían en un intervalo especificado).



Una vez que se realiza la adecuada separación de todos los elementos que constituyen una operación, será necesario que se describa cada elemento con toda exactitud. El final o terminación de un elemento es, automáticamente, el comienzo del que le sigue y suele llamarse "punto terminal" (*breaking point*). La descripción de este punto terminal debe ser tal que pueda ser reconocido fácilmente por el observador. Esto es especialmente importante cuando el elemento no incluye sonido alguno en su terminación. Tratándose de elementos de operaciones de corte, la alimentación, la velocidad, la profundidad y la longitud del corte deben anotarse inmediatamente después de la descripción del elemento. Descripciones típicas de elementos de esta clase son: "Tomar pza. Del bco. Y coloc. En pos. En torn. Bco.", o bien, "Taladr. Pulg D. 0.005 pulg, alim. 1200 RPM". Nótese que el analista, a fin de ganar tiempo, emplea símbolos y abreviaturas en gran cantidad. Este sistema de notación es aceptable sólo si el elemento queda descrito totalmente mediante términos y símbolos los comprensibles a todos los que deban tener acceso al estudio. Algunas compañías emplean símbolos estandarizados en todas sus fábricas o plantas, y toda persona relacionada con ellos estará familiarizada con la terminología.

Cuando el elemento se repite, no es preciso describirlo por segunda vez, sino únicamente indicar en el espacio en que debería ir la descripción, el número con que se designó al aparecer por primera vez.

## **TOMA DE TIEMPOS**

Existen dos técnicas para anotar los tiempos elementales durante un estudio. En el método continuo se deja correr el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas están en



movimiento. En el método continuo se leen las manecillas detenidas cuando se usa un cronómetro de doble acción.

En la técnica de regresos a cero el cronómetro se lee a la terminación de cada elemento, y luego las manecillas se regresan a cero de inmediato. Al iniciarse el siguiente elemento las manecillas parten de cero. El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronómetro al finalizar este elemento y las manecillas se regresan a cero otra vez. Este procedimiento se sigue durante todo el estudio.

### **LECTURAS DE REGRESO VUELTA A CERO**

Esta técnica ("snapback") tiene ciertas ventajas e inconvenientes en comparación con la técnica continua. Esto debe entenderse claramente antes de estandarizar una forma de registrar valores. De hecho, algunos analistas prefieren usar ambos métodos considerando que los estudios en que predominan elementos largos, se adaptan mejor al método de regresos a cero, mientras que estudios de ciclos cortos se realizan mejor con el procedimiento de lectura continua.

Dado que los valores elementales de tiempo transcurrido son leídos directamente en el método de regreso a cero, no es preciso, cuando se emplea este método, hacer trabajo de oficina adicional para efectuar las restas sucesivas, como en el otro procedimiento. Además los elementos ejecutados fuera de orden por el operario, pueden registrarse fácilmente sin recurrir a notaciones especiales. Los propugnadores del método de regresos a cero exponen también el hecho de que con este procedimiento no es necesario anotar los retrasos, y que como los valores elementales pueden compararse de un ciclo al siguiente, es posible tomar una decisión acerca del



número de ciclos a estudiar. En realidad, es erróneo usar observaciones de algunos ciclos anteriores para decidir cuántos ciclos adicionales deberán ser estudiados. Esta práctica puede conducir a estudiar una muestra demasiado pequeña.

W. O. Lichtner señala un inconveniente reconocido del método de regresos a cero, y es que los elementos individuales no deben quitarse de la operación y estudiarse independientemente, por que los tiempos elementales dependen de los elementos precedentes y subsiguientes. Si se omiten factores como retrasos, elementos extraños y elementos transpuestos, prevalecerán valores erróneos en las lecturas aceptadas.

Otra de las objeciones al método de regresos a cero que ha recibido considerablemente atención, particularmente de organismos laborales, es el tiempo que se pierde en poner en cero la manecilla. Lowry, Maynard y Stegemerten expresan: "Se ha encontrado que la manecilla del cronómetro permanece inmóvil de 0.00003 a 0.000097 de hora, en el momento del regreso a cero, dependiendo de la velocidad con la que se oprime y se suelta el botón del cronómetro".<sup>2</sup> Esto significaría una pérdida media de tiempo de 0.0038 min por elemento, o sea, 3.8% de error en un elemento que durase 0.10 min. Por supuesto, cuanto más corto sea el elemento, tanto mayor será el porcentaje de error introducido; y cuanto más largo sea el elemento, tanto menor será el error. Aún cuando analistas de tiempos experimentados tenderán, al hacer la lectura del cronómetro, a dar un margen por el "tiempo de regreso a cero" leyendo hasta el dígito superior inmediato, debe reconocerse que es posible tener un error acumulado considerable al emplear el método de regreso a cero. Los nuevos relojes electrónicos no tienen esta desventaja puesto que no se pierde tiempo al regresarlos a cero.





En resumen, la técnica de regresos a cero tiene las siguientes desventajas:

1. Se pierde tiempo al regresar a cero la manecilla; por lo tanto, se introduce un error acumulativo en el estudio. Esto puede evitarse usando cronómetros electrónicos.
2. Es difícil tomar el tiempo de elementos cortos (de 0.06 min o menos).
3. 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.
4. No se puede verificar el tiempo total sumando los tiempos de las lecturas elementales.

### **LECTURAS CONTINUAS.**

Esta técnica para registrar valores elementales de tiempo es recomendable por varios motivos. La razón más significativa de todas es, probablemente, la de que este tipo presenta un registro completo de todo el periodo de observación y, por tanto, resulta del agrado del operario y sus representantes. El trabajador puede ver que no se ha dejado ningún tiempo fuera del estudio, y que los retrasos y elementos extraños han sido tomados en cuenta. Es más fácil explicar y lograr la aceptación de esta técnica de registro de tiempos, al exponer claramente todos los hechos.

El método de lecturas continuas se adapta mejor también para registrar elementos muy cortos. No perdiéndose tiempos al regresar la manecilla a cero, puede obtenerse valores exactos de elementos sucesivos de 0.04 min, y de elementos de 0.02 min cuando van seguidos de un elemento relativamente largo. Con la práctica, un buen analista de tiempos que emplee el método continuo, será capaz de apreciar exactamente tres



elementos cortos sucesivos (de menos de 0.04 min), si van seguidos de un elemento de aproximadamente 0.15 min o más largo. Se logra esto recordando las lecturas cronométricas de los puntos terminales de los tres elementos cortos, anotándolas luego mientras transcurre el elemento más largo.

Por supuesto, como se mencionó antes, esta técnica necesita más trabajo de oficina para evaluar el estudio. Como el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas del cronómetro continúan moviéndose, es necesario efectuar restas sucesivas de las lecturas consecutivas para determinar los tiempos elementales transcurridos. Por ejemplo, si las siguientes lecturas representan los puntos terminales de un estudio de diez elementos: 4, 14, 19, 121, 25, 52, 61, 76, 211, 16, entonces los valores elementales de este ciclo serían 4, 10, 5, 102, 4, 27, 9, 15, 35 y 5.

## **TIEMPO ESTÁNDAR POR CRONOMETRACIÓN**

### **Definición de tiempo estándar.**

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

Tres de las técnicas más importantes para determinar el tiempo estándar son:

- a. Cronometraje.
- b. Datos estándar.
- c. Muestreo de trabajo.



Por momento se profundizará en el estudio por cronometración, los incisos restantes se desarrollarán en otros capítulos del programa analítico.

### **Cronometraje:**

Esta técnica se divide en dos partes: La primera determinación del número de ciclos a cronometrar y la segunda cálculo del tiempo estándar. Para efectuar la primera parte, inicialmente se selecciona el trabajo o actividad a analizar y se definen los elementos en que se divide la misma.

Habiendo definido los elementos de la actividad, se procede a efectuar un cronometraje preliminar de al menos 5 ciclos de cada uno de los elementos; este cronometraje puede ser de dos tipos: vuelta a cero o acumulativo.

A partir de los datos obtenidos en el cronometraje preliminar, se determina el número de ciclos necesarios a ser cronometrados.

Finalmente, efectuado el cronometraje de los ciclos obtenidos en la primera parte, se determina el tiempo estándar de cada uno de los elementos en que se ha dividido la actividad.

El tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, usando método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida para el trabajo, desarrollando una velocidad normal que pueda mantener día tras día sin mostrar síntomas de fatiga.

En la actualidad las aplicaciones que pueden darse al Tiempo Estándar son múltiples y entre ellas podemos citar las siguientes:



- Para determinar el **salario** devengable por esa tarea específica; para ello solo es necesario convertir el tiempo a valor monetario.
- Ayuda a la planificación de la producción .Los problemas de producción y de ventas podrán basarse en los tiempos estándar después de haber aplicado la medición del Trabajo a los procesos respectivos, eliminando una planeación defectuosa basada en puras conjeturas o adivinanzas.
- Facilita la **supervisión**. Para un supervisor o un mayordomo cuyo trabajo está relacionado con hombres, materiales, máquinas, herramientas y métodos, los tiempos de producción le servirán para lograr la coordinación de todos estos elementos, sirviéndole como un patrón para medir la eficiencia productiva de su departamento.
- Es una herramienta que ayuda a establecer **estándares de producción** precisos y justos, que además de indicar lo que puede producirse en un día normal de trabajo ayuda a mejorar los estándares de calidad.
- Ayuda a establecer las **cargas de trabajo** que facilitan la coordinación entre los obreros y las máquinas y proporcionan a la gerencia bases para inversiones futuras en maquinaria y equipo en casos de expansión.



- Ayuda a formular un **sistema de costos estándar**. El tiempo estándar al ser multiplicado por la cuota por hora fijada nos proporciona el costo de mano de obra directa por pieza.
- Proporciona **costos estimados**. Los tiempos estándar de mano de obra, servirán para presupuestar el costo de artículos que se planea producir y cuyas operaciones sean semejantes a las actuales.
- Proporciona bases sólidas para establecer **sistemas de incentivos**. Se eliminan conjeturas sobre la cantidad de producción y pueden establecerse políticas firmes sobre incentivos que ayudarán a los obreros a incrementar sus salarios, mejorando su nivel de vida y la empresa estará en mejor situación dentro de la competencia, pues se encontrará en posibilidad de aumentar su producción reduciendo los costos unitarios.
- Ayuda a **entrenar nuevos trabajadores**. Los tiempos estándar servirán como índices que mostrarán a los supervisores la forma en que los nuevos trabajadores van aumentando su habilidad en los métodos de trabajo.

Las ventajas que saltan a la vista de las aplicaciones anteriores, cuando los tiempos estándar se aplican correctamente son:

- Una reducción de los costos; puesto que al descartar el trabajo improductivo y los tiempos ociosos, la razón de rapidez de producción es mayor, esto es, se produce mayor número de unidades en el mismo tiempo.



- Mejora las condiciones obreras porque los tiempos estándar permiten establecer sistemas de pago de salarios con incentivos en los cuales los obreros al producir un número de unidades superior a la cantidad obtenida a velocidad normal, perciben una remuneración extra.

## NÚMERO DE CICLOS A CRONOMETRAR

Un ciclo de trabajo es la secuencia de elementos que constituyen el trabajo o serie de tareas en observaciones. El número de ciclos en el trabajo que debe cronometrarse depende del grado de exactitud deseado y de la variabilidad de los tiempos observados en el estudio preliminar.

Es posible determinar matemáticamente el número de ciclos que deberán ser estudiados como objeto de asegurar la existencia de una muestra confiable, y tal valor, moderado aplicando un buen criterio, dará al analista una útil guía para poder decidir la duración de la observación.

### Método estadístico

Los métodos estadísticos pueden servir de guía para determinar el número de ciclos a estudiar. Se sabe que los promedios de las muestras ( $\bar{X}$ ) tomados de una distribución normal de observaciones, están normalmente distribuidos con respecto a la medida de la población  $\mu$ . La variable de  $x$  con respecto a la medida de población  $\mu$  es igual a  $\frac{x - \mu}{\sigma / \sqrt{n}}$  donde  $n$  es el tamaño de la muestra y  $\sigma^2$  la varianza de la población.

Número de observaciones requeridas:



$$n_i = \left( \frac{ZS_i}{E X_{ij}} \right)^2 \quad \text{Donde:} \quad S_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (X_{ij})^2 - \frac{\left( \sum_{j=1}^m (X_{ij}) \right)^2}{m}}{m-1}}$$

Donde:

$S_i$  = Desviación estándar de la serie de desviaciones para el elemento de trabajo  $i$ .

$M$  = Número de observaciones preliminares realizadas.

$X_{ij}$  = Tiempo registrado para cada elemento de trabajo  $i$ , en la observación  $j$ .

$N_i$  = Número de observaciones requeridas.

$Z$  = Calificación  $Z$  correspondiente al nivel deseado de confiabilidad.

$E$  = Error permisible (5%).

$$Z = \frac{1 - \alpha}{2}$$

Si las observaciones tomadas no son suficientes hay que recalcular la muestra de la siguiente manera:

$$N' = \left[ \frac{\frac{k}{s} \sqrt{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2$$

Donde:

$N'$  = Número de observaciones requeridas

$K/S'$  = Factor de confianza – precisión =  $2 * \frac{1}{E}$



X = Tiempos elementales representativos.

E = Errores posibles.

N = Observaciones iniciales

## **DEFINICIÓN DEL FACTOR DE VALORACIÓN**

Dado que la habilidad, esfuerzo y consistencia de cada persona al desarrollar un trabajo es inherente a él mismo, es lógico pensar que la productividad de cada uno también será diferente. Si a esto le agregamos condiciones de trabajo no iguales, entonces los resultados de producción obtenidos serán variables. Así pues, el tiempo cronometrado para un elemento cualquiera tendrá diferencias si diferentes son los operadores que lo hacen, lo cual no nos permitiría encontrar un tiempo estándar. En vista de esta situación, nos es indispensable ajustar estos datos con respecto al trabajador del operario.

Existen actualmente muchas formas de calificar la actuación del operario, entre ellas podemos mencionar:

- Calificación según habilidad y esfuerzo.
- Sistema Westinghouse de calificación.
- Calificación Sintética.
- Calificación Objetiva.
- Calificación por medio de películas.
- Otros sistemas.

Los sistemas para efectuar la calificación de velocidad se ven influenciados por muchos factores cualitativos que hacen algo subjetivo esta





evaluación; por lo cual se necesita un entrenamiento de los analistas para que logren calificar la actuación de la manera más exacta posible.

## **SISTEMAS DE VALORACIÓN**

### **Sistema de Westinghouse (calificación de la actuación)**

La calificación de la actuación es el paso más importante del procedimiento de medición de trabajo, ésta, es una técnica para determinar con equidad el tiempo requerido para que el operario normal ejecute una tarea después de haber registrado los valores observados de la operación en estudio. No hay ningún método universalmente aceptado para calificar actuaciones, aún cuando la mayoría de las técnicas se basan primordialmente en el criterio o buen juicio del analista de tiempos. Uno de los sistemas de calificación más, antiguos y de los utilizados más ampliamente, es el desarrollado por la Westinghouse Electric Company, en donde se consideran cuatro factores al evaluar la actuación del operario, que son: habilidad, esfuerzo o empeño, condiciones y consistencia

La **habilidad** se define como “pericia en seguir un método dado”, el cual se determina por la experiencia y aptitudes del operario, así como su coordinación.

El **esfuerzo o empeño** se define como “una demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia”. Este es representativo de la rapidez con la que se aplica la habilidad, y puede ser controlado en alto grado por el operario.



En cuanto a lo que se refiere a **condiciones**, se enfoca al procedimiento de calificación que afecta al operario y no a la operación. En la mayoría de los casos, las condiciones serán calificadas como normales o promedio cuando las condiciones se evalúan en comparación con la forma en que se hallan generalmente en la estación de trabajo.

La **consistencia** se refiere a las actitudes del operario con relación a su tarea. Los valores elementales de tiempo que se repiten constantemente indican, desde luego, consistencia perfecta.

Para calificar la actuación de acuerdo al sistema Westinghouse se puede apreciar en la tabla (Ver anexo 15), los porcentajes relacionados con la calificación de la actuación, en donde el buen juicio del analista es el punto más importante para calificar de acuerdo a este método.

## **DETERMINACIÓN DE TOLERANCIAS**

Después de haber calculado el tiempo normal (tiempo elemental \* calificación de la actuación), llamado muchas veces el tiempo “calificado”, hay que dar un paso más para llegar al verdadero tiempo estándar. Este último paso consiste en añadir ciertas tolerancias que tomen en cuenta las numerosas interrupciones, retrasos y detenciones producidas por la fatiga inherente a todo trabajo.

En general hay que aplicar, las tolerancias, en tres áreas generales. Estas son: retrasos personales, fatiga y retrasos inevitables.



## NECESIDADES PERSONALES

En este renglón deberán situarse todas aquellas interrupciones en el trabajo necesarias para el bienestar del empleado. Deberán incluirse visitas a la fuente de agua o a los baños. Estudios detallados de producción demuestran la tolerancia de un %, por retrasos personales, o sea aproximadamente 24 minutos en 8 horas, es apropiada para las condiciones típicas de la empresa.

## FATIGA

Ya sea física o mental, la fatiga tiene como efecto: deficiencia en el trabajo. Son bien conocidos los factores más importantes que afectan la fatiga. Algunos de ellos son:

Condiciones de trabajo:

- Luz
- Temperatura
- Humedad
- Frescura del aire
- Color del cuarto y alrededores
- Ruido

Repetición del trabajo:

- Monotonía de movimientos semejantes del cuerpo.
- Cansancio muscular debido al esfuerzo de algunos músculos.

Salud general del trabajador, física y mental:

- Estatura física
- Dieta



- Descanso
- Estabilidad emotiva
- Condiciones familiares

Ya que la fatiga no puede eliminarse, hay que fijar tolerancias adecuadas a las condiciones de trabajo y a la monótona repetición en el mismo, que tanta influencia tienen en el grado de fatiga. Ha sido demostrada, por medio de experimentos, que la fatiga debe trazarse como una curva y no como una recta.

La Oficina Internacional del Trabajo (O.I.T) ha tabulado el efecto de las condiciones de trabajo, a fin de llegar a un factor de tolerancias por necesidades personales y fatiga. Al aplicarse esta tabla, el analista debe determinar un valor de tolerancia por cada elemento del estudio.

## **RETRASOS**

### ➤ Retrasos Inevitables

Es aplicable únicamente a elementos de esfuerzo físico, e incluye hechos como: interrupciones de parte del capataz, del despachador, del analista de tiempos, irregularidades en los materiales, dificultades en el mantenimiento de tolerancias y especificaciones, interrupciones por interferencia en donde se asignan trabajos en máquinas múltiples.

### ➤ Retrasos Evitables

Incluyen visitas a otros operarios por razones sociales, prestar ayuda a paros de máquinas sin ser llamados y tiempo ocioso que no sea para descansar de la fatiga. NO es costumbre el incorporar alguna tolerancia por estos retrasos. Estos retrasos se llevan a cabo por el operario a costa de su productividad.



- Limpieza de la estación de trabajo y lubricación de la máquina

Este debe ser clasificado como retraso inevitable.

- Valores típicos de las tolerancias

En una investigación llevada a cabo en 42 plantas diferentes, se encontró que el porcentaje más bajo de tolerancias era de 10 %. Esta se aplicaba en una planta que producía accesorios eléctricos para el hogar. La tolerancia más grande que se encontró fue la de 35 %, siendo aplicada en dos plantas de acero. El promedio de todas las tolerancias encontradas, en todas las plantas que respondieron, fue de 17.7 %.

**El cálculo del tiempo estándar se puede resumir de la siguiente manera:**

1. Calcular el tiempo elemental ( $TE$ ) del total de lecturas que satisfacen las especificaciones.
2. Calificar la actuación en cada elemento.
3. Determinar el tiempo normal ( $TN$ ):  $TN = TE * \text{Factor de la actuación}$ .
4. Establecer tolerancias para cada elemento.

5. Calcular el tiempo estándar. 
$$T.Est. = \frac{100}{100 - \sum Tol}$$



## **EMPLEO DE DATOS ESTÁNDARES**

Para facilidad de referencia, los elementos de datos estándares constantes se tabulan y archivan según la máquina o el proceso. Los datos variables pueden tabularse o expresarse en función de una gráfica o de una ecuación, archivándose también de acuerdo con la clase de máquina o de operación.

Cuando los datos estándares se dividen para comprender lo relativo a una máquina y una clase de operación dada, es posible combinar constantes con variables y tabular el resultado, lo cual permite tener datos de referencia rápida que expresen el tiempo asignado para efectuar una operación por completo.



## **CAPÍTULO IV**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El presente estudio es de tipo no experimental, debido a que se procedió a realizar observaciones de situaciones ya existentes. Esta investigación es del tipo descriptiva-evaluativa, pues permitió conocer, comprender, describir, registrar, analizar e interpretar el método que actualmente se utiliza en el proceso de recorrido y almacenamiento de la materia prima en la empresa B.O.C.A.R. S.A.

De igual manera, la presente investigación es del tipo aplicada, pues tiene como objetivo lograr el diseño de un nuevo método que mejore u optimice el proceso antes mencionado.

#### **POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para desarrollar la etapa referida a la recolección, codificación y análisis de los datos e información se utilizaron los instrumentos siguientes:

##### **1. ENTREVISTAS:**

Las entrevistas se realizaron con base en las interrogantes definidas en el método del examen crítico, como son un grupo seleccionado de preguntas sugeridas por la Organización Internacional del Trabajo (OIT) las cuales enfocan los aspectos de operación, modelo, condiciones exigidas por la



inspección, manipulación de materiales, análisis del proceso, materiales, organización del trabajo, disposición del lugar del trabajo, herramientas y equipos, condiciones de trabajo, enriquecimiento de la tarea de cada puesto y además también se aplico la Técnica del Interrogatorio la cual evalúa los siguientes aspectos: propósito, lugar, sucesión, persona y medios. Estas entrevistas fueron realizadas al supervisor de planta y operadores de vagones.

## **2. INSPECCIÓN VISUAL:**

Por medio de la inspección visual se conoció el método de trabajo de la empresa logrando evaluar los enfoques primarios los cuales involucran el propósito de la operación, diseño de la parte o pieza, tolerancia y especificaciones, materiales, análisis del proceso, preparación y herramental, condiciones de trabajo, manejo de materiales y distribución de la planta y equipos.

### **◆ Materiales:**

Cámara fotográfica digital, para la recolección de imágenes del proceso en estudio.

Calculadoras, para la ejecución de los cálculos necesarios en cuanto a tiempos de ejecución, traslados, dimensiones.

Lápiz y papel, para la toma de notas importantes referentes al proceso.





◆ **Procedimiento:**

A continuación se presentan los procedimientos utilizados en la elaboración de esta investigación:

1. Revisión del material bibliográfico par la elaboración del marco teórico de la práctica en curso.
2. Formulación de los objetivos generales y específicos.
3. Observación del método actual de trabajo sin emplear el espíritu crítico.
4. Interacción con las personas que están involucradas directamente con el proceso.
5. Aplicación de las preguntas de la OIT.
6. Aplicación de los enfoques primarios.
7. Aplicación de las técnicas de interrogatorio.
8. Descripción del método actual.
9. Elaboración del método propuesto y la representación grafica del mismo (Layout y diagramas de proceso y flujo o recorrido).
10. Análisis del método propuesto.



## **CAPÍTULO V**

### **SITUACIÓN ACTUAL**

#### **Descripción detallada del proceso de trabajo.**

La materia prima es descargada en la puerta principal de la empresa, luego de esto es transportada hacia el área de almacenaje pasando por el área de producción hasta su destino el cual es el almacén, luego de llegar al almacén, la materia prima es seleccionada y guardada, según el tipo de madera, en diferentes pilas.

La empresa trabaja de acuerdo a pedidos, el cliente llega con una idea y un diseño previo de lo que quiere hacer, la empresa ofrece muestras de los tipos de madera con los que cuenta y cuales son los mas apropiados para los requerimientos del cliente, luego de llegar a un acuerdo, se va al almacén y se selecciona el tipo de madera a utilizar, se saca del almacén y se lleva al área de producción, una vez aquí, la madera pasa por el área de cortado para darle la forma y tamaño requeridos, así como también el lijado y el acabado superficial, luego pasa al área de ensamblado, donde, según el diseño, se utiliza formica para su acabado. En caso de que utilice formica, se le pega la formica, se lleva al área de secado, se espera 4 horas para que seque completamente, luego se lleva al área de productos terminados, sino se lleva al área de pintado, donde se pinta para después trasladarlo al área de secado donde se deja por unas 8 horas, por ultimo, se lleva al área de productos terminados.



## DIAGRAMA DE PROCESO.

(De la empresa)

**Diagrama:** Proceso

**Proceso:** Elaboración de Productos de madera

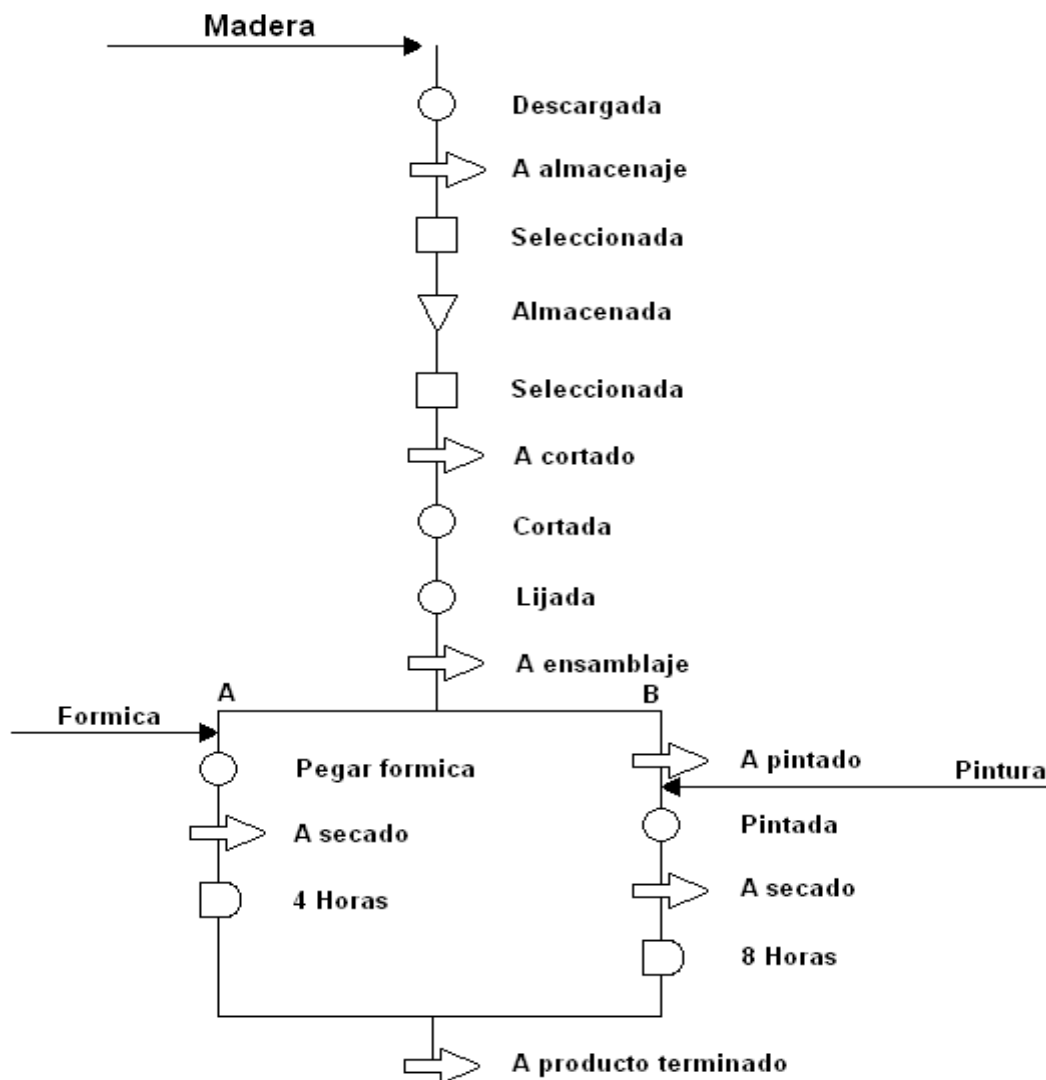
**Inicio:** Descarga de la madera

**Fin:** Traslado a Producto Terminado

**Método:** Propuesto





**Seguimiento:** Al material

**Fecha:** 17/ 06/ 06



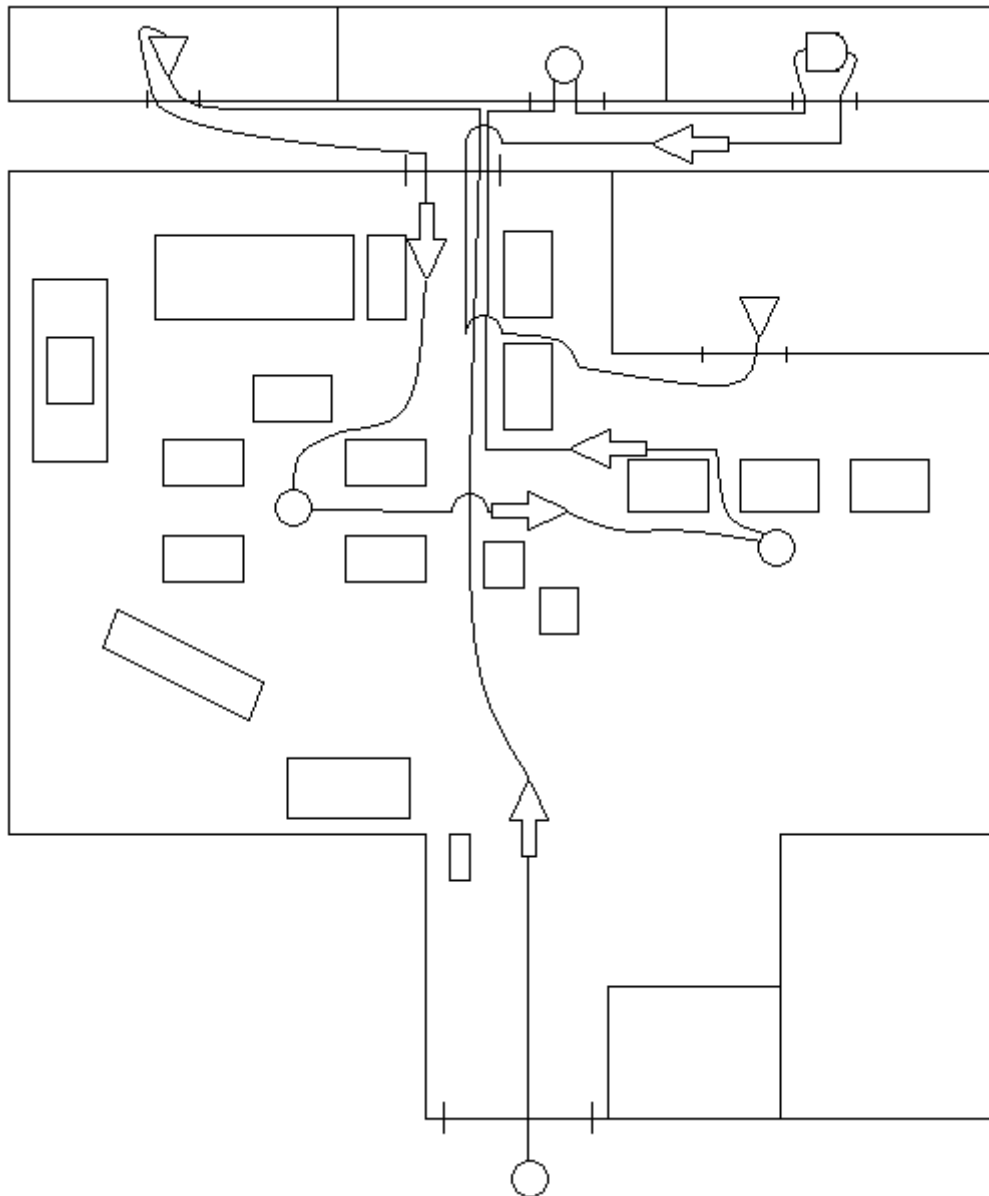


**Resumen**

	—	5
	—	2
	—	7
	—	2
		16



**DIAGRAMA DE FLUJO.**





## **ANÁLISIS GENERAL.**

Por lo que se puede observar en el diagrama de flujo esta empresa tiene problemas con el movimiento y el almacenaje de la materia prima, este es un problema importante ya que en el recorrido de la materia prima entorpece los procesos de producción, esto genera perdidas innecesarias de tiempo, paradas no planeadas en la producción debido a que al momento de descargar la madera de los camiones esta debe pasar por el área de trabajo antes de llegar al área de almacenaje, igualmente cuando se saca del almacén para ser procesada. Otro punto importante es que solo existe una puerta que comunica al área de producción con los talleres de pintura, secado y el almacén, que, a su vez, no es lo suficientemente ancha como para facilitar el flujo de materiales, todo esto se traduce en perdidas de dinero para la empresa por las demoras en la producción, y como consecuencia, la empresa no entrega los pedidos a tiempo.



## **CAPÍTULO IV**

### **Método propuesto.**

#### **◆ Aplicación de las preguntas del manual de la OIT:**

##### **1. Operación:**

###### **➤ ¿Que propósito tiene la operación?**

La operación de almacenamiento, como su nombre lo indica, tiene como finalidad descargar la materia prima de los camiones de suministros para conducirla hacia el almacén donde es clasificada para su posterior uso.

###### **➤ ¿Es necesario el resultado que se obtiene con esta operación?**

Los resultados obtenidos con esta operación son indispensables porque el almacenamiento de la materia prima es necesario para evitar que la misma quede a la intemperie, y como en este caso se trata de madera se evita que esta se descomponga o tenga desperfectos al momento de utilizarla.

###### **➤ ¿El propósito de las operaciones puede lograrse de otra manera?**



Las operaciones son básicas, por lo que no se podrían cambiar por otras, en el mejor de los casos se puede corregir las fallas que tengan para mejorar su rendimiento.

➤ **¿La operación se efectúa para responder a las necesidades de todos los que utilizan el producto?**

En efecto, la operación de almacenamiento es necesaria para evitar que la materia prima quede esparcida por toda el área de producción.

➤ **¿Existe alguna operación posterior que elimine la necesidad de efectuar la que se encuentra actualmente en estudio?**

No existe ninguna operación que pueda sustituir la que se encuentra en estudio.

➤ **¿Las operaciones se realizan por la fuerza de la costumbre?**

Si.

➤ **Si se añadiera una operación ¿se facilitaría la ejecución de otras?**

No necesariamente ya que esta operación es simple y única, sólo que necesita de algunas mejoras en su ejecución.





## 2. Modelo:

- **¿Puede simplificarse el modelo para simplificar o eliminar la operación de recorrido y almacenaje de materia prima?**

Se puede simplificar la operación, más no eliminarla.

- **¿Es posible que mejorando el modelo se obtenga mayor efectividad en las operaciones?**

Efectivamente, ya que el modelo actual tiene varias imperfecciones que producen demoras en el proceso.

## 3. Condiciones exigidas por la operación:

- **¿Qué condiciones de inspección deben llenar estas operaciones?**

Las operaciones de recorrido y almacenaje de materia prima están sometidas a varias inspecciones, la primera, verificación de estado de la materia prima, luego se verifica la descarga completa de los camiones y por último se verifica que sea almacenada correctamente en su área correspondiente.

- **¿Todos los interesados conocen estas condiciones?**



Si.

- **¿Qué condiciones se exigen en las operaciones anteriores y posteriores de recorrido y almacenamiento de materia prima?**

Existen exigencias antes de esta operación y son: la madera que llega a la empresa debe cumplir con los requerimientos de la misma como estar en buen estado, libre de humedad, sin polillas ni ningún tipo de insecto que la perjudique.

#### 4. **Manipulación de materiales:**

- **¿Se invierte mucho tiempo para que la materia prima llegue al área de trabajo?**

El tiempo depende de la agilidad de los trabajadores de la empresa, aunque existen demoras que son evitables ya que el recorrido de la materia prima no es el más adecuado para las operaciones de producción.

- **¿Puede el operario inspeccionar su propio trabajo?**

Si puede.

- **¿Se evitarían las demoras dentro del área de producción con una mejor planificación?**



Si se evitarían, en efecto, se pueden eliminar haciendo que la materia prima tenga un recorrido alterno al actual.

5. **Análisis del proceso:**

- **¿La operación que se realiza puede combinarse con otra? ¿puede eliminarse?**

No es posible ninguna de las dos opciones, ya que la operación es única e irremplazable.

- **¿La sucesión de operaciones es la mejor posible? ¿es posible cambiarla?**

La sucesión de operaciones en este proceso es la más adecuada, no hace falta reordenarla.

- **¿Puede combinarse una operación con una inspección?**

Si es posible, pero es preferible no usar combinaciones, para evitar confusiones luego.

- **¿Se puede almacenar otro tipo de material utilizando el mismo método, operaciones y herramientas?**

Si es posible utilizar el mismo método para otro tipo de material, de hecho, se utiliza para el almacenamiento de los pegamentos, barniz, clavos, herramientas, etc.



6. **Materiales:**

➤ **¿El material que se utiliza es realmente el adecuado?**

Si es el adecuado ya que se trata de madera, que es el material principal con el cual trabaja la empresa.

➤ **¿El material comprado esta ya acondicionado para su uso?**

Si, la madera ya viene cortada según las especificaciones de la empresa, los demás acondicionamientos se le dan durante el proceso y son diferentes, según lo que pida el cliente.

7. **Organización del trabajo:**

➤ **¿Cómo se atribuye la tarea al operario?**

El operario recibe instrucciones del jefe: planos, medidas, dibujos, según lo que pida el cliente.

➤ **¿Hay equilibrio en las operaciones como para que el operario siempre este trabajando?**

Si, el operario siempre se encuentra ocupado, a excepción de su tiempo libre reglamentario.

➤ **¿Hay control de tiempo?**



Si.

➤ **¿Se llevan registros del desempeño del operario?**

Si.

➤ **¿Se estimulan los trabajadores a presentar ideas?**

Si, pero siempre y cuando no se salgan del esquema principal.

8. **Disposición del área de trabajo:**

➤ **¿El área de la empresa hace que sea fácil el manejo de las herramientas, equipos y la materia prima?**

Si, la empresa cuenta con el espacio necesario, para la realización de todos los procesos que se llevan a cabo en ella.

➤ **¿Hay seguridad dentro de la empresa según el área destinada a la producción y la distribución de los equipos?**

Si, el área es lo suficientemente amplia y los equipos están bien distribuidos, lo que disminuye considerablemente las probabilidades de que ocurran accidentes.



- **¿Existen armarios donde los operarios puedan guardar sus efectos personales?**

Si, los operarios cuentan con un área de la empresa en la que pueden dejar sus pertenencias personales.

#### 9. **Herramientas y equipos:**

- **¿Es suficiente el volumen de producción para justificar los equipos que se utilizan?**

Si, los equipos con los que cuenta la empresa pueden cubrir fácilmente con la demanda de productos.

- **¿Podría utilizarse un dispositivo de descarga automática?**

No sería necesario, ya que el recorrido que hace la materia prima para llegar al almacén no es largo, además sería un gasto adicional innecesario para la empresa.

#### 10. **Condiciones de trabajo:**

- **¿La luz es uniforme y eficiente en todo momento?**

Si, la luz no acarrea problemas para los procesos de producción.



- **¿Se proporciona en todo momento la temperatura más agradable?**

Si, la forma de las instalaciones y el material que conforma el techo proporcionan condiciones de temperatura optimas para los operarios.

- **¿Se pueden reducir los niveles de ruido?**

No, el ruido provocado por las herramientas, taladros, lijadoras, sierras, etc., son inevitables.

- **¿Se han colocado grifos de agua fresca en lugares cercanos al área de trabajo?**

En el área de trabajo no se encuentran grifos de agua, estos se encuentran fuera del área de producción, dentro del área de trabajo se encuentra un filtro de agua fría para los trabajadores.

- **¿El suelo del área de trabajo es el adecuado para el trabajo realizado?**

Si, en el área de trabajo hay suelo de cemento vaciado, no resbaladizo y sin imperfecciones de nivel.

- **¿La ropa de los trabajadores es adecuada para prevenir riesgos?**



Si, los trabajadores tienen uniformes que cuentan con camisas de mangas cortas, jeans y botas de seguridad, que resultan no ser sofocantes, ligeras y adecuadas para el trabajo que allí se realiza.

➤ **¿Con cuanta minucia se realiza la limpieza en el área de trabajo?**

Los operarios realizan la limpieza al terminar la jornada de trabajo diaria, luego la llevan a contenedores fuera del área de trabajo, y esta es recogida cada tres días.

11. **Enriquecimiento de la tarea de cada puesto:**

➤ **¿Es la tarea aburrida o monótona?**

La tarea es monótona, pero los trabajadores conocen todas las áreas, por lo que son rotados cada cierto tiempo para evitar el aburrimiento.

➤ **¿Pueden hacerse las operaciones más emocionantes?**

Solo rotando de puesto a los trabajadores cada cierto tiempo.

➤ **¿Es posible combinar algunas operaciones con otras a fin de ampliarlas?**

No, porque cada operación es diferente tanto a la que la precede como a la que le sigue.





➤ **¿El operario puede inspeccionar el mismo su trabajo?**

Si, porque cada operario esta capacitado para la operación que realiza.

➤ **¿Puede el operario hacer el mantenimiento de los equipos?**

Solo en caso de que sea por reemplazo de repuestos, como cuchillas, hojas de sierra, etc.

➤ **¿El ritmo de la operación esta determinado por el sistema?**

Si, porque es limitante principal para el flujo de proceso.



## **CAPÍTULO VI**

### **ESTUDIO DE TIEMPOS**

Previo al estudio de tiempo, se realizó un diagnóstico del proceso de fabricación de muebles de madera que realiza la microempresa DISTRIBUIDORA BOCAR S.A., con el fin de identificar los elementos que intervienen en el mismo. De esta manera se logró el registro inicial de las actividades relacionada el proceso y las variables que la afectan.

El estudio de tiempo, se llevó a cabo con el fin de estandarizar una de las actividades que conforman el proceso de fabricación de los muebles de oficina, como es la de corte. Para ello se realizaron las observaciones directas sobre la máquina cortadora a lo largo de toda la operación, midiendo con un cronómetro repetitivamente la operación de corte y considerando cada detalle para desechar los tiempos no productivos y establecer el tiempo efectivo del elemento.

Para calcular el tiempo estándar de esta actividad fue necesario determinar algunos valores previos, tales como:

#### **→ Tamaño de la muestra**

Para la elaboración de este estudio solo se tomó en cuenta la operación de corte para elaborar un escritorio de madera, en DISTRIBUIDORA BOCAR S.A., siendo el resultado del cronometraje el siguiente, expresado en segundos:



E	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total (seg)
Operación	2" 81	2" 78	2" 69	2" 99	2" 83	2" 68	2" 69	2" 77	2" 67	2" 88	2" 78

Transformados en minutos queda:

E	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total (min)
Oper.	0,0468	0,0463	0,0448	0,0498	0,0471	0,0446	0,0448	0,0461	0,0445	0,0480	0,4628

En dicha tabla se colocó los tiempos cronometrados, tomados por observación vuelta a cero, excluyendo aquellos tiempos que obviamente contenían elementos extraños.

→ **Cálculo de la Desviación Estándar de la muestra.**

$$S = \sqrt{\frac{\sum T^2 - \frac{(\sum T)^2}{n}}{n-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{0,02144508 - 0,021418384}{9}}$$

$$S = 0,00172\text{min}$$

→ **Determinación de la confiabilidad del estudio.**

El nivel de confianza seleccionada para la muestra de  $n = 10$ , en estudio es  $NC = 95\%$  y  $S = 5\%$



→ **Cálculo del tiempo promedio seleccionado (TPS).**

$$TPS = \frac{\sum Ti}{n} = \frac{0,4628}{10} = \mathbf{0,04628 \text{ min.}}$$

→ **Cálculo del intervalo de confianza o límite de control máximo (LCM)**

$$I = LCM = TPS \pm \frac{Tc \times S}{\sqrt{n}}$$

Si  $Tc = 1,833$  este valor se obtuvo de la tabla de valores de criterios de la distribución t.

$$Tc = t(\alpha, n - 1)$$

Donde:

$n - 1 =$  grados de libertad

$$n - 1 = 10 - 1 = 9$$

$$\alpha = 1 - NC$$

$$\alpha = 1 - 0,95$$

$$\alpha = \mathbf{0,05}$$

Por ende  $Tc = t(0,05; 9)$ . Por tabla se tiene que  **$Tc = 1,833$** .

Ahora se determina el intervalo de confianza (preliminar):

$$I = LCM = 0,04628 \pm \frac{1,833 \times 0,00172}{\sqrt{10}}$$



**LCS = 0,04727min Y LCI = 0,04528min**

Para este estudio se toma el límite de control superior para los cálculos posteriores, de modo que se garantice que las muestras satisfagan el coeficiente de confianza ( $\alpha$ ).

→ **Cálculo del intervalo de la muestra**

$$I_m = \frac{2 \times T_c \times S}{\sqrt{n}}$$
$$I_m = \frac{2 \times 1,833 \times 0,00172}{\sqrt{10}}$$

**I<sub>m</sub> = 0,00199min.**

→ **Criterio de decisión**

$$\text{Si } \begin{cases} I_m \leq I \text{ acepta} \\ I_m > I \text{ rechaza} \end{cases}$$

$$0,00199 < 0,04727 \Rightarrow I_m < I$$

Se acepta el tamaño de la muestra, por lo tanto no es necesario realizar observaciones adicionales.



◆ **Determinación del Tiempo Estándar.**

→ **Cálculo del factor de Calificación del Operario**

El cálculo del factor de calificación del operario se realizó a través de la tabla "Sistema Westinghouse", que permitió realizar una evaluación cualitativa y cuantitativa de la manera de actuar del operario al ejecutar la operación de corte.

**Habilidad:** Excelente B2 = + 0,08

Se otorga esta calificación debido a la destreza, buen ritmo y coordinación del operario.

**Esfuerzo:** Excelente B1 = + 0,10

Esta calificación se otorga debido a que la aplicación de esfuerzo en la realización de la operación en estudio tiene un grado elevado de exigencia física para el operario.

**Condiciones de trabajo:** Aceptables E = - 0,03

Las condiciones de trabajo se califican de este modo debido a que en el área se presenta temperaturas y ruidos desfavorables para el operario.

**Consistencia:** Buena C = + 0,01

Ya que el operario trabaja por ciclos, y este depende del tiempo que tarda la máquina en procesar los bloques, la calificación es de buena.



En resumen:

<b>FACTOR</b>	<b>CLASE</b>	<b>CATEGORIA</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
<b>HABILIDAD</b>	B2	Excelente	+ 0,08
<b>ESFUERZO</b>	B1	Excelente	+ 0,10
<b>CONDICIONES</b>	E	Aceptable	- 0,03
<b>CONSISTENCIA</b>	C	Buena	+ 0,01
<b>TOTALES (C):</b>			+ 0,16

La calificación es igual a:

$$C_v = 1 \pm C$$

$$C_v = 1 + 0,16$$

$$\mathbf{CV = 1,16}$$

Significa que el operario presenta un 16% por encima del promedio.

→ **Cálculo del Tiempo Normal.**

Para el cálculo del tiempo requerido por el operario normal para realizar la operación de corte en DISTRIBUIDORA BOCAR S.A., sin ninguna demora por razones o circunstancias inevitables.

$$TN = TPS \times C_v$$

$$TN = 0,04628 \times 1,16$$

$$TN = 0,05368 \text{ min}$$

→ **Cálculo de la Jornada de Trabajo (JT).**



El horario de trabajo de DISTRIBUIDORA BOCAR S.A, es de 8:00 AM a 12:00 PM y de 1:00 PM a 5:00 PM lo que significa que la jornada de trabajo es de 8 horas al día (discontinua).

→ **Cálculo de Tolerancias por Fatiga.**

Para el cálculo de las tolerancias por fatiga, se determinó el total de puntos de la hoja de concesiones dando como resultado 280.

Describiendo estos factores tenemos:

**Condiciones de trabajo:**

*Temperatura:* Grado 4, es un ambiente con circulación normal de aire, y se encuentra dentro del rango de  $35^{\circ}\text{C} < \text{temperatura} \leq 41,5^{\circ}\text{C}$ .

*Condiciones Ambientales:* Grado 2, es un ambiente sin aire acondicionado. Eventualmente se presentan malos olores o mala ventilación.

*Humedad:* Grado 2, ambiente seco, menos del 30% de humedad relativa.

*Nivel de Ruido:* Grado 4, ruidos de alta frecuencia y otras características molestas, ya sean intermitentes o constantes.

*Iluminación:* Grado 2, ambiente que requiere iluminación especial o por debajo del estándar. Resplandor ocasionalmente.

**Repetitividad y Esfuerzo aplicado:**





**Duración del trabajo:** Grado 1, se emplea operaciones que pueden completarse en un rango de 1 minuto o menos.

**Repetición del Ciclo:** Grado 4, operaciones controladas por la máquina con alta monotonía o tedio del operador.

**Esfuerzo Físico:** Grado 1, esfuerzo manual aplicado por encima del 70% del tiempo para pesos superiores a 12,5 kg.

**Esfuerzo Mental o Visual:** Grado 3, atención mental y visual continúa debido a razones de calidad o de seguridad. Generalmente ocurre en operaciones repetitivas que requieren un estado constante de alerta o de actividad de parte del operario.

**Posición de Trabajo:**

**Parado, sentado, moviéndose, altura de trabajo:** Grado 3, operaciones donde el sitio de trabajo o la naturaleza del mismo obliguen a los trabajadores a un continuo agacharse o empinarse; o donde el trabajo requiere la extensión de los brazos o de las piernas constantemente.

Con el puntaje obtenido de 280 puntos, se ubica en la tabla de concesiones por fatiga, en la clase D4, entre los rangos de 276 a 282, porcentaje de concesión de 19% y una jornada de trabajo de 480 minutos, con estos datos se determinó que los minutos concedidos por fatiga son 76.

$$\text{Fatiga} = \frac{\text{Concesión\%} \times \text{JE}}{1 + \text{Concesión\%}}$$

$$\text{Fatiga} = \frac{0,19 \times 480}{1 + 0,19} = 76,63 \text{ min}$$



## **Análisis de Tolerancias.**

**Almuerzo:** Puesto que la jornada de trabajo es discontinua, el almuerzo no se incluye en la jornada diaria, el operario posee una hora para dicha actividad.

**Merienda:** En la empresa no existen concesiones por motivo de merienda.

**Tiempo de Preparación Inicial:** 30 minutos, en este tiempo se trasladan los materiales al área de corte, se programan las medidas y se activa la máquina.

**Tiempo de Preparación Final:** 15 minutos, durante este tiempo se recoge el material sobrante, se ordena el área de trabajo y se apaga la máquina.

**Fatiga:** La fatiga en el operario es constante, debido a que en la microempresa este trabaja en cualquiera de los procesos de producción y por lo tanto su tiempo de descanso es mínimo.

**Necesidades Personales:** Los operarios atienden sus necesidades personales básicas, siempre y cuando no influyan de manera directa en las operaciones de trabajo. La microempresa ha establecido una duración de 20 minutos.

### **→ Determinación de la Jornada Efectiva de Trabajo**

Para el cálculo de la JET, se aplica lo siguiente:



JET: Jornada de Trabajo -  $\Sigma$  Tolerancias fijas

JET: 480 – (30+ 15)

**JET: 435 min.**

Ahora se procede a normalizar las tolerancias (variables), se debe tener en cuenta los 73 minutos de tolerancia por fatiga y los 20 minutos por necesidades personales:

$$\begin{array}{ccc} \text{JET} - (\text{Fatiga} + \text{NP}) & \longrightarrow & (\text{Fatiga} + \text{NP}) \\ \text{TN} & \longrightarrow & X \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} 405 - (76 + 20) & \longrightarrow & (76 + 20) \\ 0,05368 & \longrightarrow & X \end{array}$$

**X = 0,01667 min**

Finalmente el tiempo estándar de la operación de corte viene dado por:

TE: TN +  $\Sigma$  Tolerancias

TE: 0,05368 + 0,01667

**TE: 0,07035min**

### **Análisis de Resultados**

Luego de realizar el estudio de tiempo para el proceso de fabricación de muebles de oficina de la microempresa DISTRIBUIDORA BOCAR S.A., específicamente de la operación de corte, se obtuvieron los siguientes resultados:



1. De acuerdo a las mediciones de tiempo tomadas en el área de trabajo se puede concluir que el T.P.S. es de 0,04628 minutos.
2. El tiempo normal en el que el operario ejecuta la actividad de corte para la elaboración de muebles de oficina de 0,05368 minutos, y este valor representa el tiempo necesario por el operario promedio para ejecutar la operación, sin ninguna demora por necesidades personales ni retrasos inevitables.
3. Empleando el método sistemático, se asignan las tolerancia por fatiga, estas sumadas a las necesidades personales, conduce a la atribución de concesiones por concepto de tolerancias variables de 0,01667 minutos, (específicamente en la operación de corte), este valor varia poco en comparación con el tiempo normal empleado por el operario para ejecutar la tarea.
4. El cálculo del tiempo estándar de la operación de corte para la elaboración de muebles de oficina de la microempresa DISTRIBUIDORA BOCAR S.A., es de 0,07035 minutos.



## CONCLUSIONES

Después de la observación detallada y análisis de tiempos de la actividad de corte para la fabricación de muebles de oficina en la DISTRIBUIDORA BOCAR S.A., se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Con el diagrama de flujo de la empresa se logro establecer la ubicación correcta de los equipos de la empresa así como también las áreas de almacenaje de materia prima y producto terminado, también se cuenta con las generalidades, su ubicación y a que se dedica. Se hizo un estudio de los procesos de la empresa con el fin de evaluar un nuevo método de producción, almacenaje y recorrido de materia prima para mejorar significativamente el aprovechamiento de el espacio y la materia prima, todo esto para reducir costos, tiempo de producción, calidad de vida del trabajador dentro de la empresa, lo que se traducirá en una entrada mayor de dinero.

Tomando en cuenta que la empresa que se esta estudiando es de producción y no de servicio, las mejoras no se hacen solo respecto a los movimientos de la materia prima y su almacenaje, sino que también se puede hacer un estudio de las condiciones dentro del área de producción, tales como apilamiento de material de desecho, polvo dentro del área de producción, ventilación, delimitación del área de trabajo, que a la larga también producen problemas para la empresa en cuanto a la salud y la seguridad de los trabajadores.



2. El trabajo realizado por el operario se caracteriza por requerir de poco esfuerzo físico, en cuanto al esfuerzo mental o visual requiere atención continúa o constante, por otro lado, el trabajo se ejecuta de forma parada combinada con el caminar.
3. En la fabricación de muebles de oficina, se requiere de tolerancias y/o especificaciones para cumplir con las exigencias de calidad.
4. La operación realizada en el proceso de fabricación de muebles de oficina, presenta fallas que representan costos, tiempo y exceso de movimiento y recorrido por parte de los operarios; todo esto conllevó a realizar el estudio de tiempo enfocándose en la operación de corte para determinar el tiempo estándar y de esta manera corregir las fallas.
5. Existen deficiencias en las condiciones de trabajo, el área donde se fabrican los muebles y la cantidad de máquinas que se utilizan, la temperatura del ambiente no es favorable, y el ruido presente en el área es molesto y agudo.
6. El área de fabricación de muebles se caracteriza por falta de orden y limpieza, lo cual contribuye a la poca eficiencia y por ende la pérdida de tiempo.
7. La mala distribución del área de trabajo, ocasiona retraso en el proceso de fabricación de muebles de oficina y por ello influye de manera innecesaria en los gastos de producción.



## RECOMENDACIONES

Después del análisis, resultados y las conclusiones obtenidas en este estudio, se presentan a continuación las recomendaciones:

1.- Es recomendable colocar la identificación de la microempresa en un lugar visible.

2.- Mejorar la distribución de la planta, de manera que se pueda aprovechar todo el espacio físico que ésta posee.

3.- Se recomienda que los trabajadores porten equipos de seguridad para su protección, para que no vayan a sufrir daños que ocasionen gastos a la empresa.

4.- Se recomienda hacer uso del espacio cúbico del almacén para tener un mayor aprovechamiento del mismo y evitar que se congestionen las áreas con el acarreo y almacenaje de la materia prima y el producto terminado.

5.- Establecer los diversos mantenimientos apropiados en los equipos, para obtener una mejor calidad del producto terminado.

6.- Se recomienda la adquisición de equipos automatizados para el traslado de materiales.



7.- Implementar equipos de seguridad por parte de los trabajadores para su protección, para que estos no sufran daños que ocasionen gastos a la microempresa.

8.- Mantener en orden las herramientas y los materiales en un deposito y tenerlos preparados y listos en el puesto de trabajo al comenzar la jornada.

9.- Redistribuir el área de trabajo, colocando todos los materiales de manera consecutiva en correspondencia con la sucesión de las actividades que se van a realizar.

10.- Realizar planes de concientización y capacitación para evitar al máximo o en el mejor de los casos eliminar las demoras.

11.- Estandarizar los tiempos de duración de los operaciones que se realizan en la microempresa, llevando a cabo un estudio de tiempo más completo, es decir, de todo el proceso ya que esta practica solo enfoca la operación de prensado.

12.- Implementar programas de capacitación y bonificación por los trabajadores que permitan obtener el rendimiento de estos mismos y a su vez logre motivar al trabajar de manera tal que se preocupe por los intereses de la empresa.





## BIBLIOGRAFÍA

- **HODSON, W.(1996).** Manual del Ingeniero Industrial. México: Mc Graw Hill. Tomo1
- **KRICK, E. (1987).**Ingeniería de métodos. México: Limusa.
- **NIVEL, B.** Ingeniería Industrial. Método, tiempo y movimiento: Alfa – Omega.
  
- **BIBLIOTECA VIRTUAL ASOCEM.** (Documento en línea). Disponible en: <http://www.asocem.org.pe>
  
- **TUTORIAL DE PRODUCCIÓN.** (Documento en línea). Disponible en: <http://www.itlp.edu.mx>.
  
- **GESTIOPOLIS.** (Documento en línea). Disponible en: <http://www.gestiopolis.com>



# **ANEXOS**



**Cronómetro decimal de minutos (de 0.01 min.)**



**Cronómetro decimal de minutos de doble acción.**

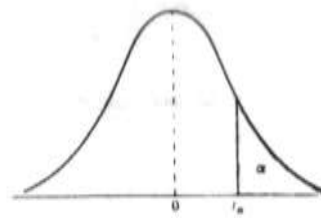


**Cronómetro decimal de hora**



**. Tablero con cronómetro electrónico.**





**Tabla A.4\*** Valores críticos de la distribución *t*

<i>v</i>	$\alpha$				
	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
inf.	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

**Tabla de distribución *t* de student.**



**DESTREZA O HABILIDAD**

0.15	A1	EXTREMA
0.13	A2	EXTREMA
0.11	B1	EXCELENTE
0.08	B2	EXCELENTE
0.06	C1	BUENA
0.03	C2	BUENA
0	D	REGULAR
-0.05	E1	ACEPTABLE
-0.1	E2	ACEPTABLE
-0.16	F1	DEFICIENTE
-0.22	F2	DEFICIENTE

**ESFUERZO O EMPEÑO**

0.13	A1	EXCESIVO
0.12	A2	EXCESIVO
0.1	B1	EXCELENTE
0.08	B2	EXCELENTE
0.05	C1	BUENO
0.02	C2	BUENO
0	D	REGULAR
-0.4	E1	ACEPTABLE
-0.8	E2	ACEPTABLE
-0.12	F1	DEFICIENTE
-0.17	F2	DEFICIENTE

**CONDICIONES**

0.06	A	IDEALES
0.04	B	EXCELENTES
0.02	C	BUENAS
0	D	REGULARES
-0.03	E	ACEPTABLES
-0.07	F	DEFICIENTES

**CONSISTENCIA**

0.04	A	PERFECTA
0.03	B	EXCELENTE
0.01	C	BUENA
0	D	REGULAR
-0.02	E	ACEPTABLE
-0.04	F	DEFICIENTE

**Tabla de Porcentajes de calificación de la actuación del Sistema Westinghouse**



CONCESIONES POR FATIGA	MINUTOS CONCEDIDOS=	$\frac{\text{CONCESIÓN\% X JORNADA EFECTIVA}}{1 + \text{CONCESIÓN \%}}$
------------------------	---------------------	---

CLASE	LÍMITES DE CLASE		CONCESIÓN(%) POR FATIGA	JORNADA EFECTIVA (MINUTOS)			
	INFERIOR	SUPERIOR		510	480	450	420
				MINUTOS CONCEDIDOS POR FATIGA			
A1	0	156	1	5	5	4	4
A2	157	163	2	10	10	9	8
A3	164	170	3	15	14	13	12
A4	171	177	4	20	18	17	16
A5	178	184	5	24	23	21	20
B1	185	191	6	29	27	25	24
B2	192	198	7	33	31	29	27
B3	199	205	8	38	36	33	31
B4	206	212	9	42	40	37	35
B5	213	219	10	46	44	41	38
C1	220	226	11	51	48	45	42
C2	227	233	12	55	51	48	45
C3	234	240	13	59	55	52	48
C4	241	247	14	63	59	55	51
C5	248	254	15	67	63	59	55
D1	255	261	16	70	66	62	58
D2	262	268	17	74	70	65	61
D3	269	275	18	78	73	69	64
D4	276	282	19	81	77	72	67
D5	283	289	20	85	80	75	70
E1	290	296	21	89	83	78	73
E2	297	303	22	92	86	81	76
E3	304	310	23	95	90	84	79
E4	311	317	24	99	93	87	81
E5	318	324	25	102	96	90	84
F1	325	331	26	105	99	93	87
F2	332	338	27	108	102	96	89
F3	339	345	28	112	105	98	92
F4	346	349	29	115	108	101	94
F5	350	Y MÁS	30	118	111	104	97

**Tabla de Concesiones**





**Números aleatorios**

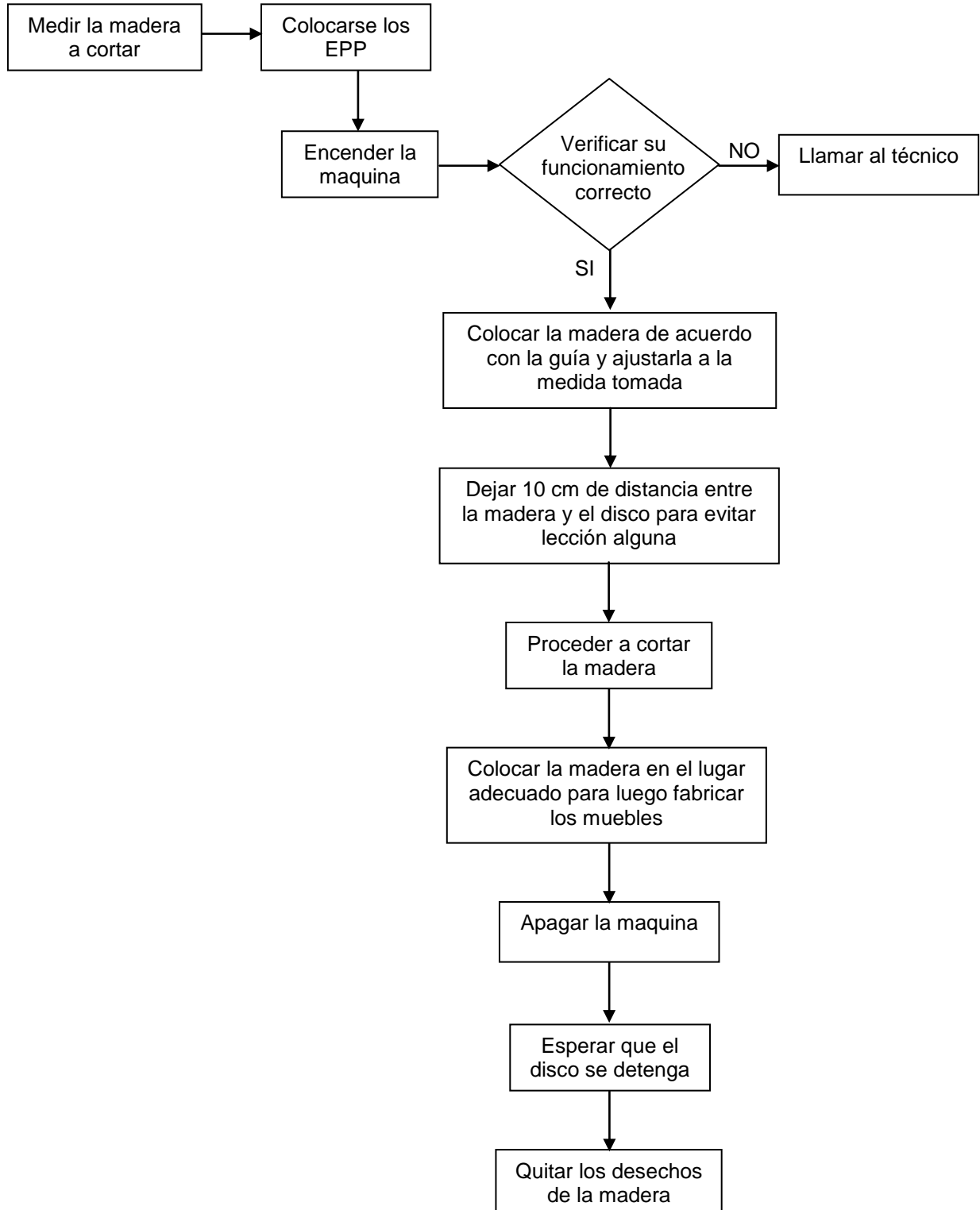
51772	74640	42331	29044	46621	62898	93582	04186	19640	87056
24033	23491	83587	06568	21960	21387	76105	10863	97453	90581
45939	60173	52078	25424	11645	55870	56974	37428	93507	94271
30580	02133	75797	45406	31041	86707	12973	17169	88116	42187
03585	79353	81938	82322	96799	85659	36081	50884	14070	74950
64937	03355	95863	20790	65304	55189	00745	65253	11822	15804
15630	64759	51135	98527	62586	41889	25439	88036	24034	67283
09448	56301	57683	30277	94623	85418	68829	06652	41982	49159
21631	91157	77331	60710	52290	16835	48653	71590	16159	14676
91097	17480	29414	06829	87843	28195	27279	47152	35683	47280
50532	25496	95652	42457	73547	76552	50020	24819	52984	76168
07136	40876	79971	54195	25708	51817	36732	72484	94923	75936
27989	64728	10744	08396	56242	90985	28868	99431	50995	20507
85184	73949	36601	46253	00477	25234	09908	36574	72139	70185
54398	21154	97810	36764	32869	11785	55261	59009	38714	38723
65544	34371	09591	07839	58892	92843	72828	91341	84821	63886
08263	65952	85762	64236	39238	18776	84303	99247	46149	03229
39817	67906	48236	16057	81812	15815	63700	85915	19219	45943
62257	04077	79443	95203	02479	30763	92486	54083	23631	05825
53298	90276	62545	21944	16530	03878	07516	95715	02526	33537

**Tabla de números aleatorios.**

(Tomada de: ESTADÍSTICA, de Murray R. Spiegel 3º Edición)



FLUJOGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINA DE CORTE DE LA EMPRESA





## DIAGRAMA DE PROCESO.

(Propuesto)

**Diagrama:** Proceso

**Proceso:** Elaboración de Productos de madera

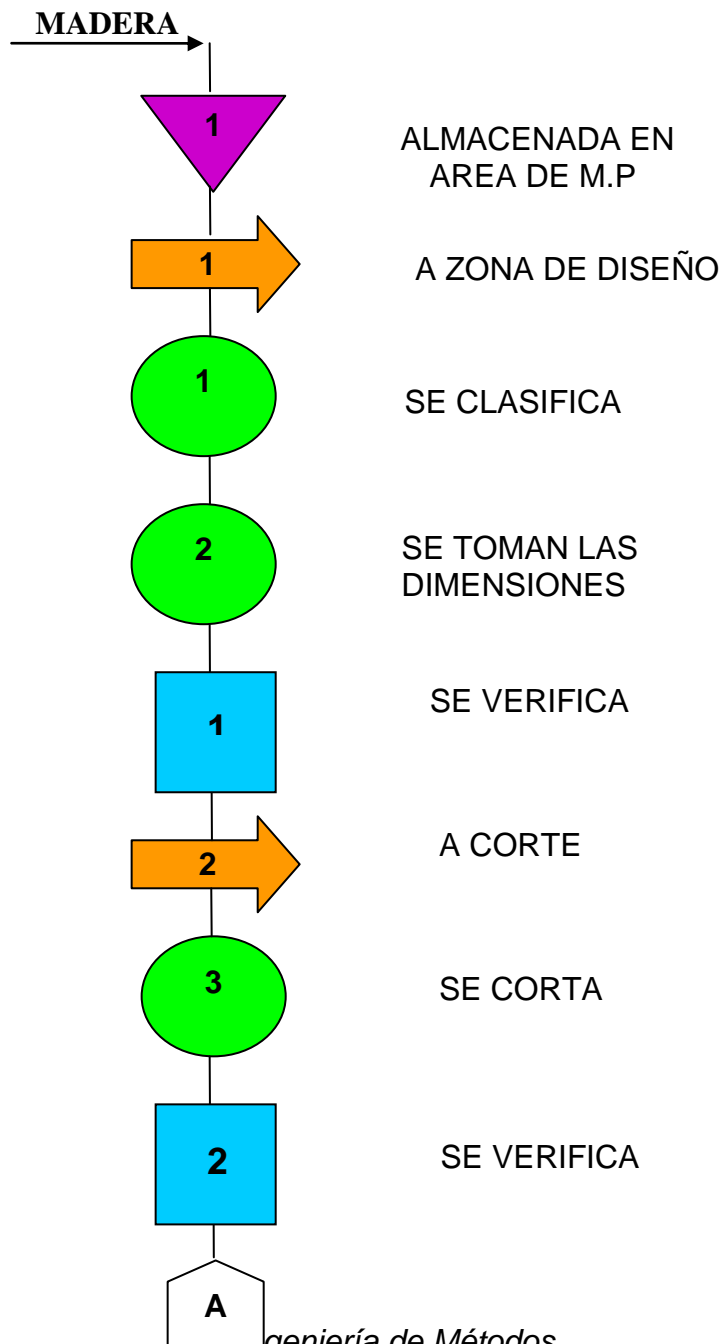
**Inicio:** Descarga de la madera

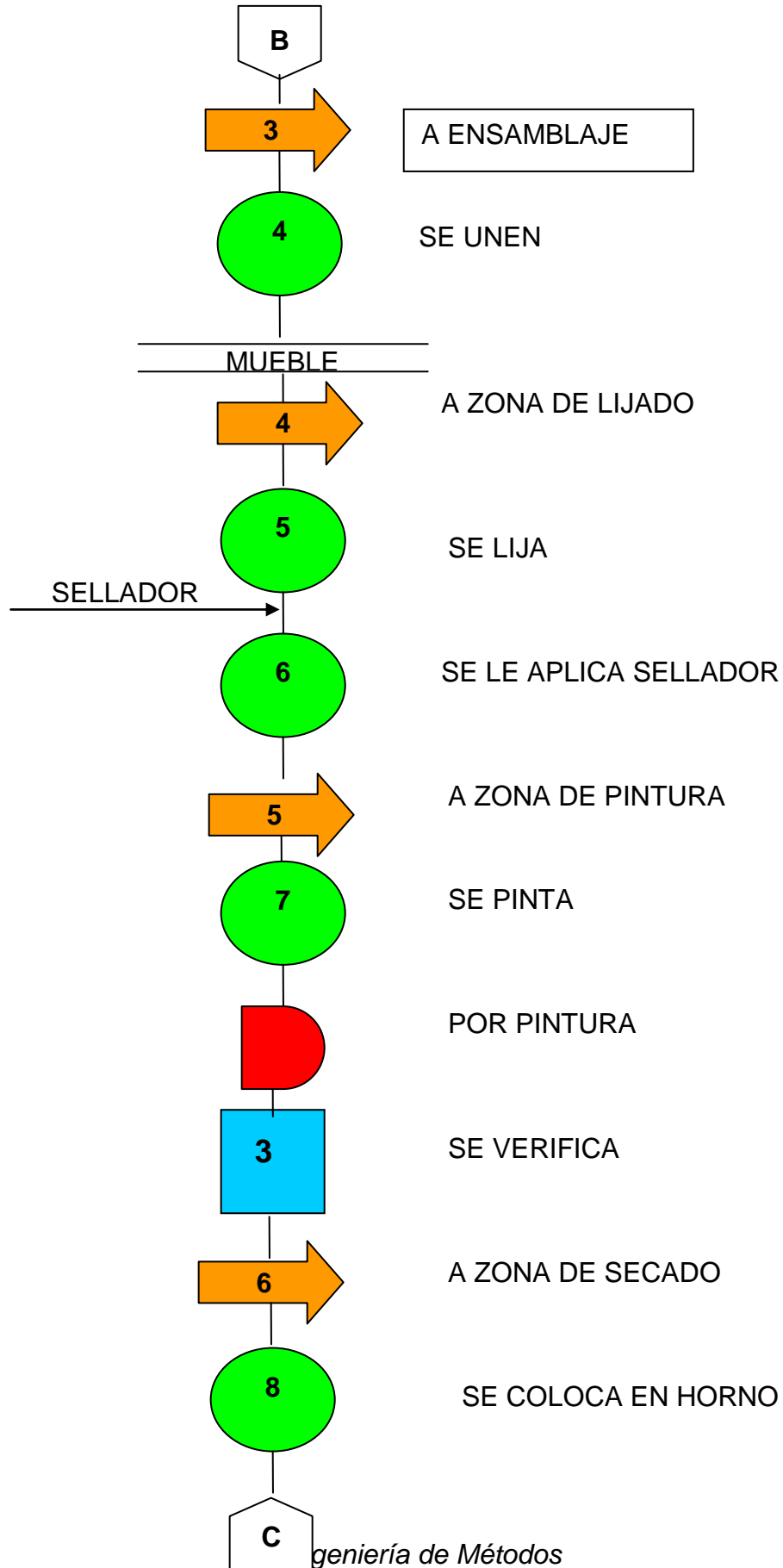
**Fin:** Traslado a Producto Terminado

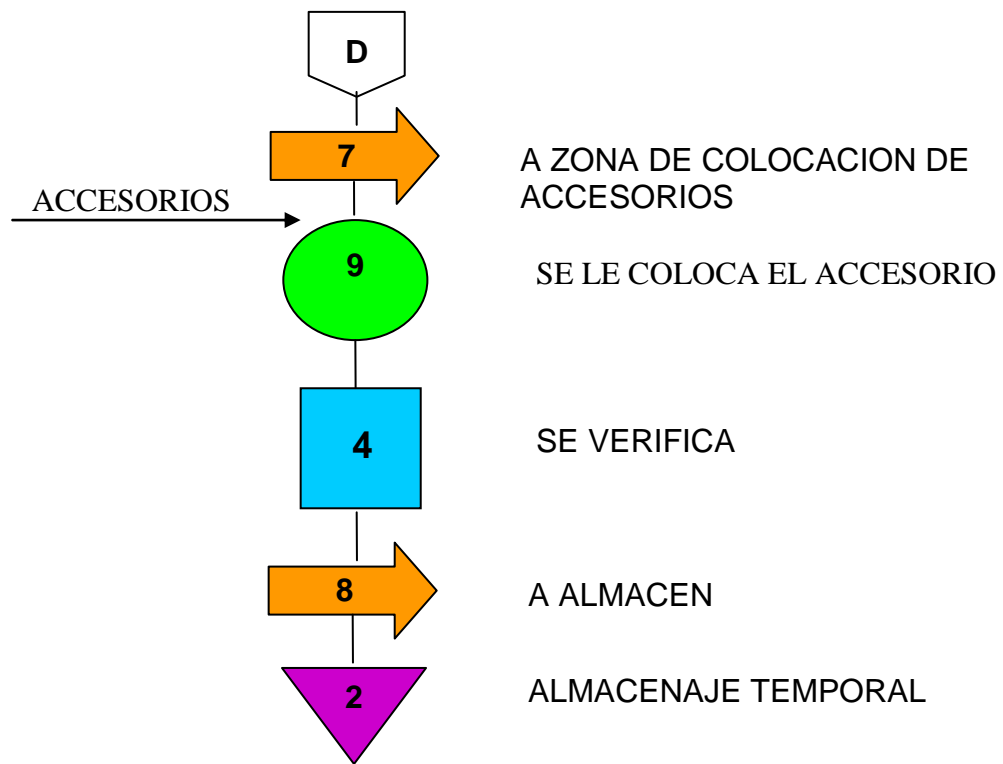
**Método:** Propuesto

**Seguimiento:** Al material






**Fecha:** 17/ 06/ 06







Resumen

	—	9
	—	4
	—	8
	—	1
	—	2
TOTAL:		24



## DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

