



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA  
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”  
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CÁTEDRA: INGENIERÍA DE MÉTODOS

# **Estudio de Tiempo del Proceso de Planchado en la Empresa BIENPLANCHAO, C.A.**

PROFESOR:

MSc. Ing. IVÁN TURMERO

INTEGRANTES:

CALDERÓN, XIANA  
LEZAMA, ELENKY  
SULBARÁN, KELLY  
TRILLO, ANDREA  
VIAMONTE, ERIKA  
ZERPA, GINDEL

CIUDAD GUAYANA, MARZO 2013.



## ÍNDICE

CONTENIDO	PÀG
INTRODUCCIÓN	1
<b>CAPÍTULO I. EL PROBLEMA</b>	
1.1. Antecedentes	3
1.2. Planteamiento del Problema	3
1.3. Justificación	4
1.4. Limitaciones	5
1.5. Objetivos	5
1.5.1. Objetivo General	5
1.5.2. Objetivos Específicos	5
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÒRICO</b>	
2.1. Estudio de Tiempos	7
2.2. Requisitos del Estudio de Tiempos	7
2.3. Manejo y Estudio Correcto del Cronómetro	9
2.4. Herramientas del Estudio de Tiempos por Cronómetro	14
2.5. Estudio de Tiempos con Cronómetros	15
2.6. Tipos de Elementos	17
2.7. Aplicación del Estudio de Tiempos en el Área de Trabajo	18
2.7.1. Procedimiento del Estudio de Tiempos	18
2.7.1.1. Selección del Operario	18
2.7.1.2. Registro de Información Significativa	20
2.7.1.3. Toma de Tiempo	23
2.7.1.4. Selección y Registro de los Elementos	25
2.7.1.5. Calificación de la Actuación del Operario	26
2.7.1.6. Tolerancias	31



2.7.1.7.	Cálculo de los Suplementos	34
2.7.1.8.	Recomendaciones para el Descanso	35
2.7.1.9.	Importancia de los Períodos de Descanso	35
2.7.1.8.	Propósito de los Suplementos	36
2.8.	Tiempo Estándar	36
2.9.	Propósito del Tiempo Estándar	37
2.10.	Tiempo Normal	38
2.11.	Calificación de Velocidad	39
2.12.	Método Sistemático	40
2.13.	Método Sistemático para Asignar Tolerancia por Fatiga	40
2.14.	Normalización de Tolerancias	41
2.15.	Procedimiento Estadístico para Determinar el Tamaño de la Muestra	41
2.16.	Procedimiento para Determinar el Tiempo Estándar	42
2.17.	Pasos para calcular el tiempo estándar	43
2.18.	Método General Electric	45

### **CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO**

3.1.	Tipo de Investigación	47
3.2.	Población y Muestra	49
3.3.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	50
3.4.	Procedimiento Metodológico	52

### **CAPÍTULO IV. SITUACIÓN ACTUAL**

4.1.	Selección de Seguimiento	55
------	--------------------------	----

### **CAPÍTULO V. TIEMPO ESTÁNDAR**

5.1.	Estudio de Tiempos	57
------	--------------------	----



5.1.1. Determinación del Número de Observaciones a Tomar	58
5.1.2. Procedimiento para Calcular el Tiempo Estándar de la Operación de Planchado	58
✓ Determinación de la Confiabilidad del Estudio	59
✓ Cálculo de la Desviación Estándar de la Muestra	59
✓ Cálculo del Intervalo de Confianza	59
✓ Intervalo de Confianza	60
✓ Criterio de Decisión	60
✓ Determinación del Tiempo Estándar	61
✓ Cálculo del Tiempo Promedio Seleccionado (TPS)	61
✓ Cálculo del Factor de Calificación del Operario	61
✓ Cálculo del Tiempo Normal (TN)	62
✓ Cálculo de las Tolerancias	63
• Cálculo de la Jornada de Trabajo	63
✓ Cálculo de Tolerancias por Fatiga	63
• Condiciones de Trabajo	63
• Repetitividad y Esfuerzo Aplicado	64
• Posición de Trabajo	64
✓ Análisis de Tolerancias	65
✓ Cálculo de la Jornada Efectiva de Trabajo (JET)	66
✓ Normalizando	66
✓ Análisis de los resultados	67
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>69</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>70</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>71</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>72</b>



## INTRODUCCIÓN

Toda empresa que lleve a cabo un proceso productivo o preste un servicio, siempre está en la búsqueda de crecer y aumentar su rentabilidad y el camino ideal para lograrlo es a través del aumento de su productividad.

Además, se están reestructurando a fin de operar, más efectivamente y por lo tanto ser más competitivas. Para ello se requiere tener estandarizado las operaciones que se lleven a cabo en la empresa, además de tener establecido la efectividad de los operarios en la realización de sus actividades.

La ingeniería de métodos es una herramienta muy importante que puede servir de aplicación para realizar estudios a fondo de los procesos que se llevan a cabo en las empresas, con la finalidad de identificar posibles causas que generen las fallas en los mismos, y de esta manera proponer una mejor forma de realización del trabajo, incrementando su productividad y haciendo el mejor aprovechamiento de los recursos que posee.

El estudio de tiempo es una técnica empleada para la medición del trabajo. Se registran los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, ya que permite determinar el tiempo de duración de una actividad que ejecuta el operador en condiciones normales, a una velocidad y ritmo de trabajo acorde con las características del empleado. Este estudio se basa fundamentalmente en el contenido del trabajo considerando la fatiga y los retrasos personales e inevitables.



Actualmente, en la empresa BIENPLANCHAO, C.A se realizará este estudio, efectuando un análisis de la situación existente en la que se encuentra la empresa, con el propósito de mejorar el método de trabajo.

La estructura del trabajo se presenta en cinco capítulos distribuidos de la manera siguiente:

<b>CAPÍTULO I:</b>	EL PROBLEMA
<b>CAPÍTULO II:</b>	MARCO TEÓRICO
<b>CAPÍTULO III:</b>	MARCO METODOLÓGICO
<b>CAPÍTULO IV:</b>	SITUACIÓN ACTUAL
<b>CAPÍTULO V:</b>	TIEMPO ESTÁNDAR

Finalmente, se presentan las conclusiones, recomendaciones al proceso de producción en general y la bibliografía consultada.



## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA

#### 1.1. Antecedentes

La empresa BIENPLANCHAO, C.A., al igual que la mayoría de las empresas en Venezuela que son resultado del crecimiento progresivo fruto del trabajo día a día fue creciendo a través de la experiencia de sus propietarios, esto es posible en gran medida a la improvisación y al ensayo y error, nunca fue efectuado en esta algún tipo de Estudio de Métodos que determinara la mejor distribución y forma de hacer más eficiente el trabajo. Sino que de forma empírica se buscó la mejor ubicación de las estaciones basados principalmente en la accesibilidad más que en su correcta ubicación, esta actividad no dejó reflejado ningún tipo de documento que expresara el cuándo, cómo, quién, dónde ni por qué.

Lo que ocasiona que no posea un plan de trabajo establecido, únicamente se implanta de manera lógica y coherente una serie de metas de producción a corto plazo.

#### 1.2. Planteamiento del Problema

En la Empresa BIENPLACHAO, C.A, no se tienen determinados los estándares de tiempo. Esta medición es necesaria para que los encargados de la empresa puedan pronosticar satisfactoriamente los tiempos de ejecución de las operaciones que requieren todos los empleados; como las tolerancias que tienen todos los operarios en la jornada de trabajo. El



desconocimiento de los tiempos estándares no permite el óptimo funcionamiento de la empresa.

Debido a la falta de estándares de tiempo, surgió la necesidad de determinar el tiempo de ejecución de un operario para realizar el proceso de planchado de camisas y evaluar el tiempo que el empleado interviene en realizar una determinada actividad.

### **1.3. Justificación**

El propósito de este proyecto es proporcionar la información necesaria para un mejor método de trabajo a los operarios, determinando así el tiempo estándar de una actividad que se realice en la empresa por medio de la observación y el cronometraje para así tener un tiempo exacto, en este caso el área de planchado, y estudiando si es factible el tiempo en el cuál se ejecuta una determinada tarea.

Otros de los propósitos con que se realiza este proyecto es determinar la eficiencia de los empleados de BIENPLANCHAO, C.A., se estudiará la posibilidad de mejorar las posibles fallas que se pueden estar presentando de acuerdo con los resultados que se obtengan.

Es útil y provechoso porque nos proporcionará los detalles y las ciertas debilidades que la empresa podría presentar y a su vez contribuiría con el mejoramiento de las actividades realizadas por el operario. Así mismo, para obtener una mejor productividad.





#### **1.4. Limitaciones**

Este proyecto contó con las siguientes limitaciones:

- ✓ Falta de información referente a la situación actual con respecto a los tiempos estándares que debería tener la empresa.
- ✓ Falta de información de la eficiencia del personal que labora en BIENPLANCHAO, C.A.
- ✓ La política de privacidad que tienen la empresa y no permite el acceso a varios estudiantes para la toma de datos.

#### **1.5. Objetivos**

##### **1.5.1. Objetivo General:**

Aplicar el estudio de tiempo para determinar el tiempo del planchado de camisas, de la empresa BIENPLANCHAO, C.A ubicada en Alta Vista, Centro Comercial Zulia, PB, local 51. Puerto Ordaz, Estado Bolívar.

##### **1.5.2. Objetivos Específicos:**

- Realizar las observaciones para obtener los datos por medio del cronómetro.
- Evaluar las condiciones de trabajo del personal.



- Aplicar el procedimiento estadístico para la determinación de la confiabilidad del tamaño de la muestra.
- Determinar la calificación de velocidad de la operación realizada.
- Determinar las tolerancias de la jornada de trabajo.
- Determinar la jornada de trabajo a evaluar.
- Determinar el tamaño de la muestra que se tomara en cuenta a la hora de hacer el estudio de tiempo.
- Manejar correctamente el cronómetro para así tomar los valores exactos leídos en el mismo, de cada elemento de la operación.
- Conocer la aplicación de muestreo de trabajo.
- Determinar a través del cronometraje, los tiempos promedios seleccionados de la operación y clasificarlos de acuerdo a la velocidad de ejecución de cada elemento de la misma.
- Determinar la tolerancia de cada elemento que componen la operación.
- Determinar el tiempo estándar de la operación escogida.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### **2.1. Estudio de Tiempos**

Es una técnica de medición del trabajo que se emplea para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, para analizar los datos, con el fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea bajo normas establecidas. En la práctica, el estudio de tiempos incluye, por lo general, al estudio de métodos.

#### **2.2. Requisitos del Estudio de Tiempos**

Hay que dar cumplimiento a ciertos requisitos fundamentales antes de emprender el estudio de tiempos. Si se requiere el estándar para una nueva labor, o se necesita el estándar en un trabajo existente cuyo método se ha cambiado en todo o en parte, es preciso que el operario domine perfectamente la técnica de estudiar la operación. También es importante que el método que va a estudiarse se haya estandarizado en todos los puntos donde se va a Utilizar. Los estándares de tiempo carecerán de valor y serán fuente constante de inconformidades, disgustos y conflictos internos, si no se estandarizan todos los detalles del método y las condiciones de trabajo.

El operario debe verificar que se está siguiendo el método correcto y procurar familiarizarse con todos los detalles de la operación. El supervisor



debe comprobar el método para cerciorarse de que las alimentaciones, velocidades, herramientas de corte, lubricantes, etc., se ajusten a la práctica estándar establecida por el departamento de métodos.

**Para lograr un buen estudio de tiempos, es necesario:**

1. Seleccionar al trabajador promedio.
2. El trabajador seleccionado de ser un operador calificado que tenga la experiencia los conocimientos y otras cualidades necesarias para efectuar el trabajo, según la norma o método establecido.
3. Obtener y registrar toda la información pertinente acerca de la tarea del operario y de las condiciones de trabajo.
4. Registrar toda la información completa del método. Descomponiendo la tarea en elementos.
5. Medir con el instrumento adecuado.
6. Determinar la velocidad de trabajo, o sea, valorar o efectuar la calificación de actuación del trabajador (habilidad, esfuerzo, condiciones y la consistencia). Convertir los tiempos observados en tiempos básicos.
7. Añadir los suplementos al tiempo básico para obtener el tiempo tipo.
8. Obtener el tiempo estándar en piezas por hora y/o en horas por piezas. El ingeniero Industrial (analista del estudio de tiempos) tiene que observar los métodos mientras hace el estudio de tiempos. La



definición del estudio de tiempos postula que la tarea medida se realiza conforme a un método especificado.

Un estudio de tiempos no pretende fijar lo que tarda un hombre en realizar un trabajo, ni es tampoco un procedimiento para hacer caer al operario en el agotamiento físico; en definitiva de lo que se trata es de establecer un tiempo de ejecución para que cualquier operario que conozca su trabajo pueda hacerlo continuamente y con agrado. La realización del estudio de tiempos es necesario para:

- Reducir los costos.
- Determinar y controlar con exactitud los costos de mano de obra.
- Establecer salarios con incentivos.
- Planificar.
- Establecer presupuestos.
- Comparar los métodos.
- Equilibrar cadenas de producción.

### **2.3. Manejo y Estudio Correcto del Cronómetro**

El cronómetro es un reloj de precisión que se utiliza para establecer los tiempos de ejecución de las tareas que se ejecutan en alguna actividad en especial. Varios tipos de cronómetros están en uso actualmente. La mayoría de los cuales se encuentran dentro de la siguiente clasificación:

- a) Cronómetro decimal de minutos (de 0.01 min).
- b) Cronómetro decimal de minutos de (0.001).
- c) Cronómetro decimal de horas (de 0.0001 de hora).



d) Cronómetro electrónico o digital.

**a) 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.

**b) 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.

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.

- c) El cronómetro decimal de horas (de 0.0001 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., es decir, 0.30 de hora. 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.

Es posible montar tres cronómetros en un tablero, ligados entre sí, de modo que el analista pueda durante el estudio, leer siempre un cronómetro cuyas manecillas estén detenidas y mantenga un registro acumulativo del tiempo total transcurrido.

En primer lugar, al accionar la palanca se pone en movimiento el cronómetro 1 (primero de la izquierda), prepara el cronómetro 2, y arranca el 3. Al final del primer elemento, se desconecta un embrague que activa el cronómetro 3 y vuelve a accionar la palanca. Esto detiene el cronómetro 1, pone en marcha el 2 y el cronómetro 3 continúa en movimiento, ya que medirá el tiempo total como comprobación. El cronómetro 1 está ahora en espera de ser leído, en tanto que el siguiente elemento está siendo medido por el cronómetro 2.

- d) Cronómetros electrónicos auxiliados por computadora:** Este cronómetro permite la introducción de datos observados y los graba en



lenguaje computarizado en una memoria de estado sólido. Las lecturas de tiempo transcurrido se graban automáticamente. Todos los datos de entradas y los datos de tiempo transcurrido pueden transmitirse directamente del cronómetro a una terminal de computadora a través de un cable de salida. La computadora prepara resúmenes impresos, eliminando la laboriosa tarea del cálculo manual común de tiempos elementales y permitidos y de estándares operativos. La unidad de tiempo llamada segundo, es la sexagésima parte de un minuto. Esta unidad de medida va cayendo en desuso por ciertos inconvenientes que presenta el sistema sexagesimal. El minuto, la sexagésima parte de una hora, es más utilizado, pero dividido en 100 partes, cada una de estas partes es una centésima de minuto, y una hora, por tanto, son 6 000 centésimas de minuto.

Todos estos cronómetros tienen una pequeña esfera donde se totaliza el número de vueltas que da la saeta principal.

**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 del Cronometro Ordinario o Continuo**

- Los elementos regulares y los extraños, pueden seguirse etapa por etapa, todo el tiempo puede ser tomado en consideración.
- 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.

✓ **Desventajas del Cronometro Ordinario o Continuo**

- 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 del Cronómetro Vuelta a Cero**



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

✓ **Desventajas del Cronómetro Vuelta a Cero**

- Se pierde algún tiempo entre la reacción mental y el movimiento de los dedos al pulsar el botón que vuelve a cero las manecillas.
- No son registrados los elementos extraños que influyen en el ciclo de trabajo y por consiguiente no se hace más nada por eliminarlos.
- Es difícil tener en cuenta el tiempo total empleado en relación con el tiempo concedido.

## **2.4. 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:

- Reloj para estudio de tiempo con pantalla digital (electrónico) o cronometro manual (mecánico).
- Tablero de apoyo con sujetador: para sujetar los formatos para el estudio de tiempo.



- Formato para el estudio de tiempos: repetitivo y no repetitivo, permiten apuntarlos detalles escritos que deben incluirse en el estudio.
- Lápiz.
- Cinta métrica, regla o micrómetro, según sean las distancias involucradas y la precisión con que se necesiten medir.
- Calculadora o computadora personal (PC), para hacer los cálculos aritméticos que intervienen en el estudio de tiempos.

## 2.5. Estudio de Tiempos con Cronómetros

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

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



✓ N°. de plano del producto

- **Información para identificar**

- ✓ Nombre
- ✓ Número
- ✓ Categoría

- **Duración del estudio**

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

- **Condiciones de trabajo**

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

- **Descomponer la tarea en elementos**

- ✓ Elemento: Es la parte delimitada de una tarea definida.

- **Definir el ciclo**



- ✓ Es la sucesión de elementos necesarios para efectuar una tarea u obtener una unidad de producción.

## 2.6. Tipos de Elementos

- **Repetitivos:** Reaparecen en cada ciclo de trabajo estudiado.
- **Casual:** No aparecen en cada ciclo de trabajo en intervalos irregulares.
- **Constante:** Son aquellos cuyo tiempo básico es igual en cada ciclo.
- **Manejables:** Su tiempo básico varía en los ciclos.
- **Manuales:** Son los que realiza el trabajador.
- **Mecánicos:** Realizados por máquinas o utilizando la fuerza motriz.
- **Dominantes:** Duran más tiempo que los otros elementos.
- **De Contingencia:** Su tiempo es utilizado para proveer más material, equipo, herramientas, al proceso.
- **Extraños:** Elementos que se presentan de manera variable o constante en el proceso, pero que al analizarlos no deben formar parte del proceso.

**La clasificación de los elementos nos sirve para:**

- Separar el trabajo o actividades productivas de las NO productivas.



- Aislar, eliminar, estudiar, etc. aquellos elementos que causan problemas. (Alto costo, cuellos de botella).
- Estudiar los electos que causan fatiga.
- Hacer especificaciones detalladas del trabajo.

## **2.7. Aplicación del Estudio de Tiempos en el Área de Trabajo**

### **2.7.1. Procedimiento del Estudio de Tiempos**

Una vez que se ha establecido el método, estandarizado las condiciones y las operaciones, se han capacitado los elementos para seguir al operario, el trabajo está listo para un buen estudio de tiempos con cronómetros.

#### **2.7.1.1. Selección del Operario**

Es muy importante estudiar al operario indicado. Por esta razón hacer un estudio de tiempos sobre el operario equivocado puede duplicar la dificultad para hacer el estudio y disminuir la exactitud del estándar. El operario debe ser alguien que trabaje con buena habilidad y esfuerzo. Si el analista en estudio de tiempos aplica correctamente el procedimiento de valoración de desempeño, puede llegar al mismo estándar de tiempo final dentro de ciertos límites prácticos, aun cuando el operario trabaje deprisa o despacio.

Sin embargo, desde cualquier punto de vista, es mejor si el estándar cronometrado se basa en las observaciones de un trabajador efectivo y



cooperativo que trabaje a un nivel de desempeño aceptable. Como regla empírica, no es apropiado medir a un operario trabajando con una variación mayor al 25% arriba o abajo del 100%. 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 se 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 quien estudiar cuando la operación es ejecutada por un solo trabajador. En tales casos el analista debe ser cuidadoso al establecer su calificación de actuación, pues el operario puede estar actuando en uno u otro de los extremos de la escala. En trabajos 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.



### 2.7.1.2. 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.

✓ 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 por “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 minutos) el observador debe escribir la descripción de 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.

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.

Las reglas principales para efectuar la división en elementos son:

1. Asegurarse 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 de 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.



### 2.7.1.3. Toma de Tiempo

Existen dos técnicas para anotar los tiempos elementales durante el estudio:

- **Método de Regreso 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. 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.
- **Método Continuo:** 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.

#### **2.7.1.4. Selección y Registro de los Elementos**

Para los propósitos del estudio de tiempos, el trabajo desempeñado por el operario se divide en elementos. Un elemento es una parte constitutiva y propia de una actividad o tarea específica. Deben definirse con claridad. De preferencia la descripción del elemento debe indicar el punto de inicio, el trabajo específico incluido y el punto final. El estudio de tiempos por elementos tiene las siguientes ventajas Valorar el desempeño con más exactitud. Crear valores de tiempo estándar para elementos frecuentemente recurrentes; estos pueden verificarse contra datos existentes, lo cual ayuda a mantener la consistencia de los datos. Identificar el trabajo no productivo. El



registro de tiempo de cada elemento se hace de acuerdo al método que mejor le convenga al analista de tiempo (continuo o vuelta a cero).

#### **2.7.1.5. Calificación de la Actuación del Operario**

En el sistema de calificación de la actuación del operario, el analista evalúa la eficiencia del operador en términos de su concepto de un operario “normal” que ejecuta el mismo elemento. A esta efectividad o eficiencia se le expresa en forma decimal o en tanto por ciento (%), y se le asigna al elemento observado. Un operario “normal” se define como un obrero calificado y con gran experiencia, que trabaja en las condiciones que suelen prevalecer en la estación de trabajo a una velocidad o ritmo representativo del promedio. El principio de la calificación de la actuación del operario es el de saber ajustar el tiempo medio observado de cada elemento aceptable efectuado durante el estudio, al tiempo que hubiera requerido un operario normal para ejecutar el mismo trabajo.

##### **- Características de un Buen Sistema de Calificación**

La primera y la más importante de las características de un sistema de calificación es su exactitud. No se puede esperar consistencia o congruencia absoluta en el modo de calificar, ya que las técnicas para hacerlo se basan, esencialmente, en el juicio personal del analista de tiempos. Sin embargo, se consideran adecuados los procedimientos que permitan las diferentes analistas, en una misma organización, el estudio de operarios diferentes empleando el mismo método para obtener estándares que no tengan una desviación mayor de un 5% respecto del promedio de los estándares establecidos por el grupo. Se debe mejorar o sustituir el plan de calificación en que haya variaciones en los estándares mayores que la tolerancia de más



o menos 5%. El plan de calificación que dé resultados más consistentes y congruentes será también el más útil, si el resto de los factores son semejantes.

Se puede corregir un plan de calificación que tuviera consistencia al ser utilizado por los diversos analistas de tiempos de una planta y que, sin embargo, estuviese fuera de la definición aceptada de exactitud normal. Un procedimiento para calificar al operario que produzca resultados incongruentes o inconsistentes, cuando lo empleen diferentes analistas de tiempos, es seguro que termine en fracaso.

#### - **Métodos de Calificación**

1. Método Westinghouse.
2. Calificación Sintética.
3. Calificación Objetiva.
4. Calificación por Velocidad.
5. Calificación Modificada.

Para efecto de esta práctica utilizaremos el Método Westinghouse, el cual es uno de los sistemas de calificación más antiguos y de los utilizados más ampliamente.

#### **1. Método Westinghouse**

Fue desarrollado por la *Westinghouse Electric Corporation*. En este método 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” y se puede explicar más relacionándola con la calidad artesanal, revelada por la apropiada coordinación de la mente y las manos.

La Habilidad o destreza de un operario se determina por su experiencia y sus aptitudes inherentes, como coordinación natural y ritmo de trabajo. La práctica tenderá a desarrollar su habilidad, pero no podrá compensar por completo las deficiencias en aptitud natural.

La Habilidad o destreza de una persona en una actividad determinada aumenta con el tiempo, ya que una mayor familiaridad con el trabajo trae consigo mayor velocidad, regularidad en el moverse y ausencia de titubeos y movimientos falsos.

Una disminución en la habilidad generalmente es resultado de una alteración en las facultades debida a factores físicos o psicológicos, como reducción en agudeza visual, falla de reflejos y pérdida de fuerza con coordinación muscular. De esto se deduce fácilmente que la habilidad de una persona puede variar de un trabajo a otro, y aun de operación a operación en una labor determinada.

Según el Sistema Westinghouse de calificación o nivelación, existen seis grados o clases de habilidad asignables a operarios y que representan una evaluación de pericia aceptable. Tales grados son: deficiente, aceptable, regular, buena, excelente y extrema (u óptima). (Ver Anexo 2).

El observador debe evaluar y asignar una de estas seis categorías a la habilidad o destreza manifestada por un operario. La calificación de la habilidad se traduce luego a su valor en porcentaje equivalente, que es de





más 15%, para los individuos superhábiles, hasta menos 22% para los de muy baja habilidad. Este porcentaje se combina luego algebraicamente con las calificaciones de esfuerzo, condiciones y consistencia, para llegar a la nivelación final, o al factor de calificación de la actuación del operario.

Según este sistema o método de calificación, el Esfuerzo o Empeño se define como una “demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia”. El empeño es representativo de la rapidez con la que se aplica la habilidad, y puede ser controlado en alto grado por el operario. Cuando se evalúa el esfuerzo manifestado, el observador debe tener cuidado de calificar sólo el empeño demostrado en realidad. Con frecuencia un operario aplicará un esfuerzo mal dirigido empleando un alto ritmo a fin de aumentar el tiempo del ciclo del estudio, y obtener todavía un factor liberal de calificación. Igual que en el caso de la habilidad, en lo que toca a la calificación del esfuerzo pueden distinguirse seis clases representativas de rapidez aceptable: deficiente (o bajo), aceptable, regular, bueno, excelente y excesivo. Al esfuerzo excesivo se le ha asignado un valor de más 13%, y al esfuerzo deficiente un valor de menos 17%.

Las condiciones a que se ha hecho referencia en este procedimiento de calificación de la actuación, son aquellas que afectan al operario y no a la operación. En más de la mayoría de los casos, las condiciones serán calificadas como normales o promedio cuando las condiciones se evalúan en comparación con la forma en la que se hallan generalmente en la estación de trabajo. Los elementos que afectarían las condiciones de trabajo son: temperatura, ventilación, luz y ruido. Por tanto, si la temperatura en una estación de trabajo dada fuera de 17 °C mientras que generalmente se mantiene en 20 °C a 23 °C, las condiciones se considerarían debajo de lo normal.



Las condiciones que afectan la operación, como herramientas o materiales en malas condiciones, no se tomarán en cuenta cuando se aplique a las condiciones de trabajo el factor de actuación. Se han enumerado 6 clases generales de condiciones con valores desde más 6% hasta menos 7%. Estas condiciones “de estado general” se denominan ideales, excelentes, buenas, regulares, aceptables y deficientes.

El último de los cuatro factores que influyen en la calificación de la actuación es la Consistencia del operario. A no ser que se emplee el método de lectura repetitiva, o que el analista sea capaz de hacer las restas sucesivas y de anotarlas conforme progresa el trabajo, la consistencia del operario debe evaluarse mientras se realiza el estudio. Los valores elementales de tiempo que se repiten constantemente indican, desde luego, consistencia perfecta. Tal situación ocurre muy raras veces por la tendencia a la dispersión debida a las muchas variables, como dureza del material, afilado de la herramienta de corte, lubricante, habilidad y empeño o esfuerzo del operario, lecturas erróneas del cronómetro y presencia de elementos extraños. Los elementos mecánicamente controlados tendrán, como es comprensible, una consistencia de valores casi perfecta, pero tales elementos no se califican. Hay seis clases de consistencia: perfecta, excelente, buena, regular, aceptable y deficiente. Se ha asignado un valor de más 4% a la consistencia perfecta, y de menos 4% a la deficiente, quedando las otras categorías entre estos valores.

No puede darse una regla general en lo referente a la aplicabilidad de la tabla de consistencias. Algunas operaciones de corta duración y que tienden a estar libres de manipulaciones y colocaciones en posición de gran cuidado, darán resultados relativamente consistentes de un ciclo a otro. Por eso, operaciones de esta naturaleza tendría requisitos más exigentes de



consistencia promedio, que trabajos de gran duración que exigen gran habilidad para los elementos de colocación, unión y alineación. La determinación del intervalo de variación justificado para una operación particular debe basarse, en gran parte, en el conocimiento que al analista tenga acerca del trabajo.

#### **2.7.1.6. Tolerancias**

El tiempo normal de una operación no contiene ninguna tolerancia, es solamente el tiempo que tardaría un operario calificado en ejecutar la tarea si trabajara a marcha normal; sin embargo, una persona necesita de cierto tiempo para atender necesidades personales, para reponer la fatiga, además existen otros factores que están fuera de su control que también consumen tiempo.

En general las tolerancias se aplican para cubrir tres áreas generales:

- ✓ Necesidades Personales.
- ✓ Fatigas.
- ✓ Demoras Inevitables.

Las tolerancias deben calcularse en forma tan precisa como sea posible, o de otra manera se anulará por completo el esfuerzo puesto al hacer el estudio, las tolerancias se aplican al estudio de acuerdo a tres categorías:



- **Tolerancias Aplicables al Tiempo Total del Ciclo:**

Tolerancias que deben considerarse solo en el tiempo de maquinado. Aplicables solo al tiempo de esfuerzo. Las tolerancias aplicables al tiempo total del ciclo se expresan usualmente como porcentaje (%) del tiempo del ciclo que incluyen necesidades personales, limpieza de la estación de trabajo, mantenimiento de la máquina. Las tolerancias de tiempo de maquinado incluyen tiempo para mantener las herramientas y variaciones de potencia mientras que las tolerancias aplicables al tiempo de esfuerzo, comprenden fatigas y demoras inevitables.

- ✓ **Necesidades Personales:** Incluye interrupciones en el trabajo, necesarias para el trabajador, como son: viajes periódicos al bebedero de agua o al baño.
- ✓ **Fatiga:** La fatiga se considera como una disminución en la capacidad de realizar trabajo. La fatiga es el resultado de una acumulación de productos de desechos en los músculos, y en el torrente sanguíneo, lo cual reduce la capacidad de los músculos para actuar. La fatiga puede ser también mental. Una persona debe ser colocada, de ser posible en el trabajo que más le agrada. El método utilizado para determinar la fatiga es el método sistemático el cual incluye: criterios de temperatura, de ventilación, humedad, ruidos, duración de la actividad de repetición del ciclo, demanda física, demanda mental o visual, y de posición del operador. Cada criterio está conformado por varios niveles ponderados, y se evalúa de acuerdo a las condiciones observadas durante el estudio. La ponderación total (sumatoria de todos los criterios), se somete a una tabla que indica el porcentaje por fatiga, o si se requiere en minutos.



- ✓ **Demoras Inevitables:** Las demoras pueden ser evitables o inevitables. En la determinación del tiempo estándar no se consideran las demoras evitables causadas intencionalmente por el obrero. Las demoras inevitables incluyen interrupciones hechas por el supervisor, analista de tiempo y otros, irregularidades en materiales, dificultad de mantener tolerancias e interferencias debidas a la asignación de varias máquinas a un operario.

#### - **Método para el Cálculo de Tolerancias**

Existen dos métodos utilizados frecuentemente para el desarrollo de datos de tolerancias estándar. El primero es el que consiste en un estudio de la producción que requiere que un observador estudie dos o quizás tres operaciones durante un largo período. El operador registra la duración y el motivo de cada intervalo libre o de tiempo muerto y después de establecer una muestra razonablemente representativa, resume sus conclusiones para determinar la tolerancia en tanto por ciento para cada característica aplicable.

La segunda técnica para establecer un porcentaje de tolerancia es mediante el estudio de muestreo de trabajo. En este método, se toma un gran número de observaciones al azar, por lo que sólo requiere por parte del observador, servicios en parte de tiempo, o al menos, intermitentes. En este procedimiento no se emplea el cronómetro, ya que el observador camina solamente por el área que se estudia sin horario fijo, y toma breves notas sobre lo que cada operación está haciendo.



### 2.7.1.7. Cálculo de los Suplementos

Los suplementos por descanso (destinados a reponerse de la fatiga) son la única parte especial del tiempo que se añade al tiempo básico. Los demás suplementos, como por contingencias, por razones de políticas de la empresa y especiales, solamente se aplican bajo ciertas condiciones.

- ✓ **Suplementos por Descanso:** Se calculan de modo que permitan al trabajador reponerse de la fatiga. Tienen dos componentes principales los suplementos fijos y los suplementos variables. Los suplementos fijos, a su vez, se dividen en los siguientes.
- ✓ **Suplementos por Necesidades Personales:** Se aplican a los casos inevitables de abandono del puesto de trabajo, por ejemplo para ir a beber algo, a lavarse o al baño en la mayoría de las empresas que lo aplican suele oscilar entre 5 y 7 por ciento.
- ✓ **Suplementos por Fatiga Básica:** Es siempre una cantidad constante y se aplica para compensar la energía consumida en la ejecución de un trabajo y para aliviar la monotonía. Es frecuente que se fije en 4 del tiempo básico, cifra que considera suficiente para un trabajador que cumpla su tarea sentado, que ejecute un trabajo ligero en buenas condiciones materiales y que no precisa emplear manos, piernas sentidos sino normalmente.
- ✓ **Suplementos Variables:** Se añaden cuando las condiciones de trabajo difieren mucho de las indicadas, por ejemplo cuando las condiciones ambientales son malas y no pueden ser mejoradas,



cuando aumentan el esfuerzo y la tensión para ejecutar determinada tarea, etc.

#### 2.7.1.8. Recomendaciones para el Descanso

Los suplementos por descanso pueden traducirse en verdaderas pausas, si bien no hay regla fija sobre estas pausas, es corriente que se haga cesar el trabajo durante 10 ó 15 minuto a media mañana y a media tarde.

#### 2.7.1.9. Importancia de los Períodos de Descanso

1. Atenúan las fluctuaciones de rendimiento del trabajador a lo largo del día.
  2. Contribuyen a estabilizarlo más cerca del nivel óptimo.
  3. Rompen la monotonía de la jornada.
  4. Ofrecen a los trabajadores la posibilidad de reponerse de la fatiga y atender sus necesidades personales.
  5. Reducen las interrupciones del trabajo efectuadas por los interesados durante las horas de trabajo.
- ✓ **Otros Suplementos:** Algunas veces al calcular el tiempo estándar es preciso incorporar otros suplementos además del suplemento por descanso.



- ✓ **Suplementos por Contingencia:** Es el pequeño margen que se incluye en el tiempo estándar para prever demoras que no se pueden medir exactamente porque aparecen sin frecuencia ni regularidad.
- ✓ **Suplementos por Razones de Política de la Empresa:** Es una cantidad no ligada a las primas, que se añade al tiempo tipo (o alguno de sus componentes, como el contenido de trabajo) para que en circunstancias excepcionales, a nivel definido de desempeño corresponda un nivel satisfactorio de ganancias.
- ✓ **Suplementos Especiales:** Se conceden para actividades que normalmente no forman parte del ciclo de trabajo, pero en las cuales este no se podría efectuar debidamente.

#### 2.7.1.10. Propósito de los Suplementos

El propósito fundamental de las tolerancias es agregar un tiempo suficiente al tiempo de producción normal que permita al operario de tiempo medio cumplir con el estándar a ritmo normal. Se acostumbra a expresar las tolerancias como un multiplicador, de modo que el tiempo normal, que consiste en elementos de trabajo productivo, se puede ajustar fácilmente al tiempo de margen.

### 2.8. Tiempo Estándar

Es una función de la cantidad de tiempo necesario para desarrollar una unidad de trabajo, usando un método y equipos dados, bajo ciertas condiciones de trabajo, ejecutado por un obrero que posea una cantidad de





habilidad específica y una aptitud promedio para el trabajo. Es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación.

Se determina sumando los tiempos estándares permitidos para cada uno de los elementos que comprenden el estudio de los tiempos estándares elementales, lo cual dará el estándar en minutos por pieza o en horas por pieza. La mayoría de las operaciones industriales tienen ciclos relativamente cortos (inferiores a cinco minutos), por lo tanto usualmente es más conveniente expresar los estándares en términos de horas por 100 piezas.

$$TE = TPS \times Cv + \Sigma Tol$$

En donde:

$TE$  = Tiempo Estándar

$TN$  =  $TPS \times Cv$

$TPS$  = Tiempo Promedio Seleccionado

$Cv$  = Factor de Calificación  $Cv = 1 \pm c$

$c$  = Coeficiente de confianza

$$TPS = \frac{\Sigma \text{lecturas}}{\text{número de observaciones}}$$

## 2.9. Propósito del Tiempo Estándar

- Base para el pago de incentivos.
- Denominador común para la comparación de diversos métodos.



- Método para asegurar una distribución del espacio disponible.
- Medio para determinar la capacidad de la planta.
- Base para la compra de un nuevo equipo.
- Base para equilibrar la fuerza laboral con el trabajo disponible.
- Mejoramiento del control de producción.
- Control exacto y determinación del costo de mano de obra.
- Base para primas y bonificaciones.
- Base para un control presupuestal.
- Cumplimientos de las normas de calidad.
- Simplificación de los problemas de dirección de la empresa.
- Mejoramiento de los servicios a los consumidores.
- Elaboración de planes de mantenimiento.

## 2.10. Tiempo Normal

Es el tiempo requerido por el operario normal para realizar la operación cuando trabaja con una velocidad estándar, sin ninguna demora por razones personales o circunstancias inevitables.

$$TN = TPS \times Cv$$

Donde:

$$TPS = \frac{\sum_{i=1}^n T}{n} \quad \text{Tiempo Promedio Seleccionado}$$

$$Cv = 1 \pm c \quad \text{Calificación de Velocidad}$$



### 2.11. Calificación de Velocidad

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 existe un método universal, el analista debe ser lo más objetivo posible para poder definir el factor de calificación (c). Es el paso más importante del procedimiento de medición del trabajo, se basa en la experiencia, adiestramiento y buenos juicios del analista.

La calificación se realiza durante la observación de los tiempos elementales, el analista debe evaluar la velocidad, la destreza, la carencia de falsos movimientos, el ritmo, la coordinación y la efectividad; deben ajustarse los resultados a la actuación normal.

La calificación son los procedimientos que se utilizan para ajustar los valores de tiempo observados de forma tal que correspondan con los tiempos requeridos para que el operario normal ejecute una tarea.

El sistema de calificación debe ser exacto, evaluar la influencia del juicio personal del analista, cuando exista variación en los estándares mayores que la tolerancia de  $\pm 5\%$  se debe mejorar o sustituir. Debe ser simple, conciso, de fácil explicación y con puntos de referencias bien establecidos.



## 2.12. Método Sistemático

Consiste en determinar de manera objetiva la cantidad de tiempo que debe asignarse por concepto de tolerancia el cual consiste en evaluar un conjunto de factores de manera cualitativa y cuantitativa, por niveles sabiendo que de menor o mayor la criticidad del mismo aumenta, se realizara entonces la suma de los puntos que luego son buscados en una tabla de concesiones en función de su límite y de la jornada de trabajo.

## 2.13. Método Sistemático para Asignar Tolerancia por Fatiga

En este método se debe evaluar de forma objetiva y a través de la observación directa, el comportamiento de las actividades ejecutadas por el operario, mediante un conjunto de factores los cuales poseen una puntuación según el nivel (evaluación cualitativa y cuantitativa). La sumatoria total de esos valores determina el rango y la clase (%) a que pertenece, según la Jornada de Trabajo que aplique, para asignarle un porcentaje del tiempo total que permita contrarrestar la fatiga.

La tabla de concesiones está diseñada para trabajar únicamente para trabajar con 4 tipos de jornadas (8.5, 8.7, 7.5, 7 h/día). La jornada de trabajo puede ser continua o discontinua. Para el caso de J.T diferentes debe reunirse a la siguiente fórmula:

$$\text{Minutos concedidos} = \frac{\text{CONCESION \%} \times \text{JORNADA EFECTIVA}}{1 + \text{CONCESION \%}}$$

A pesar de que los distintos tipos de tolerancias vienen expresadas en unidad de tiempo debe tener una unidad en común para que tanto la fija



como las variables puedan ser sumadas. Las tolerancias variables se refieren a la fatiga y la necesidad personal el resto de las tolerancias por lo general son fijas.

#### 2.14. Normalización de Tolerancias

Deducir de la jornada de trabajo los tiempos por concepto de suplementos o márgenes fijos de forma tal que se obtenga la jornada efectiva de trabajo, luego se determina cual es el porcentaje que representan las tolerancias por fatiga y necesidades personales del tiempo normal.

$$JET = JT - \sum Tolerancias Fijas$$

$$JET - (Fatiga + NP) \rightarrow Fatiga + NP$$

$$TN \rightarrow X$$

#### 2.15. Procedimiento Estadístico para Determinar el Tamaño de la Muestra

1. Definir el Coeficiente de Confianza (c), el cual va a depender del conocimiento del proceso y manejo de la herramienta. Utilizando la tabla de t student, se interpola para hallar el valor de tc.
2. Definir el Intervalo de Confianza (I):

$$Lc = I = \bar{X} \pm \frac{tc \times S}{\sqrt{n}}$$



3. Determinar la Desviación Estándar (S):

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

4. Determinar el Intervalo de la muestra (Im):

$$Im = \frac{2 \times tc \times S}{\sqrt{n}}$$

5. Criterio de Decisión:

$$Si \begin{cases} Im \leq I \rightarrow Se Acepta n \\ Im > I \rightarrow Se Rechaza n \\ \therefore Se recalcula n \end{cases}$$

6. Nuevo tamaño de la muestra N':

$$N' = \frac{4 \times tc^2 \times S^2}{I^2} \therefore N = N' - n$$

## 2.16. Procedimiento para Determinar el Tiempo Estándar

1. Seleccionar el trabajo que va a ser estudiados.
2. Registrar todos los datos necesarios.
3. Examinar los datos registrados y comprobar si son utilizados los mejores métodos y movimientos.



4. Medir la cantidad de trabajo, seleccionado la técnica de medición más adecuada para el caso.
5. Aplicar calificación y tolerancias en caso de utilizar cronometraje.
6. Definir las actividades y el método de operación a los que corresponde el tiempo computado.

### 2.17. Pasos para calcular el tiempo estándar

1. Cálculo de TPS:

$$TPS = \frac{\sum_{i=1}^n T}{n}$$

2. Calcular Cv:

$$Cv = 1 \pm c$$

3. Cálculo de TN

$$TN = TPS \times Cv$$

4. Análisis de Tolerancias.
5. Factores de Fatiga (Condiciones de Trabajo).

- Temperatura
- Condiciones Ambientales



- Humedad
- Nivel de Ruido
- Iluminación
- Duración del Trabajo
- Repeticiones del Ciclo
- Esfuerzo Físico
- Esfuerzo Mental o Visual
- Posición de Trabajo

6. Cálculo de la Fatiga:

$$\text{Min. fatiga} = \frac{\text{CONCESION \%} \times \text{JORNADA EFECTIVA}}{1 + \text{CONCESION \%}}$$

7. Calculo de JET

$$JET = JT - \sum \text{Tolerancias Fijas}$$

8. Normalizando

$$\begin{aligned} JET - (\text{Fatiga} + NP) &\rightarrow \text{Fatiga} + NP \\ TN &\rightarrow X \end{aligned}$$

$$X = \frac{TN \times (\text{Fatiga} + NP)}{JET - (\text{Fatiga} + NP)}$$





## 9. Cálculo de Tiempo Estándar

$$TE = TPS \times Cv + \Sigma Tol$$

$$TE = TN + \Sigma Tol$$

### 2.18. Método General Electric

Método desarrollado por un conjunto de investigadores que se dieron a la tarea de determinar en varias empresas del mismo ramo y en diferentes países el tiempo de duración de sus procesos, llegando a establecer una relación entre su duración y el número de observaciones a realizar, obviando el tratamiento estadístico necesario. (Ver Figura 1).

TIEMPO DEL CICLO (min)	OBSERVACIONES A REALIZAR
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
4.00 A 5.00	15
5.00 A 10.00	10
10.00 A 20.00	8
20.00 A 40.00	5
MÁS DE 40.00	3

**Figura 1. Tabla Método General Electric.**



Mientras más rápido sea el proceso la probabilidad de ocurrencia de errores es mayor a los cuales pudieran estar asociados a diferentes causas. También es importante que la actividad que se vaya a seleccionar para el estudio de tiempo deba tener cierto grado de repetitividad.



## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Tipo de Investigación

Según el nivel de conocimiento científico, se ha formulado el tipo de estudio de acuerdo con el tipo de información que se espera obtener, así como el nivel de análisis realizado y los objetivos e hipótesis planteadas.

La investigación es una actividad humana orientada a la obtención de nuevos conocimientos y, por esa vía, ocasionalmente dar solución a problemas o interrogantes de carácter científico.

El Diseño de una Investigación es el conjunto de actividades coordinadas e interrelacionadas que deberán realizarse para responder la pregunta de la investigación. El diseño debe señalar todo lo que se debe hacerse, de tal forma que cualquier investigador con conocimiento en el área pueda alcanzar los objetivos del estudio, responder las preguntas que se han planteado y asignar un valor de verdad a la hipótesis de la investigación.

El estudio realizado en la empresa BIENPLANCHAO, C.A., es de tipo **no experimental**, porque se pudo observar el proceso de planchado de camisas tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos. Como señala *Kerlinger* (1979, p. 116). “La investigación no experimental o ex-post-facto es cualquier investigación en la que resulta imposible manipular variables o asignar aleatoriamente a los sujetos o a las condiciones”. De



hecho, no hay condiciones o estímulos a los cuales se expongan los sujetos del estudio. Los sujetos son observados en su ambiente natural, en su realidad.

Cabe destacar, que el estudio es **Descriptivo**, porque a través de él se pudo describir la naturaleza actual de la disposición de los equipos y material dentro del sitio del trabajo. Este tipo de estudio busca únicamente describir situaciones o acontecimientos; básicamente no está interesado en comprobar explicaciones, ni probar determinadas hipótesis, ni en hacer predicciones. Con mucha frecuencia las descripciones se hacen por encuestas (estudios por encuestas), aunque éstas también pueden servir para probar hipótesis específicas y poner a prueba explicaciones.

Los estudios exploratorios se efectúan comúnmente cuando el objetivo es examinar un tema o problemática de investigación poco cultivado o que no ha sido abordado anteriormente. Por ende es de tipo **exploratorio**, porque permitió analizar lo que realmente está pasando en el área de proceso de planchado de la empresa BIENPLANCHADO, C.A., con todos y cada uno de los factores que repercuten en el proceso mismo.

De **Campo**, porque el estudio fue realizado observando los hechos en el propio área de producción de la empresa BIENPLANCHAO, C.A., y porque a través de él se aplicaron métodos y técnicas que permitieron la recolección de datos de información directamente relacionada con el proceso. Esto ocurre cuando los datos se recogen directamente de la realidad, por lo cual los denominamos primarios; su valor radica en que permiten cerciorarse de las verdaderas condiciones en que se han obtenido los datos, lo cual facilita su revisión o modificación en caso de surgir dudas.



**Evaluativo**, ya que, el objetivo del mismo es evaluar y juzgar el método actual de trabajo de la empresa, a fin de corregir las fallas presentadas. En este tipo de investigación se valoran los resultados de un programa en razón de los objetivos propuestos para el mismo, con el fin de tomar decisiones sobre su proyección y programación para un futuro.

**Aplicado**, debido a que permite la creación de procedimientos que servirán de guía para las acciones de mejora y eficacia en el proceso. Se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren, es decir, busca el conocer para hacer, actuar, construir y modificar.

De acuerdo al problema planteado, se incorpora el tipo de investigación denominado **proyecto factible**, debido a que la propuesta que se plantea es la de un modelo funcional viable o de solución posible para un problema de tipo práctico, para la empresa BIENPLANCHAO, C.A.

### 3.2. Población y Muestra

Dentro de toda investigación, la población constituye el eje de aplicación del estudio, ya que de ella se obtienen los datos relativos a la indagación desarrollada. Tamayoy Tamayo (1998) define población: “como la totalidad del fenómeno a estudiar en donde las unidades de población poseen una característica común, la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación”.

El mismo autor define el muestreo intencionado como aquel que toma lugar cuando el investigador selecciona los elementos que a su juicio, son representativos, lo cual le exige un conocimiento previo de la población que



se investiga para poder determinar cuáles son las categorías o aspectos que se pueden considerar como tipo representativo del fenómeno que se estudia.

La empresa BIENPLANCHAO, C.A., cuenta con una población de cuatro (4) planchadoras, en el área de planchado, sin embargo para efectos del estudio de tiempos se tomará una muestra del 50% de la población, es decir, dos (2) operarios, debido a que poseen experiencia en el planchado y por consecuencia mayor destreza y rapidez.

### **3.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

Para la recolección de datos se utilizaron los siguientes recursos e instrumentos:

- **Entrevista informal**

Es una técnica que va más allá de un simple interrogatorio, se basó en un diálogo o conversación entre el entrevistador y el entrevistado acerca de un tema previamente determinado de tal manera que el entrevistador pudiera obtener la información requerida.

Se procedió a entrevistar al dueño y gerente de la empresa, obteniendo como resultado la información de las diferentes actividades que se ejecutan para llevar a cabo el proceso de planchado.



- **Observación Directa**

Se realizaron varias visitas a la empresa con el fin de estudiar el proceso de planchado. Esta es la principal fuente de información de las operaciones que se realizan actualmente en la tienda, donde se pueden concretar acciones de corrección. Así como la observación del funcionamiento, comportamiento y estado de los equipos, y operarios.

- **Materiales**

Todos los necesarios para tomar notas y apuntes como:

- ✓ Cronómetro para estudio de tiempo.
- ✓ Formatos para estudio de tiempo que permitan registrar los tiempos tomados.
- ✓ Formatos para concesiones por fatiga.
- ✓ Tabla de método sistemático para asignar tolerancias por fatiga.
- ✓ Tabla Westinghouse.
- ✓ Tabla t- student.
- ✓ Calculadora.
- ✓ Papel.
- ✓ Lápiz.

- **Computador**

Se necesitó un computador para llevar de manera organizada la información de todos los datos recolectados en el estudio.



### 3.4. Procedimiento Metodológico

1. Visita a la empresa BIENPLANCHAO, C.A, para observar de forma directa el trabajo que realiza el operario en el área de planchado.
2. Toma de tiempos de cada una las operaciones que se realiza en el planchado de camisas.
3. Registrar los tiempos tomados en el formato.
4. Se calculó el tiempo promedio seleccionado de la actividad que se le está realizando el estudio.
5. Suponer un coeficiente de Confianza.
6. Hallar el Intervalo de Confianza.
7. Calcular el Intervalo de la Muestra y comparar con el Intervalo de Confianza.
8. Calificar al operario mediante el método Westinghouse para hallar el Cv.
9. Calcular el Tiempo Normal.
10. Asignar tolerancias (fatiga y necesidades personales).
11. Normalizar las Tolerancias.
12. Calcular el Tiempo Estándar.





**NOTA:** De ser necesario recalcular las cantidades de observaciones deberemos:

1. Definir la población de la cual quiere llegar a una conclusión, identificando los controles en los cuales confiar, y definir que constituye una desviación crítica de control (es decir, un error importante).
2. Determinar el Error Tolerable (ET). Tal como se explicó, el ET es la desviación máxima que el auditor está dispuesto a aceptar, y todavía concluir que la confianza que desea derivar del procedimiento de control probado, es adecuado. Esto se calcula basado en el nivel de confianza que el auditor espera (planifica) en los controles internos. Las tablas estadísticas proveen los niveles de confianza posibles de una muestra de un tamaño dado, con tasas de error diferentes.
3. Determinar la tasa de ocurrencia de errores esperada, es decir, la tasa de desviación crítica de cumplimiento que el auditor espera de la muestra. Eso se calcula basado en experiencia anterior.
4. Seleccionar la tabla estadística para el nivel de confianza requerida.
5. Buscar el error tolerable en la parte superior de la tabla.
6. Buscar en dicha columna el cruce con la Tasa de Error Esperado para determinar el tamaño de la muestra.



## CAPÍTULO IV

### SITUACIÓN ACTUAL

Este capítulo presenta el análisis de distintos puntos de vista de las operaciones y condiciones llevadas a cabo en el área de planchado de la empresa BIENPLANCHAO, C.A., basados en la aplicación de las herramientas del estudio de tiempo, mencionadas en el capítulo II.

Para el estudio de tiempo el escenario observado fue el siguiente:

- Primeramente, los procesos que dan vida en la empresa no se encuentran estandarizados. Es decir, no se ha elaborado un estudio de tiempo previo para evaluar y conocer el tiempo que le toma al operario (planchadora) llevar a cabo su trabajo.
- No se tiene un tiempo estimado para descanso, merienda u otros tiempos fuera del proceso. Solo se cuenta con un tiempo de 30 min para el almuerzo de los operarios y 10 min para necesidades personales.
- El proceso que se lleva cabo en el área de planchado, es sistemático, de carácter no aleatorio. Es decir, las operaciones se van realizando por orden de pedidos de acuerdo al servicio que solicite el cliente.

Por tal sentido, es de gran importancia realizar el estudio de tiempo para la optimización de los procesos que dan vida en la empresa BIENPLANCHAO, C.A.



#### 4.1. Selección de Seguimiento

Se selecciona hacerle el seguimiento al operario de la máquina de planchado, y específicamente el estudio de tiempos a las tres tareas básicas que realiza para el planchado de las piezas de ropa, quedando divididas de la siguiente forma:

- Toma de la prenda del perchero fijo.
- Planchado de la prenda.
- Colgado de la prenda en el perchero fijo.

En la primera tarea de toma de prendas colgadas, la pieza se encuentra guindada en el perchero fijo con su respectivo gancho, si en este caso la prenda es una camisa ella se encuentra desbotonada, en caso de ser un pantalón solo se encuentra colgado y para ambos casos se toma la prenda y se pasa a la tarea dos (2).

Para la tarea dos en el planchado de ropa, el operario ubica la prenda en la mesa de planchado, esta va siendo acomodada o cambiada de posición a medida que se termina el planchado de una parte de la pieza, esto se repite hasta que se plancha la pieza en su totalidad, al observar que no quede ningún indicio de arruga en la prenda se pasa a la tarea número tres (3).

Por otra parte en la tarea de colgado de la prenda en el perchero fijo, el operario cuelga la prenda en el gancho, en caso de ser una camisa se abotona y de ser un pantalón se coloca directamente en el gancho siendo finalmente colgada en el perchero fijo.



Dependiendo de la actuación del operario se observó que de acuerdo al tiempo que este tiene de experiencia trabaja con rapidez, mientras que los operarios que tienen menos tiempo laborando para la empresa realizan la tarea de planchado en un tiempo menor.



## CAPÍTULO V

### TIEMPO ESTANDAR

#### 5.1. Estudio de Tiempos

Para el estudio de tiempos, se elaboró un análisis al proceso de planchado de ropa realizado por la empresa BIENPLANCHADO C.A., con el propósito de identificar los elementos que intervienen en este proceso.

El estudio de tiempo, se llevó a cabo con el propósito de estandarizar la actividad de planchado que se realiza en la empresa y forma parte de las operaciones que en ella se efectúan para cumplir con el servicio que busca el cliente. Se midió con el cronómetro cada una de las tareas que conforman el proceso de planchado, divididas de la siguiente manera:

T-1	T-2	T-3
Toma de la prenda del perchero fijo	Planchado de la prenda.	Colgado de la prenda en el perchero fijo.

Se obtuvo los siguientes datos por medio de la toma de ciertos tiempos que fueron recolectados directamente por medio del operador de máquina de planchado que labora en la empresa.





### 5.1.1. Determinación del Número de Observaciones a Tomar.

Para la realización de este proyecto de investigación se tomo un total de 10 observaciones, sin considerar la cantidad de lecturas adicionales que podría arrojar este procedimiento, estas operaciones fueron hechas en un solo turno de trabajo.

Posteriormente se procedió a determinar un nivel de confianza de (Nc) de 95%, lo que asegura que los datos obtenidos estén dentro de los límites del intervalo de confianza, y por lo tanto tener una precisión de un 10%.

### 5.1.2. Procedimiento para Calcular el Tiempo Estándar de la Operación de Planchado:

		<b>BIENPLANCHAO, C.A</b>								
<b>Empresa:</b> BIENPLANCHAO, C.A					<b>Área:</b> Planchado					
<b>Operación:</b> Planchado de ropa			Departamento Ing. Industrial				<b>Fecha:</b> 25/02/2013			
<b>Realizado por:</b> Grupo de laboratorio 2012-2						<b>Días de Estudio:</b> 10				
<b>Ciclo</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>E-1 (min)</b>	2,43	6,01	3,38	3,48	2,54	2,33	4,05	3,26	4,55	3,35



## Determinación de la Confiabilidad del Estudio

Para una muestra de  $n = 10$ , el nivel de confianza seleccionado en el estudio es  $NC = 95\%$ .

## Cálculo de la Desviación Estándar de la Muestra

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

$$S = \sqrt{\frac{(136,3954 - 125,17444)}{9}}$$

$$S = \sqrt{1,24677}$$

$$S = 1,11659$$

## Cálculo del Intervalo de Confianza

$$I = \bar{X} \pm \frac{Tc * S}{\sqrt{n}}; \text{ Si } Tc = t(\alpha, n - 1)$$

Dónde:

- $n-1 = 10-1 = 9 \rightarrow$  Cálculo de Grados de Libertad
- $\alpha = 1 - NC \rightarrow$  Cálculo del Nivel de Significancia
- $\alpha = 1 - 0,95$
- $\alpha = 0,05$



- Por tabla de t-student:  $t_c = t(0.05, 9) = t_c = 1,833 \rightarrow$  Cálculo de la Probabilidad t-student (Ver Anexo 1)

### Intervalo de Confianza

$$I_s = \bar{X} \pm \frac{T_c * S}{\sqrt{n}} = 3,54 + \frac{1,833 * 1,11659}{\sqrt{10}} = 4,18722 \text{ min}$$

$$I_l = \bar{X} \pm \frac{T_c * S}{\sqrt{n}} = 3,54 - \frac{1,833 * 1,11659}{\sqrt{10}} = 2,89277 \text{ min}$$

$$IT = I_s - I_l = (4,18722 - 2,89277) = 1,29445 \text{ min}$$

### Cálculo del intervalo de la Muestra

$$I_m = \frac{2 * T_c * S}{\sqrt{10}} = \frac{2 * 1,833 * 1,11659}{\sqrt{10}} = 1,29445 \text{ min}$$

### Criterio de Decisión

- Si  $I_m \leq I$  se acepta
- Si  $I_m > I$  se rechaza
- $1,29445 = 1,29445$

Como  $I_m = I$ , se acepta el tamaño de la muestra, por lo que es innecesario realizar nuevas lecturas.





### Determinación del Tiempo Estándar

$$TE = TPS * CV + \sum Tol$$

### Cálculo del Tiempo Promedio Seleccionado (TPS)

$$TPS = \frac{\sum_{i=1}^n Ti}{n} = 3,54$$

$$TPS_{op} = TPS1 + TPS2 + TPS3$$

$$TPS_{op} = 0,06 + 3,05 + 0,43$$

$$TPS_{op} = 3,54 \text{ minutos.}$$

### Cálculo del Factor de Calificación del Operario

Por medio del Sistema Westinghouse (Ver Anexo 2) se obtuvieron los siguientes datos:

- **Habilidad:** Buena C1 +0,06

Se otorga esta calificación debido a la destreza que tiene el empleado.

- **Esfuerzo:** Excesivo A2 +0,12

Ya que la actividad requiere un alto esfuerzo físico.



- **Condiciones:** Aceptable E -0,03

El área de planchado donde se hace el proceso se encuentra en condiciones aceptables.

- **Consistencia:** Excelente B +0,03

Debido a que el empleado trabaja de forma continua.

**En resumen:**

Factor	Clase	Rango	%
Habilidad	C1	Buena	+0,06
Esfuerzo	A2	Excesivo	+0,12
Condiciones	E	Aceptable	-0,03
Consistencia	B	Excelente	+0,03
<b>Total (c)</b>			<b>+0,18</b>

$$Cv = 1 \pm c$$

$$Cv = 1 \pm 0,18 = 1,18$$

Esto quiere decir que el operario labora un 18% por encima del promedio.

### Cálculo del Tiempo Normal (TN)

$$TN = TPS * CV$$

$$TN = 3,54 * 1,18 = 4,17720 \text{ min}$$



## Cálculo de las Tolerancias

- Cálculo de la Jornada de Trabajo

El horario de trabajo en la empresa BIENPLANCHAO, C.A es de 1 turno, el cual es de 7:30 am a 4:00 pm. Esto quiere decir que la jornada de trabajo es de 8.5 horas al día, además, es una jornada de trabajo continua.

## Cálculo de Tolerancias por Fatiga

Para el cálculo de las tolerancias por fatiga, se determino el total de puntos de la hoja de concesiones (Ver Anexo 4).

Describiendo los factores (Ver Anexo 6), tenemos:

- **Condiciones de Trabajo**
  - ✓ **Temperatura:** Grado 1, es un ambiente donde la climatización está bajo control eléctrico o mecánico. Donde la temperatura está entre 20°C y 24°C.
  - ✓ **Condiciones Ambientales:** Grado 3, es un ambiente cerrado y pequeño, sin movimiento de aire. Ambiente con polvos y/o humos en forma limitada.
  - ✓ **Humedad:** Grado 1, humedad normal, ambiente climatizado. Por lo general hay humedad relativa del 40% al 55%, con temperatura de 21 a 24 °C.



- ✓ **Nivel de Ruido:** Grado 1, ruido de 30 a 60 decibeles. Característico en oficinas o en ambientes poco ruidosos.
- ✓ **Iluminación:** Grado 1, luces sin resplandor, iluminación fluorescente.
- **Repetitividad y Esfuerzo Aplicado**
  - ✓ **Duración del Trabajo:** Grado 2, Operación o suboperación que puede completarse en 15 minutos o menos.
  - ✓ **Repetición del Ciclo:** Grado 4, operación donde la terminación del movimiento o de los patrones previstos es mas de 10 por día.
  - ✓ **Esfuerzo Físico:** Grado 2, Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% para pesos superiores a 2,5 kg.
  - ✓ **Esfuerzo Mental o Visual:** Grado 3, Atención mental y visual continúa debido a razones de calidad o de seguridad. La actividad es repetitiva, que requieren un constante grado de alerta o de actividad de parte del trabajador.
- **Posición de Trabajo**
  - **Parado, sentado, moviéndose, altura de trabajo:** Grado 2, realización del trabajo parado o combinado con el caminar y donde se permite que el trabajador se siente solo en pausas programadas para descansar.



Con el puntaje obtenido de 250 puntos, se ubica en la tabla de concesiones por fatiga, en la clase C5, entre los rangos de 248 y 254, porcentaje de concesión por clase de 15% y una jornada de 510 minutos, con estos datos se determinó que los minutos concedidos por fatiga son 67 minutos.(Ver Anexo 5).

### Análisis de Tolerancias

- **Almuerzo:** Puesto que la jornada de trabajo es continua, el almuerzo es de 30 minutos.
- **Merienda:** En la empresa no existen concesiones por motivo de merienda.
- **Tiempo de Preparación Inicial (TPI):** 20 minutos, durante este tiempo se limpia y ordena el área de trabajo y las máquinas.
- **Tiempo de Preparación Final (TPF):** 20 minutos, durante este tiempo se limpia y ordena el área de trabajo y las máquinas.
- **Fatiga:** La fatiga en el personal de trabajo es en todo momento, porque el personal permanece de pie, durante todo el proceso de planchado.
- **Necesidades Personales:** La empresa, no tiene establecido un tiempo por concepto de necesidades personales; el trabajador puede realizarlas en cualquier momento durante la jornada de trabajo. Pero para efectos de este estudio, se estableció un tiempo de 10 minutos por concepto de necesidades personales.



## Cálculo de la Jornada Efectiva de Trabajo (JET)

Para el cálculo de la JET, se aplica:

$$JET = \text{Jornada de trabajo} - \sum \text{Tolerancias fijas}$$

$$JET = \text{Jornada de trabajo} - (\text{Almuerzo} + TPI + TPF)$$

$$JET = 510 - (30 + 20 + 20)$$

$$JET = 510 - 70$$

$$JET = 440 \text{ min}$$

### Normalizando

Ahora se procede a normalizar las tolerancias (variables), para ello se debe tener en cuenta los 67 minutos de tolerancia por fatiga.

$$JET - (\text{Fatiga} + NP) \rightarrow \text{Fatiga} + NP$$

$$TN \rightarrow X$$

$$440 - (67 + 10) \rightarrow (67 + 10)$$

$$4,1772 \rightarrow X$$

$$X = \frac{4,1772 * (67 + 10)}{440 - (67 + 10)}$$



$$X = \frac{4,1772 * 77}{363}$$

$$X = 0,88607 \text{ min}$$

Por último el tiempo estándar de la operación de planchado de ropa, viene dado por la ecuación:

$$TE = TN + \sum Tolerancias$$

$$TE = 4,1772 + 0,88607$$

$$TE = 5,06327 \text{ min}$$

### Análisis de los resultados

Finalmente, después de haber realizado el estudio de tiempo en la operación de planchado de ropa en la empresa BIENPLANCHAO, C.A, se obtuvieron los siguientes resultados:

- A través de las medidas de tiempo tomadas, se determino que el tiempo promedio estándar (TPS) es de 3,54 min.
- El tiempo normal en que el operario realiza la actividad de planchado es de 4,1772 min y este valor representa el tiempo necesario para que un operario de tipo promedio realice la actividad.
- Se asignaron tolerancias por concepto de fatiga y necesidades personales haciendo uso del método sistemático, dando como resultado tolerancias variables de 0,88607 min.



- Por último se determino para la actividad que realiza el empleado en cuanto al planchado de ropa el tiempo estándar, cuyo valor obtenido fue de 5,06327 min.





## CONCLUSIONES

Después de realizado el estudio de Tiempo al operario en la realización de la operación de planchado de ropa que elabora la empresa **BIENPLANCHAO, C.A**, se ha logrado concluir lo siguiente:

1. El ambiente de trabajo es adecuado, ya que cuenta con un sistema de aire acondicionado, con aire fresco, libre de malos olores y se torna agradable para los operarios.
2. De acuerdo a las mediciones de tiempo tomadas en el área de trabajo el TPS es de 3,54 min; las tolerancias variables de 0,8860 min, lo que nos da como resultado un tiempo estándar de 5,0632 min en la operación de planchado de ropa.
3. El trabajo realizado por el operario se caracteriza por una habilidad buena, consistencia excelente y un esfuerzo excesivo
4. El trabajo del operario se caracteriza por no requerir de gran esfuerzo físico, mientras que por concepto mental o visual requiere de atención frecuente, constante grado de alerta o de actividad de parte del trabajador. Por otra parte, el trabajo se realiza parado o combinado con el caminar y donde se permite que el trabajador se siente solo en pausas programadas para descansar.
5. Se pudo observar que el operario pasa el tiempo mayormente realizando sus tareas, de acuerdo a los cálculos efectuados.



## RECOMENDACIONES

A través de las conclusiones obtenidas es recomendable solventar los problemas existentes de acuerdo al estudio de tiempo. Se puede recomendar lo siguiente:

1. Utilizar los estándares del estudio de tiempo como herramienta factible para conseguir una mayor eficiencia y productividad.
2. Realizar periódicamente si es posible un estudio de tiempo, de manera que le permita a la empresa tener un control de las fallas que se producen, para así tomar las prevenciones necesarias con el fin de mantener una buena productividad.
3. Hacer inspecciones al área de trabajo con el fin de determinar si el operario se encuentra trabajando a la hora establecida.
4. Conservar las condiciones de ambiente de trabajo ya que son convenientes para la efectividad de los operarios. Sin embargo Considerar el uso de sistemas de ventilación mecánicos, como extractores eólicos para disminuir las temperaturas, ya que el uso de ellos mejoraría de forma notable el ambiente de trabajo y por otro lado garantizaría una mayor eficiencia y rendimiento de los operarios.



## BIBLIOGRAFÍA

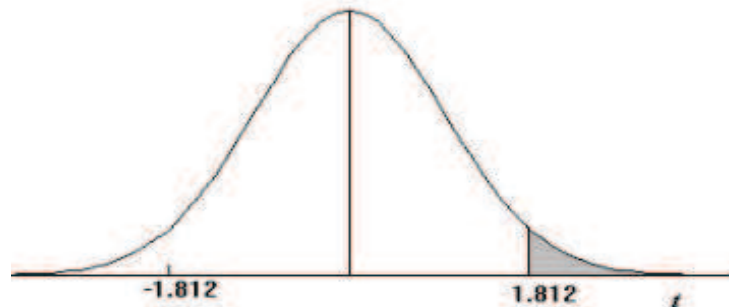
- Biasca R., Manejo y almacenamiento de materiales.
- Hernández Sampieri, Roberto; Fernández Collado, Carlos; Baptista Lucio, Pilar Metodología de la Investigación. Mc Graw Hill, México 1997
- Introducción al estudio del trabajo, cuarta edición.
- Muther R., Distribución en Planta, Introducción, Principios y Técnicas para la Distribución en Planta.
- Narváez R.(1997), Orientación es prácticas para la elaboración de informes de investigación, UNEXPO, Segunda edición,
- NIEBEL, Benjamín Ingeniería Industrial. “Métodos, Tiempo y Movimiento”. Profesor Emerito de Ingeniería Industrial de la Universidad del estado de Pensylvania. Editorial Alfaomega, México, 1996. HODSON, K. William Manual del Ingeniero Industrial. Tomos II y III. Editorial McGraw-Hill, 1996.
- SABINO c. (2002), El proceso de investigación. Venezuela. Editorial Panapo
- Turmero Ivan., (2011), Apuntes de clases de Ingeniería de métodos, Ingeniería Industrial. UNEXPO.



## ANEXOS



## Anexo 1. Tabla de Distribución t-Student



### Ejemplo

Para  $r = 10$  grados de libertad:

$$P\{t > 1.812\} = 0.05$$

$$P\{t < -1.812\} = 0.05$$

$\alpha$ $r$	0,25	0,2	0,15	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005	0,0005
1	1,000	1,376	1,963	3,078	6,314	12,706	31,821	63,656	636,578
2	0,816	1,061	1,386	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	31,600
3	0,765	0,978	1,250	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,924
4	0,741	0,941	1,190	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610
5	0,727	0,920	1,156	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,869
6	0,718	0,906	1,134	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959
7	0,711	0,896	1,119	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,408
8	0,706	0,889	1,108	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041
9	0,703	0,883	1,100	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781
10	0,700	0,879	1,093	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587
11	0,697	0,876	1,088	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437
12	0,695	0,873	1,083	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318
13	0,694	0,870	1,079	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221
14	0,692	0,868	1,076	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140
15	0,691	0,866	1,074	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073
16	0,690	0,865	1,071	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015
17	0,689	0,863	1,069	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965
18	0,688	0,862	1,067	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922
19	0,688	0,861	1,066	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883
20	0,687	0,860	1,064	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850
21	0,686	0,859	1,063	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819
22	0,686	0,858	1,061	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792
23	0,685	0,858	1,060	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,768
24	0,685	0,857	1,059	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745
25	0,684	0,856	1,058	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725
26	0,684	0,856	1,058	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707
27	0,684	0,855	1,057	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,689
28	0,683	0,855	1,056	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674
29	0,683	0,854	1,055	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,660
30	0,683	0,854	1,055	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646
40	0,681	0,851	1,050	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551
60	0,679	0,848	1,045	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460
120	0,677	0,845	1,041	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	3,373
$\infty$	0,674	0,842	1,036	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,290



## Anexo 2. Tabla Sistema Westinghouse.

### CALIFICACIÓN DE VELOCIDAD

# SISTEMA WESTINGHOUSE

<u>HABILIDAD</u>			<u>ESFUERZO</u>		
+ 0.15	A1	Extrema	+ 0.13	A1	Excesivo
+ 0.13	A2	Extrema	+ 0.12	A2	Excesivo
+ 0.11	B1	Excelente	+ 0.10	B1	Excelente
+ 0.08	B2	Excelente	+ 0.08	B2	Excelente
+ 0.06	C1	Buena	+ 0.05	C1	Bueno
+ 0.03	C2	Buena	+ 0.02	C2	Bueno
0.00	D	Regular	0.00	D	Regular
- 0.05	E1	Aceptable	- 0.04	E1	Aceptable
- 0.10	E2	Aceptable	- 0.08	E2	Aceptable
- 0.16	F1	Deficiente	- 0.12	F1	Deficiente
- 0.22	F2	Deficiente	- 0.17	F2	Deficiente

<u>CONDICIONES</u>			<u>CONSISTENCIA</u>		
+ 0.06	A	Ideales	+ 0.04	A	Perfecta
+ 0.04	B	Excelentes	+ 0.03	B	Excelente
+ 0.02	C	Buenas	+ 0.01	C	Buena
0.00	D	Regulares	0.00	D	Regular
- 0.03	E	Aceptables	- 0.02	E	Aceptable
- 0.07	F	Deficientes	- 0.04	F	Deficiente






### Anexo 3. Tabla de Tiempo Observados

ESTUDIO DE TIEMPOS: CICLO BREVE													
DEPTO. :		SECCIÓN :		ESTUDIO núm. : 1									
OPERACIÓN: <u>Planchado</u>		Estudio de Métodos núm. : <u>1</u>		HOJA núm. : 1/1									
INSTALACIÓN/MÁQUINA: <u>N/A</u>		Núm. : <u>N/A</u>		TERMINO : <u>35.38 minutos</u>									
HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES : <u>N/A</u>		COMIENZO : <u>0.06 segundos</u>											
PRODUCTO/PIEZA: <u>N/A</u>		Núm. : <u>N/A</u>		TIEMPO TRANSC. : <u>35.38 minutos</u>									
PLANO Núm. : <u>N/A</u>		MATERIAL :		OPERARIO : <u>1</u>									
CALIDAD : <u>N/A</u>		CONDICIONES TRABAJO : <u>N/A</u>		FICHA : <u>N/A</u>									
NOTA : Dibuje plano del taller al dorso		OBSERVADO POR : <u>Grupo de Métodos</u>											
		FECHA : <u>25/02/2013</u>											
		COMPROBADO : <u>N/A</u>											
ELEMENTO		Tiempo observado (Ciclos)										$\Sigma T$	$\bar{T}(s)$
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Toma de ropa del perchero fijo	T	0.06	0.06	0.05	0.04	0.03	0.09	0.05	0.04	0.09	0.05	0.56	0.06
	L	0.06	0.06	0.05	0.04	0.03	0.09	0.05	0.04	0.09	0.05		
Planchado de la pieza de ropa	T	2.22	5.43	3.09	2.42	2.38	2.04	3.44	3.01	3.40	3.10	30.53	3.05
	L	2.28	5.49	3.14	2.46	2.41	2.13	3.49	3.05	3.49	3.15		
Colgado de la ropa en el perchero fijo	T	0.15	0.52	0.24	1.02	0.13	0.20	0.56	0.21	1.06	0.20	4.29	0.43
	L	2.43	6.01	3.38	3.48	2.54	2.33	4.05	3.26	4.55	3.35		
	T												



## Anexo 4. Hoja de Concesiones

	<b>HOJA DE CONCESIONES</b>		NÚMERO	II - 001
			VIGENCIA	
			FECHA	25/ 02/ 13
CÓDIGO DE CARGO: N/A	CONCESIONES: N/A	FECHA	<input checked="" type="checkbox"/> EFECTIVA <input type="checkbox"/> REEMPLAZADA	
ÁREA: ÁREA DE PLANCHADO	GERENCIA O DIVISIÓN: N/A	PREPARADO POR: ESTUDIANTES		
PROYECTO: ESTUDIO DE TIEMPO	DEPARTAMENTO O SECCIÓN: N/A	REVISADO POR: IVÁN TURMERO		
PROCESO: PLANCHADO DE ROPA	TÍTULO DEL CARGO: OPERADOR DE MÁQUINA	APROBADO POR: EL PROFESOR		
PUNTOS POR GRADO DE FACTORES				
FACTORES DE FATIGA	1er.	2do.	3er.	4to.
<b>CONDICIONES DE TRABAJO:</b>				
1 TEMPERATURA	5 <input checked="" type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>
2 CONDICIONES AMBIENTALES	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	20 <input checked="" type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>
3 HUMEDAD	5 <input checked="" type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>
4 NIVEL DE RUIDO	5 <input checked="" type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>
5 LUZ	5 <input checked="" type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>
<b>REPETITIVIDAD:</b>				
6 DURACIÓN DEL TRABAJO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input checked="" type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
7 REPETICIÓN DEL CICLO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input checked="" type="checkbox"/>
8 DEMANDA FÍSICA	20 <input type="checkbox"/>	40 <input checked="" type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
9 DEMANDA MENTAL O VISUAL	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input checked="" type="checkbox"/>	50 <input type="checkbox"/>
<b>POSICIÓN:</b>				
10 DE PIE MOVIÉNDOSE, SENTADO ALTURA DE TRABAJO	10 <input type="checkbox"/>	20 <input checked="" type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>
TOTAL PUNTOS: 250 Puntos				
CONCESIONES POR FATIGA: 67 minutos				
(MINUTOS)				
<b>OTRAS CONCESIONES (MINUTOS)</b>				
TIEMPO PERSONAL: 10 minutos				
DEMORAS INEVITABLES: 70 minutos				
TOTAL CONCESIONES: 147 minutos				





### Anexo 5. Tabla de Concesiones por Fatiga

CONCESIONES POR FATIGA				CONCESION % x JORNADA EFECTIVA MINUTOS CONCEDIDOS = ----- 1 + CONCESIÓN %			
CLASE	L Í M I T E S D E C L A S E		CONCESIÓN (%) POR CLASE	JORNADA EFECTIVA (MINUTOS)			
	INFERIOR	SUPERIOR		5 1 0	4 8 0	4 5 0	4 2 0
				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



## Anexo 6. Definiciones Operacionales de Los Factores de Fatiga

### A. CONDICIONES DE TRABAJO: 1) TEMPERATURA. 2) CONDICIONES AMBIENTALES. 3) HUMEDAD. 4) NIVEL DE RUIDO. 5) ILUMINACIÓN

<b>1. TEMPERATURA</b>	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS). Climatización bajo control eléctrico o mecánico. $20^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 24^{\circ}\text{C}$ .
	<u>GRADO 2.</u>	(10 PUNTOS). Temperatura controlada por los requerimientos de la tarea. a) Para trabajos interiores: $24^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 29.5^{\circ}\text{C}$ . b) Para trabajos externos: $26.5^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 32^{\circ}\text{C}$ .
	<u>GRADO 3.</u>	(15 PUNTOS). Temperatura controlada por los requerimientos de la tarea. a) Para trabajos interiores: $26.5^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 28^{\circ}\text{C}$ . b) Para trabajos externos o con circulación de aire: $32^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 34.5^{\circ}\text{C}$ .
	<u>GRADO 4.</u>	(40 PUNTOS). a) Ambientes sin circulación de aire: $\text{Temperatura} \geq 32^{\circ}\text{C}$ . b) Ambientes con circulación normal de aire: $35^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 41.5^{\circ}\text{C}$ .
<b>2. CONDICIONES AMBIENTALES</b>	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS) a) Operaciones normales en Exteriores. b) Operaciones en ambientes acondicionados con aire fresco y libre de malos olores.
	<u>GRADO 2.</u>	(10 PUNTOS) Ambientes de planta o de oficina sin aire acondicionado. Ocasionalmente pueden presentarse malos olores o mala ventilación.
	<u>GRADO 3.</u>	(20 PUNTOS). Ambientes cerrados y pequeños, sin movimiento de aire. Ambientes con polvo y/o humos en forma limitada
	<u>GRADO 4.</u>	(30 PUNTOS). Ambientes tóxicos. Mucho polvo y/o humos no eliminables por extracción de aire.



<b>3. HUMEDAD</b>	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS). Humedad normal, ambiente climatizado. Por lo general hay humedad relativa del 40% al 55%, con temperatura de 21 a 24°C.
	<u>GRADO 2.</u>	(10 PUNTOS). Ambientes secos. Menos del 30% de humedad relativa.
	<u>GRADO 3.</u>	(15 PUNTOS). Alta humedad. Sensación pegajosa en la piel y ropa humedecida. Humedad relativa del 80%.
	<u>GRADO 4.</u>	(20 PUNTOS). Elevadas condiciones de humedad, tales como trabajo bajo la lluvia o en salas de vapor o frigoríficos, que ameritan el uso de ropa especial
<b>4. NIVEL DE RUIDO</b>	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS). Ruido de 30 a 60 decibeles. Característico en oficinas o en ambientes poco ruidosos.
	<u>GRADO 2.</u>	(10 PUNTOS). a) Ruido por debajo de 30 decibeles. Ambiente demasiado tranquilo. b) Ruido alto entre 60 y 90 decibeles, pero de naturaleza constante.
	<u>GRADO 3.</u>	(20 PUNTOS). a) Ruidos agudos por encima de 90 decibeles. b) Ambientes normalmente tranquilos con sonidos intermitentes o ruidos molestos. c) Ruidos por encima de 100 decibeles no intermitentes.
	<u>GRADO 4.</u>	(30 PUNTOS). Ruidos de alta frecuencia u otras características molestas, ya sean intermitentes o constantes.
<b>5. ILUMINACIÓN</b>	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS). Luces sin resplandor. Iluminación fluorescente u otra para proveer de 215 a 538 lux para la mayoría de las aplicaciones industriales; y 538 a 1077 lux para oficinas y lugares de inspección.



- GRADO 2. (10 PUNTOS). Ambientes que requieren iluminación especial o por debajo del estándar. Resplandores ocasionales.
- GRADO 3. (15 PUNTOS). a) Luz donde el resplandor continuo es inherente al trabajo. b) Trabajo que requiere cambios constantes de áreas claras a oscuras con menos de 54 lux
- GRADO 4. (20 PUNTOS). Trabajo a tientas, sin luz y/o al tacto. Las características del trabajo imposibilitan u obstruyen la visión.

**B. REPETITIVIDAD Y ESFUERZO APLICADO: 1) DURACIÓN DEL TRABAJO . 2) REPETICIÓN DEL CICLO. 3) ESFUERZO FÍSICO. 4) ESFUERZO MENTAL O VISUAL.**

**1. DURACIÓN DEL TRABAJO**

- GRADO 1. (20 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en un minuto o menos.
- GRADO 2. (40 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en 15 minutos o menos
- GRADO 3. (60 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en una hora o menos.
- GRADO 4. (80 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en más de una hora.

**2. REPETICIÓN DEL CICLO**

- GRADO 1. (20 PUNTOS) a) Poca posibilidad de monotonía. El trabajador puede programar su propio trabajo o variar su patrón de ejecución. b) Operaciones que varían cada día o donde las suboperaciones no son necesariamente de realización diaria.



GRADO 2. (40 PUNTOS). Operaciones de un patrón fijo razonable o donde existen tiempos previstos o previsiones para terminar. La tarea es regular, aunque las operaciones pueden variar de un ciclo a otro.

GRADO 3. (60 PUNTOS). Operaciones donde la terminación periódica está programada y su ocurrencia es regular, o donde la terminación del movimiento o los patrones previstos se ejecutan por lo menos 10 veces al día.

GRADO 4. (80 PUNTOS). a) Operaciones donde la terminación del movimiento o de los patrones previstos es más de 10 por día. b) Operaciones controladas por la máquina con alta monotonía o tedio del operador

### 3. ESFUERZO FÍSICO

GRADO 1. (20 PUNTOS). a) Esfuerzo manual aplicado más del 15% del tiempo, por encima del 30 kg. b) Esfuerzo manual aplicado entre el 15% y el 40% del tiempo, para pesos entre 12.5 kg y 30 kg. c) Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos entre 2.5 kg y 12.5 kg. d) Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% para pesos superiores a 2.5 kg.

GRADO 2. ( 40 PUNTOS) a) Esfuerzo manual aplicado entre el 15% y el 40% del tiempo por encima de 30 kg. b) Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos entre 12.5 kg. y 30 kg. c) Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% para pesos entre 2.5 kg. y 12.5 kg.

GRADO 3. (60 PUNTOS). a) Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos superiores a 30 kg. d) Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% del tiempo para pesos entre 12.5 kg. y 30 kg.



#### 4. ESFUERZO MENTAL O VISUAL

- GRADO 4. (80 PUNTOS). Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% del tiempo para pesos superiores a 30 kg.
- GRADO 1. (10 PUNTOS). Atención mental o visual aplicada ocasionalmente, debido a que la operación es prácticamente automática o porque la atención del trabajador es requerida a intervalos muy largos.
- GRADO 2. (20 PUNTOS). Atención mental y visual frecuente donde el trabajo es intermitente, o la operación involucra la espera del trabajador para que la máquina o el proceso completen un ciclo con chequeos espaciados.
- GRADO 3. (30 PUNTOS). Atención mental y visual continuas 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 trabajador.
- GRADO 4. ( 50 PUNTOS) a) Atención mental y visual concentrada o intensa en espacios reducidos. b) Realización de trabajos complejos con límites estrechos de exactitud o calidad. c) Operaciones que requieren la coordinación de gran destreza manual con atención visual estrecha sostenida por largos períodos de tiempo. d) Actividades de inspección pura donde el objetivo fundamental es el chequeo de la calidad.





**C. POSICIÓN DE TRABAJO: PARADO, SENTADO, MOVIÉNDOSE, ALTURA DE TRABAJO.**

- GRADO 1. (10 PUNTOS). Realización del trabajo en posición sentado o mediante una combinación de sentado, parado y caminando, donde el intervalo entre cambios de posición es inferior a cinco minutos. El sitio de trabajo presenta una altura normal respecto a la posición de la cabeza y los brazos del trabajador.
- GRADO 2. (20 PUNTOS). a) Realización del trabajo parado o combinado con el caminar y donde se permite que el trabajador se siente sólo en pausas programadas para descansar. b) El sitio de trabajo presenta una disposición fuera del rango normal de trabajo, impidiendo la comodidad de brazos, piernas y cabeza por períodos cortos inferiores a un minuto.
- GRADO 3. (30 PUNTOS). Operaciones donde el sitio de trabajo o la naturaleza del mismo obliguen a un continuo agacharse o empinarse; o donde el trabajo requiera la extensión de los brazos o de las piernas constantemente.
- GRADO 4. (40 PUNTOS). Operaciones donde el cuerpo es contraído o extendido por largos períodos de tiempo o donde la atención exige que el cuerpo no se mueva.