



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA

**DETERMINACIÓN DEL TIEMPO ESTÁNDAR
PARA LA ACTUALIZACIÓN DE LAS
AYUDAS VISUALES EN UNA LÍNEA DE
PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA
MANUFACTURERA**

**TITULACIÓN POR TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**INGENIERO INDUSTRIAL Y DE
SISTEMAS**

PRESENTA

JAVIER RODRÍGUEZ CORONADO

NAVOJOA, SONORA

DICIEMBRE DEL 2008

DEDICATORIAS

A DIOS, por darme salud y energía para llegar a esta etapa de mi vida, fuerza y conocimientos para lograr mis metas y cumplir con todos mis estudios.

A MIS PADRES, por la gran educación que me enseñaron y me ayudaron a ser una excelente persona, que me apoyaron incondicionalmente en lo moral y económico para cumplir mis metas, ¡LOS QUIERO MUCHO!

A MIS HERMANOS, por estar siempre a mi lado apoyándome y depositando toda su confianza en mi, ¡gracias!

A MI MISMO, por seguir siempre por el buen camino de la educación obteniendo siempre lo que me propongo.

Javier Rodríguez Coronado

AGRADECIMIENTOS

A DIOS: por haberme permitido alcanzar una de los objetivos más importantes de mi vida y por poner siempre los medios para encaminarme a mi meta. ¡GRACIAS!

A MIS PADRES: Quienes desde niño me enseñaron buenos modales, y me dieron su apoyo para vencer los obstáculos.

A MIS HERMANOS: Ramón, Erika y Lupita quienes nunca desistieron y estuvieron apoyándome siempre.

A MI ASESOR: Ing. Aristeo Muñoz Corella, por brindarme su valioso tiempo, dedicación y esfuerzo en la elaboración de éste trabajo.

A MIS MAESTROS: Por brindarme toda su sabiduría y tomar gran parte en mi formación como profesionista. Gracias: M.A. Mauricio López. M.A. Aaron Quiroz y Luis Carlos Montiel.

Javier

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo fundamental el aplicar la metodología del Estudio de Tiempos, esto con el fin de determinar el tiempo estándar para llevar a cabo la implementación de ayudas visuales actualizadas, las cuales ayuden a los trabajadores de las empresas manufactureras a poder realizar su trabajo de una manera mas eficiente y fácil de llevar a cabo. La empresa en la que se aplico esta metodología fue la planta G.E. INTERLOGIX, la cual se encarga de la fabricación de alarmas y dispositivos de seguridad. El método que se utilizó para éste análisis fue el de regresión a cero por ser el que se adecuaba más en las operaciones que se llevaban a cabo en las líneas de producción y se utilizaron herramientas tales como: cronómetro, tabla de anotaciones, lápiz, software para la captura de datos, calculadora y cámara fotográfica. Uno de los hallazgos más importantes fue el hecho de que las ayudas visuales tenían un año o más de antigüedad por lo que era de suma importancia llevar a cabo una actualización de las mismas. De la misma forma con ésta investigación se resalta la importancia de la determinación de tiempo estándar, ya que gracias a ello las empresas tienen pleno conocimiento de sus capacidades y limitaciones de producción, logrando así una mejor toma de decisiones tanto con los proveedores como con los clientes.

INDICE

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN	1
Antecedentes.....	1
Justificación.....	2
Planteamiento del Problema.....	3
Objetivos.....	4
Limitaciones del estudio.....	4

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO	5
2.1 Estudio de Tiempos.....	5
2.2 Importancia y usos de los estudios de tiempos.....	5
2.3 Requerimientos Del Estudio De Tiempos.....	7
2.3.1 Responsabilidad del analista.....	8
2.3.2 Responsabilidad del supervisor.....	8
2.3.3 Responsabilidad del sindicato.....	9
2.3.4 Responsabilidad del operario.....	9
2.4 Equipos para el estudio de tiempos.....	9
2.4.1 Cronómetro.....	10
2.4.2 Cronómetros electrónicos asistidos por computadora.....	12
2.4.3 Cámara de video grabación.....	12
2.5 Elementos del estudio de tiempos.....	12
2.5.1 Elección de la operación.....	13
2.6 Según necesidades específicas.....	13
2.6.1 Elección del operario.....	13
2.6.2 Posición del observador.....	14
2.6.3 División de la operación en elementos.....	15
2.7 El estudio mismo.....	16

2.7.1 Método de regresos a cero.....	17
2.7.2 Método continuo.....	17
2.7.3 Análisis de comprobación del método de trabajo.....	18
2.7.4 Manejo de dificultades.....	19
2.7.5 Ejecución del estudio de tiempos.....	20
2.7.5.1 .Objeto de la operación.....	20
2.7.5.2 Diseño de la pieza.....	20
2.7.5.3 Tolerancias y eficiencias.....	21
2.7.5.4 Material.....	21
2.7.5.5 Proceso de manufactura.....	21
2.7.5.6 Preparación de herramientas y patrones.....	22
2.7.5.7 Condiciones de trabajo.....	22
2.7.5.8 Manejo de materiales.....	23
2.7.5.9 Distribución de maquinaria y equipo.....	23
2.7.5.10 Principios de economía de movimientos.....	23
2.8 Desempeño del operario.....	23
2.9 Cálculos del estudio.....	24
2.10 Tiempo estándar.....	25
2.10.1 Aplicaciones del tiempo estándar.....	26
2.10.2 Ventajas de la aplicación de tiempos estándar.....	27
2.11 Tiempo real.....	28
2.12 Tiempo normal.....	28
2.12.1 Cálculo de tiempo normal.....	29
2.13 Ritmo de trabajo.....	30
2.13.1 Calificación de la actuación.....	30
2.13.1.1 Métodos para calificar la actuación.....	32
2.14 Determinación de tolerancias.....	32
2.14.1 Necesidades Personales.....	33
2.14.2 Fatiga.....	33

CAPITULO III

MÉTODOS Y MATERIALES	35
3.1 Sujeto.....	35
3.2 Materiales.....	38
3.3 Procedimiento.....	39

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
4.1 Interpretación de los resultados.....	44
4.2 Discusión.....	47

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
5.1 Conclusiones.....	51
5.2 Recomendaciones.....	52

BIBLIOGRAFIA	53
---------------------------	----

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes.

En el pasado, los analistas se apoyaban más en las estimaciones como un medio para establecer los estándares. Con la creciente competencia actual de los productos extranjeros, se ha incrementado el esfuerzo para establecer estándares basados en los hechos y no en el juicio. La experiencia ha demostrado que ningún individuo puede establecer estándares consistentes y justos solo con ver un trabajo y juzgar el tiempo requerido para terminarlo. En la práctica diaria, el trabajador perfora una tarjeta en un reloj o aparato recolector de datos cada vez que inicia un nuevo trabajo y de nuevo cuando lo termina. Esta técnica informa cuanto tiempo llevó en realidad hacer el trabajo, pero no cuanto debió haber tardado. Como los operadores desean justificar su día completo, algunos trabajos incluyen retrasos personales, inevitables y evitables en un grado mucho mayor que lo que deben, y otros no incluyen las cargas adecuadas de tiempos de retraso. Los datos históricos contienen desviaciones consistentes hasta de 50% en la misma operación del mismo trabajo. Aun así, como base para determinar los estándares de la mano de obra, los registros históricos son mejores que no contar con ellos.

Estos registros proporcionan resultados más confiables que las estimaciones basadas solo en el juicio, pero no los proveen de suficiente validez para asegurar costos de mano de obra equitativos y competitivos. Cualquiera de las técnicas de medición del trabajo-estudios de tiempos con cronómetro (electrónico o mecánico), datos de movimientos fundamentales, datos estándar, fórmulas de tiempos o

estudios de muestreo del trabajo representan mejores caminos para establecer estándares de producción justos. Todas estas técnicas se basan en hechos. Todas consideran cada detalle del trabajo y su relación con el tiempo normal requerido para realizar el ciclo completo.

Los estándares de tiempo establecidos con precisión hacen posible producir mas en una planta dada, e incrementan la eficiencia del equipo y el personal operativo. Los estándares mas establecidos, aunque mejor que no tener estándares, conducen a costos altos, disencimimientos del personal y quizá fallas de toda la empresa.

El estudio de tiempos es una técnica para establecer un tiempo estándar permitido para realizar una tarea dada. Esta técnica se basa en la medición del contenido del trabajo con el método prescrito, con los debidos suplementos por fatiga y por retrasos personales e inevitables.

1.2 Justificación.

El propósito de este proyecto es porque servirá de guía para que los operadores trabajen bajo estándares que han sido tomados en un entorno de trabajo adecuado. Asimismo no habría el sobretrabajo que se les presenta a algunos operadores ya que los estándares serán adecuados a las capacidades de un operador normal.

Otro aspecto menciona que con el establecimiento de los estándares, la empresa u organización podrá justificar los precios de los productos que hacen en dicha organización.

Con este proyecto se pretende analizar los estándares de tiempos, y el motivo de los precios de los productos que se hacen en una empresa manufacturera. Un efecto que pueden tener los establecimientos de estándares de tiempo, por una parte es el de que los trabajadores se sientan un poco obligados a cumplir con la producción que se les está marcando, pero por otro lado en un caso opuesto, los trabajadores

pueden tener menor carga mental y física, lo cual implicaría un mejor desempeño por parte de los operadores.

Ya mencionados algunos de los efectos que traería la implementación de dichos estándares, los beneficiados podrían llegar a ser desde los trabajadores hasta la alta dirección, porque al mejorarse el ambiente de trabajo de un obrero, lógicamente se mejora su desempeño y directamente proporcional aumentaría el rendimiento de toda la empresa.

Por otra parte el establecimiento de ayudas visuales actualizadas beneficiarán al operador en gran forma, porque estos apoyos proporcionarán la información necesaria para que el proceso sea fácil de entender y rápido de ejecutar. Además de que por esta parte los beneficiados son todos porque al entrar a la organización otros operadores, las ayudas visuales son un apoyo para que los nuevos elementos reduzcan el tiempo de estabilizar su curva de aprendizaje. De esta forma la empresa no pierde nada, ni tiempo ni merma, ya que los obreros no pierden tanto tiempo con la implementación de estas guías.

1.3 Planteamiento del Problema.

En cualquier empresa dedicada a la manufactura, lo que busca principalmente es producir mas piezas en un menor tiempo, y así generar mayor cantidad de utilidades, por lo que es necesario la toma de tiempos y estandarizarlos para que de esta forma se lleve un control de la producción. Los principales problemas que se tienen en una línea de producción son que no tienen establecidos sus tiempos estándares, los cuales son necesarios también para cumplir con los requisitos para la exportación de sus productos y el departamento de finanzas de la empresa. Estos problemas tienen como consecuencia que el cliente paga por productos bien elaborados y entregados a tiempo y con la cantidad pedida. ¿En que puede ayudar la determinación de un tiempo estándar para establecer las ayudas visuales en las líneas de producción?

1.4 Objetivos.

Objetivo general.

Determinar el tiempo estándar mediante el estudio de tiempos para implementar las ayudas visuales en base a estándares actualizados, en las líneas de producción de una empresa manufacturera.

Objetivos específicos.

- Conocer los procesos para poder realizar el estudio de tiempos.
- Calcular los tiempos tomados en el proceso de producción.
- Fijar los tiempos en las ayudas visuales de cada proceso.

1.5 Limitaciones del Estudio.

La principal limitación que se tiene es las del factor tiempo el cual es el mas importante ya que en cuanto a los aspectos técnicos, en la organización no siempre se tienen todos los proceso a la mano, por esta razón es que se debe de tomar muy en cuenta el tiempo que se va ha estar en dicha organización. Otra limitación que se debe de tomar muy en cuenta es la credibilidad de las altas gerencias, ya que se le tiene que vender la idea de una forma clara y que le de a entender que las ganancias para la organización serán mayores que la inversión que se hará, pues es ésta la limitación que puede arruinar todo el esfuerzo invertido en este proyecto.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Estudio de Tiempos.

Es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones, el tiempo para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido. Krick (1994) menciona que el estudio de tiempos es un procedimiento separado y en cierta forma especializado, debido a la importancia que tiene el estándar de tiempo para la gerencia de una empresa de manufactura. Freivalds - Niebel (2002) dicen que el estudio de tiempos es una técnica para establecer un tiempo estándar permitido para realizar una tarea dada. Esta técnica se basa en la medición del contenido del trabajo con el método prescrito, con los debidos suplementos de fatiga y por retrasos personales inevitables.

2.2 Importancia y usos de los estudios de tiempos.

Los estudios de tiempos pueden reducir significativamente los costos. Los estándares de tiempo son metas a las que intentamos llegar. En organizaciones que operan sin estándares de tiempos es característico un rendimiento del 60 %. Estas cifras se pueden comprobar haciendo un muestreo del trabajo de dicha operación. Si se establecen estándares de tiempo, el rendimiento mejora a un promedio del 85%, lo que representa un incremento.

$$\frac{85\%-60}{60\%} = 42\% \text{ de incremento de la productividad}$$

Los sistemas de incentivos mejoran aun mas el rendimiento: en efecto, promedia 120%, es decir, otro 42% de incremento de la productividad.

$$\frac{120\%-60\%}{60\%} = 42\% \text{ de incremento de la productividad}$$

1. Las plantas manufactureras sin estándares promedian el 60 % de rendimiento.
2. Las plantas manufactureras con estándares de tiempo promedian el 85% de rendimiento.
3. Las plantas de manufactura con sistemas de incentivos promedian rendimientos del 120%.

Una operación que no sigue estándares funciona por lo regular al 60% de tiempo, en tanto que aquella que trabaja con estándares alcanza un rendimiento del 85%. Este incremento en la productividad equivale a aproximadamente 42%.

El estándar de tiempo no solo es muy importante, sino también que es extremadamente redituable en cuanto a costos.

El estándar de tiempo es uno de los elementos de información de mayor importancia en el departamento de manufactura. Con él se dan las respuestas a los problemas siguientes:

1. Determinar el número de máquinas y herramientas que hay que adquirir.
2. Determinar el número de personas de producción que hay que contratar.
3. Determinar los costos de manufactura y los precios de venta.
4. Programar máquinas, operaciones y personas para hacer el trabajo y entregarlo a tiempo, usando menos inventario.

5. Determinar el balanceo de líneas de ensamble, la velocidad de la línea transportadora, cargar las celdas de trabajo con la cantidad adecuada de trabajo y equilibrarlas.
6. Determinar el rendimiento de los trabajadores e identificar las operaciones que tienen problemas para ser corregidas.
7. Pagar incentivos por rendimiento extraordinario por equipo o individual.
8. Evaluar las ideas de reducción de costos y escoger el método más económico con base de un análisis de costos y no en opiniones.
9. Evaluar las nuevas adquisiciones de equipo a fin de justificar su gasto.
10. Elaborar presupuestos del personal de operaciones para medir el rendimiento de la gerencia.

2.3 Requerimientos del Estudio de Tiempos.

Deben cumplirse ciertos requerimientos fundamentales antes de tomar un estudio de tiempos. Si se requiere un estándar de una nueva tarea, o de una tarea anterior en la que el método o parte de él se ha alterado, el operario debe estar familiarizado por completo con la nueva técnica antes de estudiar la operación. Además, el método debe estandarizarse en todos los puntos en que se use antes de iniciar el estudio.

Los analistas deben comunicar al representante del sindicato, al supervisor del departamento y al operario que se estudiará el trabajo. El operario debe verificar que lo hace con el método correcto y debe estar familiarizado con todos los detalles de esa operación. El supervisor debe verificar el método para asegurarse que se cumpla con las prácticas estándar, como lo establece el departamento de métodos de dicha empresa y en caso de no estar a la par con lo acordado el estudio de tiempos a realizarse perderá credibilidad ya que no se implementarían las técnicas ni los métodos adecuados a lo premeditadamente acordado por los distintos departamentos en la empresa.

2.3.1 Responsabilidad del Analista.

Todo trabajo involucra distintos grados de habilidad, esfuerzo físico o mental. Es sencillo para el analista observar a un empleado y medir el tiempo real que le toma realizar su trabajo. Es más difícil evaluar todas las variables y determinar el tiempo requerido para que el operario “normal” realice la tarea. El analista de estudio de tiempos debe tener la seguridad de que se usa el método correcto, registrar con precisión los tiempos tomados, evaluar con honestidad el desempeño del operario y abstenerse de criticarlo.

Las inexactitudes y malos juicios no sólo afectarán al operario y a las finanzas de la compañía, también darán como resultado la pérdida de la confianza del operario y el sindicato que deteriorará la armonía en las relaciones de trabajo que por años ha construido la administración. Para lograr mantener buenas relaciones humanas, el analista de estudio de tiempos siempre deberá ser honrado, bien intencionado, paciente y entusiasta, y siempre debe usar un buen juicio. Es imperativo que el analista de estudio de tiempos esté bien calificado.

2.3.2 Responsabilidad del Supervisor.

El supervisor debe notificar con antelación al operario que se estudiará su trabajo asignado. El supervisor debe verificar que se utiliza el método adecuado establecido por el departamento de métodos y que el operario seleccionado es competente y tiene la experiencia adecuada en el trabajo. Aunque el analista de estudio de tiempos debe tener antecedentes o experiencia práctica en el área de trabajo donde realiza el estudio, no se puede esperar que los analistas conozcan todas las especificaciones de todos los métodos y procesos. El supervisor ha de asegurarse que el operario sigue el método prescrito, ayudar y capacitar con toda consciencia a los empleados para que perfeccionen este método. También debe responder a cualquier pregunta relacionada con la operación que tenga un operario.

Una vez terminado el estudio de tiempos, el supervisor debe firmar el original del informe para indicar que está de acuerdo con el estudio.

2.3.3 Responsabilidad del Sindicato.

Los sindicatos reconocen que los estándares son necesarios para tener una operación con ganancias. El representante del sindicato debe asegurarse que el estudio de tiempos incluye un registro completo de las condiciones de trabajo, es decir, el método y la distribución de la estación de trabajo y que la descripción de la estación de trabajo actual sea clara y completa.

2.3.4 Responsabilidad del Operario.

Los operarios deben probar los nuevos métodos y cooperar para eliminar las fallas características de muchas innovaciones. Hacer sugerencias para mejorar todavía más los métodos. El operario está mas cerca que nadie del trabajo y puede hacer contribuciones reales a la compañía si ayuda a establecer los métodos ideales.

El operario debe ayudar al analista de métodos en la división de la tarea en sus elementos. Debe usar exactamente el método preescrito, ya que cualquier acción que prolonga el tiempo de ciclo de manera artificial puede dar como resultado un estándar demasiado amplio.

2.4 Equipo para el Estudio de Tiempos.

El equipo mínimo para llevar a cabo un programa de estudio de tiempos incluye un cronómetro, una tabla, las formas para el estudio y una calculadora de bolsillo. También puede ser útil un equipo de video grabación con el cual se pueda dar fe de las operaciones que se llevan a cabo y ver que movimientos se utilizan.

2.4.1 Cronómetro.

En la actualidad se usan dos tipos de cronómetros: 1) el cronómetro tradicional con décimos de minuto (0.01 min.) mostrado en la figura 1, y 2) el cronómetro electrónico mucho más práctico. El cronómetro decimal tiene 100 divisiones en la cara, y cada división es igual a 0.01 minutos, es decir, un recorrido completo de la manecilla larga requiere un minuto. El círculo pequeño en la cara del cronómetro tiene 30 divisiones, cada una igual a 1 minuto.



Figura 1. Cronómetro decimal de minutos (de 0.01 min.).

Los cronómetros electrónicos proporcionan una resolución de 0.001 segundos y una exactitud de $\pm 0.002\%$. Permiten tomar el tiempo de cualquier número de elementos individuales, mientras sigue contando el tiempo total transcurrido. Entonces, proporcionan tanto tiempos continuos como regresos a cero, sin las desventajas de los cronómetros mecánicos. En la figura 2 se ilustra una adaptación especial de cronómetro decimal de minutos cuyo uso juzgan conveniente muchos de los analistas de tiempos. Las manecillas largas dan una vuelta completa en 0.01 de minuto.



Figura 2. Cronómetro decimal de minutos de doble acción.

El cronómetro decimal de hora tiene la carátula mayor dividida en 100 partes, pero cada división representa un diezmilésimo (0.0001) de hora. Una vuelta completa de la manecilla mayor de este cronómetro marcará, por lo tanto, un centésimo (0.01) de hora, o sea 0.6 min. La manecilla pequeña registra cada vuelta de la mayor, y una revolución completa de la aguja menor marcará 18 min. o sea 0.30 de hora (figura 3). 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.



Figura 3. Cronómetro decimal de hora.

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. La figura 4 ilustra esta combinación. En ellas aparecen tres cronómetros accionados por corona y que se ponen en funcionamiento por medio de la palanca que se ve a la derecha. 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.



Figura 4. Tablero con tres cronómetros para estudio de tiempos.

2.4.2 Cronómetros Electrónicos Asistidos por Computadora.

En este cronómetro (figura 5) se teclean los datos de las observaciones y se registran en una memoria de estado sólido en lenguaje de computadora. Las lecturas del tiempo transcurrido se registran de manera automática. Los datos de entrada y el tiempo transcurrido se transmiten directamente del cronómetro a casi todas las computadoras personales a través de un cable de salida. La computadora prepara la impresión de reportes, elimina el trabajo laborioso de calcular en forma manual los tiempos elementales normales, las holguras y los estándares de operación. Los estudios se pueden hacer en milésimas de minutos o en miles de milésimas de hora.



Figura 5. Cronómetro electrónico auxiliado por computadora.

2.4.3 Cámara de Videograbación.

Al tomar película de la operación y después estudiarla un cuadro a la vez, el analista puede registrar los detalles exactos del método usado y después asignar valores de tiempos normales. Debido a que todos los hechos están ahí, observar el videocasete es una manera justa y precisa de calificar el desempeño. Las videograbaciones también son excelentes para la capacitación de los analistas de tiempos, pues se pueden repetir las secciones hasta que adquieran habilidad suficiente.

2.5 Elementos del Estudio de Tiempos.

Para asegurar el éxito, el analista debe poder inspirar confianza, aplicar su juicio y desarrollar un enfoque de acercamiento personal con quienes tenga contacto. Estos

elementos incluyen: seleccionar al operario, analizar el trabajo y desglosar en sus elementos, registrar los valores elementales de tiempo transcurridos, calcular la calificación del operario, asignar los suplementos adecuados; en resumen, llevar a cabo el estudio.

2.5.1 Elección de la Operación.

Que operación se va a medir. Su tiempo, en primer orden es una decisión que depende del objetivo general que perseguimos con el estudio de la medición.

2.6 Según Necesidades Específicas.

Que operación se va a medir. Su tiempo, en primer orden es una decisión que depende del objetivo general que perseguimos con el estudio de la medición. Se pueden emplear criterios para hacer la elección:

- a. El orden de las operaciones según se presentan en el proceso.
- b. La posibilidad de ahorro que se espera en la operación. Relacionado con el costo anual de la operación que se calcula mediante la siguiente ecuación:
- c. Costo anual de operación = (actividad anual)(tiempo de operación)(salario horario).

2.6.1 Elección del Operario.

El primer paso para iniciar un estudio de tiempos se realiza a través del supervisor de línea o del departamento. Una vez revisado el trabajo en la operación, debe acordar el supervisor que todo está listo para estudiar el trabajo. Si más de un operario realiza el trabajo para el que se quiere establecer un estándar, debe tomar en cuenta varias cosas al elegir el operario que va a observar. En general, un operario que

tiene un desempeño promedio o un poco arriba del promedio proporcionará el estudio de mas satisfactorio que uno o menos calificado o que el que tiene las habilidades superiores. El trabajador promedio, por lo común, desempeña su trabajo con consistencia y de manera sistemática. El paso de ese operario tenderá a estar en el rango normal, le facilita al analista del estudio de tiempos a aplicar un factor de desempeño correcto.

Por supuesto, el operario debe estar bien capacitado en el método, te debe gustar su trabajo y ha de demostrar interés en hacerlo bien. También debe estar familiarizado con los procedimientos y prácticas del estudio de tiempos y tener confianza tanto en los métodos del estudio de tiempo como en el analista. Su compromiso es la cooperación suficiente con el estudio y estar dispuesto a seguir las sugerencias tanto del supervisor como del analista de estudio de tiempos. Al elegir al trabajador se deben considerar los siguientes puntos:

Habilidad, deseo de cooperación, temperamento, experiencia.

Actitud Frente al Trabajador.

- El estudio debe hacerse a la vista y conocimiento de todos.
- El analista debe observar todas las políticas de la empresa y cuidar de no criticarlas con el trabajador.
- No debe discutirse con el trabajador ni criticar su trabajo sino pedir su colaboración.
- Es recomendable comunicar al sindicato la realización de estudios de tiempos.
- El operario espera ser tratado como un ser humano y en general responderá favorablemente si se le trata abierta y francamente.

2.6.2 Posición del Observador.

El observador debe estar de pie, no sentado, unos cuantos pies hacia atrás del operario para no distraerlo o interferir con si trabajo. Los observadores de pies se

pueden mover con mayor facilidad y seguir los movimientos de las manos de operario mientras éste realiza el ciclo de la tarea. Durante el estudio, el observador debe evitar cualquier tipo de conversación con el operario, ya que esto podría distraerlo o estorbar las rutinas.

2.6.3 División de la Operación en Elementos.

Para facilitar la medición, se divide la operación en grupos de movimientos conocidos como elementos. Para dividirla en sus elementos individuales, el analista observa al operario durante varios ciclos. Sin embargo, si el tiempo de ciclo es mayor que 30 minutos, puede escribir la descripción de los elementos mientras realiza el estudio. Si es posible, es mejor que determine los elementos de la operación antes de iniciar el estudio. Estos pueden separarse en operación es tan finas como sea posible. Pero no tan pequeñas que se sacrifique la exactitud de las lecturas. Las divisiones elementales de alrededor de 0.04 minutos se aproximan a lo mínimo que puede leer de manera consistente un analista experimentado de estudio de tiempos. Sin embargo, si los elementos anteriores y posteriores son relativamente largos, es posible tomar el tiempo de un elemento con una duración de 0.02 minutos.

Para identificar los puntos terminales y desarrollar consistencia en las lecturas del cronómetro de un ciclo al siguiente, se toman en cuenta los sonidos y lo que se ve al desglosar los elementos. Por ejemplo, los puntos para dividir los elementos se pueden asociar con los sonidos como: una pieza terminada que cae al contenedor, una fresa que muerde un molde, una broca que atraviesa la parte que se perfora y un par de micrómetros que se dejan en la mesa de trabajo.

Cada elemento se registra en la secuencia adecuada, se incluye una división básica de la tarea terminada mediante un sonido distintivo o un movimiento. Por ejemplo, “subir la pieza a la mordaza manual y apretar” incluye las siguientes divisiones básicas: alcanzar la pieza, mover la pieza, mover la pieza, alcanzar la llave de la mordaza, tomar la llave, mover la llave, posicionar la llave, girar la llave y soltar la

llave de la mordaza. El punto de este elemento sería soltar la llave de la mordaza en la cabeza de torno, con el sonido correspondiente como evidencia. El elemento “iniciar la máquina” puede incluir: alcanzar, tomar, mover y soltar la palanca. La rotación de la máquina, con el sonido que la acompaña identifica el punto de terminación de manera que las lecturas pueden tomar justo en el mismo punto en cada ciclo.

Algunas sugerencias adicionales que ayudan a desglosar los elementos:

- ❖ Mantener separados los elementos manuales y los de la máquina, ya que las calificaciones afectan menos a las máquinas.
- ❖ Separar los elementos constantes (aquellos para los que el tiempo no varía dentro de un intervalo especificado de trabajo) y los elementos variables (aquellos para los que el tiempo varía dentro de un intervalo de trabajo especificado).
- ❖ Cuando se repite un elemento, no se incluye otra vez la descripción. En el espacio proporcionado para esto se pone el número de identificación que se usó al ocurrir por primera vez ese elemento.

2.7 El Estudio Mismo.

Al iniciar el estudio se registra la hora que marca un reloj maestro y en ese momento se inicia el cronómetro. Este es el *tiempo de inicio*. Se puede usar una de dos técnicas para registrar los tiempos elementales durante el estudio. El método de *tiempos continuos*, como su nombre lo indica, permite que el cronómetro trabaje durante todo el estudio. En este método, el analista lee el reloj en el punto Terminal de cada elemento y el tiempo sigue corriendo. En la técnica de *regresos a cero*, después de leer el cronómetro en el punto terminal de cada elemento, el tiempo se restablece en cero; cuando se realiza el siguiente elemento el tiempo avanza desde cero hasta llegar al cálculo del tiempo registrado en la operación en la que se ha llevado a cabo el registro de la operación deseada, o indicada previamente para la toma de los tiempos por cronometraje.

Al registrar las lecturas del cronómetro, se anotan solo los dígitos necesarios y se omite el punto decimal, para tener el mayor tiempo posible para observar el desempeño del operario. Si se usa un cronómetro decimal y el punto terminal del primero ocurre en 0.08 minutos, se registra solo el dígito 8 en la columna de TC (tiempo de cronómetro).

2.7.1 Métodos de Regresos a Cero.

Este método tiene tanto ventajas como desventajas comparado con la técnica de tiempo continuo. Algunos analistas de estudio de tiempos usan ambos métodos, con la idea de que los estudios en los que predominan los elementos prolongados se adaptan mejor a las lecturas con regresos a cero, y es mejor usar el método continuo en los estudios de ciclos cortos.

Se pueden registrar de inmediato los elementos que el operario ejecuta en desorden sin una notación especial. Además, los que defienden el método de regreso a cero establecen que los retrasos no se registran. Como se pueden comparar los valores elementales de un ciclo a otro, es posible tomar decisiones en cuanto a que número de ciclos estudiar. Sin embargo, es un error usar las observaciones de los ciclos anteriores para determinar cuantos ciclos adicionales estudiar. Esta práctica puede llevar a estudiar una muestra demasiado pequeña.

Entre las desventajas del método de regreso a cero está la que promueve que los elementos individuales se eliminen de la operación. Estos elementos no se pueden estudiar en forma independiente porque los tiempos elementales dependen de los elementos anteriores y posteriores.

2.7.2 Método Continuo.

Este método es superior al de regresos elementales, por varias razones. Lo más significativo es que el estudio que se obtiene presenta un registro completo de todo

el periodo de observación; esto complace al operario y al representante sindical. El operario puede ver que se dejaron tiempos fuera en el estudio y que se incluyeron todos los retrasos y elementos extraños.

El método continuo también se adapta mejor a la medición y registro de elementos muy cortos. Se requiere mas trabajo de escritorio para calcular el estudio si se usa el método continuo. Como se lee el cronómetro en los puntos terminales de cada elemento mientras las manecillas del reloj continúan su movimiento, es necesario hacer restas sucesivas de las lecturas consecutivas para determinar el tiempo transcurrido en cada elemento.

2.7.3 Análisis de comprobación del método de trabajo.

Nunca debe cronometrar una operación que no haya sido normalizada. La normalización de los métodos de trabajo es el procedimiento por medio del cual se fija en forma escrita una *norma de método de trabajo* para cada una de las operaciones que se realizan en la fábrica. En estas normas se especifican el lugar de trabajo y sus características, las máquinas y herramientas, los materiales, el equipo de seguridad que se requiere para ejecutar dicha operación como lentes, mascarilla, extinguidores, delantales, botas, entre otras. Los requisitos de calidad para dicha operación como la tolerancia y los acabados y por último, un análisis de los movimientos de mano derecha y mano izquierda.

Un trabajo estandarizado o con normalización significa que una pieza de material será siempre entregada al operario de la misma condición y que él será capaz de ejecutar su operación haciendo una cantidad definida de trabajo, con los movimientos básicos, mientras siga usando el mismo tipo y bajo las mismas condiciones de trabajo.

La ventaja de la estandarización del método de trabajo resulta en un aumento en la habilidad de ejecución del operario, lo que mejora la calidad y disminuye la

supervisión personal por parte de los supervisores; el número de inspecciones necesarias será menor, lográndose una reducción en los costos.

2.7.4 Manejo de dificultades.

Durante el estudio, quizá los analistas observen variaciones en la secuencia original de elementos establecida. Estas dificultades complican el estudio; entre menor sea la diferencia de ocurrencia, será más sencillo calcular el estudio. Algunas veces, el operario omite un elemento; esto se maneja con una raya horizontal en el espacio correspondiente de la columna TC. Es deseable que si esto ocurre sea muy poco frecuente ya que, en general, se debe a un operario no experimentado o a la falta de estandarización en el método. Si se omiten elementos varias veces, el analista debe detener el estudio e investigar la necesidad de ejecutar los elementos omitidos. Se espera que el observador esté en constante alerta para descubrir mejores maneras de efectuar los elementos; si llegan nuevas ideas a su mente asentará una “nota” breve en la sección correspondiente de la forma de estudio de tiempos. Quizá también vea elementos realizados en una secuencia diferente. Esto ocurre bastante seguido cuando se estudia a un empleado nuevo e inexperto en una tarea con ciclo largo compuesta de muchos elementos.

Durante el estudio, el operario puede encontrar retrasos inevitables, como otro empleado o supervisor que interrumpen, o una descompostura de herramientas. También es posible que intencionalmente cause un cambio en el orden del trabajo al ir a beber agua o al detenerse para descansar. Tales interrupciones se conocen como “elementos extraños”. La mayoría de los elementos extraños ocurren al terminar el elemento. En ocasiones, un elemento extraño tiene una duración tan corta que es imposible registrarlo de la manera descrita. Los ejemplos comunes serían dejar caer una llave en el piso y recogerla de inmediato, limpiarse la frente con un pañuelo o voltear un momento para hablar con el supervisor. En esos casos, cuando el elemento extraño es de 0.06 minutos o menos, el método más satisfactorio para manejar la interrupción es permitir que se acumule con el elemento y enseguida

poner un círculo en la lectura, para indicar que se trata de un valor “no controlado”. Debe anotarse un comentario breve en la sección de “notas” del elemento que tuvo la interrupción para justificar el círculo en el número.

2.7.5 Ejecución del Estudio de Tiempos.

Es importante que el analista registre toda la información pertinente obtenida mediante observación directa, en previsión de que sea posible consultar posteriormente el estudio de tiempos.

La información se puede agrupar como sigue:

- * Información que permita identificar el estudio de cuando se necesite.
- * Información que permita identificar el proceso, el método, la instalación o la máquina.
- * Información que permita identificar al operario
- * Información que permita describir la duración del estudio.

Es necesario realizar un estudio sistemático tanto del producto como del proceso, para facilitar la producción y eliminar ineficiencias, constituyendo así el análisis de la operación y para lo que se debe considerar lo siguiente:

2.7.5.1 Objeto de la operación. Hay que determinar si una operación es necesaria antes de tratar de mejorarla. Si una operación no tiene objeto útil, o puede ser reemplazada o combinada con otra, debe ser eliminada por lo que se puede suspender el análisis de dicha operación.

2.7.5.2 Diseño de la pieza. El diseño de los productos utilizados en un departamento es importante. El diseño determina cuando un producto satisfará las necesidades del cliente. Éste es un factor de mayor importancia que el costo. Los diseños no son permanentes y pueden ser cambiados. Es necesario investigar el diseño actual para

ver si éste puede ser cambiado con el objeto de reducir el costo de manufactura sin afectar la utilidad del producto.

2.7.5.3 Tolerancias y eficiencias. Las especificaciones son establecidas para mantener cierto grado de calidad. La reputación y demanda de los productos depende del cuidado de establecer y mantener especificaciones correctas. Las tolerancias y especificaciones nunca deben ser aceptadas a simple vista. A menudo una investigación puede revelar que una tolerancia estricta es innecesaria o que por el contrario, haciéndola muy rigurosa, se pueden facilitar las operaciones subsecuentes de ensamble.

2.7.5.4 Material. Los materiales constituyen un gran porcentaje del costo total de cada producto por lo que la selección y uso adecuado de estos materiales es importante; Una selección adecuada de éstos da al cliente un producto terminado más satisfactorio, reduce el costo de la pieza acabada y reduce los costos por desperdicio, lo que hace posible vender el producto a un precio menor.

2.7.5.5 Proceso de manufactura. Existen varias formas de producir una pieza. Se desarrollan continuamente mejores métodos de producción. Investigar sistemáticamente los procesos de manufactura ideará métodos eficientes. Freivalds - Niebel (2001) Consideran que los ingenieros de métodos deben de entender que el tiempo dedicado en el proceso de manufactura se divide en tres pasos:

- Planeación y control de inventarios.
- Operaciones de preparación y manufactura en proceso.

Para perfeccionar el proceso de manufactura, el analista debe considerar lo siguiente:

- Reorganización de las operaciones
- Mecanización de las operaciones manuales

- Utilización de instalaciones mecánicas mas eficientes
- Operación mas eficientes de instalaciones mecánicas
- Fabricación cerca de la forma final
- Uso de robots

2.7.5.6 Preparación de herramientas y patrones. La magnitud justificada de aditamentos y patrones para cualquier trabajo, se determina principalmente por el número de piezas que van a producirse. En trabajos de baja actividad únicamente se justifican aditamentos y patrones especiales que sean primordiales. Una alta actividad usualmente justifica utensilios especiales debido a que el costo de los mismos se prorratea sobre un gran número de unidades. En trabajos de alta actividad, es importante efectuar reducción en tiempos unitarios de producción hasta un valor mínimo absoluto. Una buena práctica de preparación y utensilios no sucede por casualidad, ésta debe ser planeada.

2.7.5.7 Condiciones de trabajo. Las condiciones de trabajo continuamente deberán ser mejoradas, para que la planta esté limpia, saludable y segura. Las condiciones de trabajo afectan directamente al operario. Las buenas condiciones de trabajo se reflejan en salud, producción total, calidad del trabajo y moral del operario. Pequeñas cosas, tales como colocar fuentes centrales de agua potable, dispositivos con tabletas de sal para los días calurosos, etc., mantienen al operario en condiciones que le hacen tener interés y cuidado en su trabajo. García Criollo (1998), menciona que lo primero que hay que hacer cuando se trata de mejorar los métodos de trabajo en una industria o cualquier otra parte, es crear condiciones de trabajo que permitan a los obreros efectuar su tarea sin fatiga innecesaria. Puntos importantes a resaltar:

- Limpieza de locales
- Agua potable e higiene
- Orden de los locales
- Calidad e intensidad de la luz

2.7.5.8 Manejo de materiales. La producción de cualquier producto requiere que sus partes sean movidas. Aunque la carga sea grande y movida a distancias grandes o pequeñas, este manejo debe analizarse para ver si el movimiento se puede hacer de un modo más eficiente. El manejo añade mayor costo al producto terminado, por razón del tiempo y mano de obra empleados. Una buena regla para recordar es que, la pieza menos manejada reduce el costo de producción.

2.7.5.9 Distribución de maquinaria y equipo. Las estaciones de trabajo y las máquinas deben disponerse en tal forma que la serie sistemática de operaciones en la fabricación de un producto sea más eficiente y con un mínimo de manejo.

2.7.5.10 Principios de economía de movimientos. Las mejoras de métodos no necesariamente envuelven cambios en el equipo y su distribución. Un análisis cuidadoso de la localización de piezas en el área de trabajo y los movimientos requeridos para hacer una tarea, resultan a menudo en mejoras importantes. Una de las fuentes de mayores gastos inútiles en la industria está en el trabajo que es ejecutado al hacer movimientos innecesarios o inefectivos. Este desperdicio puede evitarse aplicando los principios experimentados de economía de movimientos. Meyers Fred (2000), define a los principios de economía de movimientos como los lineamientos para diseños eficientes y eficaces de las estaciones de trabajo.

Los principios mencionan que la eficacia es hacer las cosas correctas (el trabajo) y eficiencia es hacer las cosas bien (el método), por lo que eficacia y eficiencia significan hacer bien las cosas.

2.8 Desempeño del Operario.

Como el tiempo real requerido para ejecutar cada elemento del estudio depende en un alto grado de la habilidad y esfuerzo del operario, es necesario ajustar hacia arriba el tiempo normal del operario bueno y hacia abajo el del menos capacitado;

antes de dejar la estación de trabajo, el analista debe dar una calificación justa e imparcial al desempeño en el estudio. En un ciclo corto con trabajo repetitivo, es costumbre aplicar una calificación al estudio completo, o una calificación promedio para cada elemento. Por lo contrario cuando los elementos son largos y contienen diversos movimientos manuales, es más práctico evaluar el desempeño de cada elemento conforme ocurre.

Cuando califica el desempeño o nivela el sistema, el observador evalúa la efectividad de la operación en términos del desempeño de un operario “normal” que ejecutale mismo elemento. El principio básico al calificar el desempeño es ajustar el tiempo medio observado (TO) para cada elemento ejecutado durante el estudio al *tiempo normal* (TN) que requerirá el operario normal para realizar el mismo trabajo ($TN = TO \times C/100$) donde C se expresa como porcentaje, con el 100% correspondiente al desempeño estándar de un operario normal. Para realizar un trabajo justo al calificar, se debe poder ignorar la personalidad y otros factores de variación, y solo considerar la cantidad de trabajo realizado por una unidad de tiempo, comparado con la cantidad de trabajo que produciría un trabajador normal.

2.9 Cálculos del Estudio.

Después de registrar en forma adecuada toda la información necesaria en la forma del estudio de tiempos, observar el número de los ciclos apropiado y calificar al operario, se debe registrar el tiempo de terminación en la misma sección del reloj maestro usada para el ciclo del estudio. Para tiempos continuos, es muy importante comparar la lectura final del cronometro con la lectura global del tiempo transcurrido. Estos dos valores deben tener una cercanía razonable (diferencia de más - menos 2%). (Una discrepancia grande puede indicar que hubo un error, y que el estudio de tiempos debe repetirse.) Por último, el analista debe agradecer al operador su cooperación y proceder al siguiente paso, el cálculo del estudio.

Para el método continuo, cada lectura del cronómetro se resta de la lectura anterior para obtener para obtener el tiempo transcurrido: este valor se registra en la columna TO. Los analistas deben de tener especial cuidado en esta etapa, ya que los descuidos en este punto pueden destruir por completo la validez del estudio. Si se usó la calificación del desempeño elemental, se tienen que multiplicar los tiempos elementales transcurridos por el factor de calificación y registrar el resultado en los espacios de la columna TN. Observe que como TN es un valor calculado, casi siempre se asienta con tres dígitos.

Los elementos que el observador no encontró u omitió se marcan con una "F" en la columna TC y se ignoran. Así, como ocurrió que el operario no realizó el elemento 7 del ciclo 4 en un estudio de 30 ciclos, el analista solo tendrá 29 valores del ciclo 7 para calcular el tiempo medio observado. El analista no sólo debe ignorar este elemento faltante, también debe ignorar el siguiente, pues el valor restado en el estudio incluiría el tiempo para realizar ambos elementos.

Para determinar el tiempo elemental transcurrido en elementos fuera de orden, es necesario restar los valores adecuados para los tiempos de cronómetro.

Para los elementos extraños, el analista deduce el tiempo de ciclo del elemento correspondiente, el tiempo requerido por el elemento extraño. El analista puede obtener el tiempo promedio usado por el elemento extraño si resta la lectura TC1 en la sección de elementos extraños menos el valor de la lectura TC2 en la forma del estudio de tiempos.

2.10 Tiempo Estándar.

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

El tiempo estándar para una operación dada es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación. De acuerdo con la definición de tiempo estándar por parte de Meyers (2000), que la define como el tiempo requerido para elaborar un producto en una estación de trabajo con las tres condiciones siguientes:

- Operador calificado y bien capacitado
- Que trabaje a una velocidad o ritmo normal.
- Hace una tarea específica.

Por otra parte Krick (1994) dice en su definición propia que el tiempo estándar es el tiempo requerido por un operador para ejecutar el ciclo de trabajo en cuestión.

2.10.1 Aplicaciones Del Tiempo Estándar.

1.- Para determinar el salario por esa tarea específica. Sólo es necesario convertir el tiempo en valor monetario.

2.- Ayuda a la planeación de la producción. Los problemas de producción y de ventas podrán basarse en los tiempos estándares después de haber aplicado la medición del trabajo de los procesos respectivos, eliminando una planeación defectuosa basada en las conjeturas o adivinanzas.

3.- Facilita la supervisión. Para un supervisor cuyo trabajo está relacionado con hombres, materiales, máquinas, herramientas y métodos; los tiempos de producción le servirán para lograr la coordinación de todos los elementos, sirviéndole como un patrón para medir la eficiencia productiva de su departamento.

4.- Es una herramienta que ayuda a establecer estándares de producción precisos y justos. Además de indicar lo que puede producirse en un día normal de trabajo, ayuda a mejorar los estándares de calidad.

5.- Ayuda a establecer las cargas de trabajo. Facilita la coordinación entre los obreros y las máquinas, y proporciona a la gerencia bases para inversiones futuras en maquinaria y equipo en caso de expansión.

6.- Ayuda a formular un sistema de costo estándar. El tiempo estándar al ser multiplicado por la cuota fijada por hora, nos proporciona el costo de mano de obra directa por pieza.

7.- Proporciona costos estimados. Los tiempos estándar de mano de obra, presupuestarán el costo de los artículos que se planea producir y cuyas operaciones serán semejantes a las actuales.

8.- Proporciona bases sólidas para establecer sistemas de incentivos y su control. Se eliminan conjeturas sobre la cantidad de producción y permite establecer políticas firmes de incentivos a obreros que ayudarán a incrementar sus salarios y mejorar su nivel de vida; la empresa estará en mejor situación dentro de la competencia, pues se encontrará en posibilidad de aumentar su producción reduciendo costos unitarios.

9.- Ayuda a entrenar a nuevos trabajadores. Los tiempos estándar serán parámetro que mostrará a los supervisores la forma como los nuevos trabajadores aumentan su habilidad en los métodos de trabajo.

2.10.2 Ventajas de la Aplicación de los Tiempos Estándar.

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

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

3. ¿Como se Calcula el Tiempo Estándar?

Algunos autores como Roberto García Criollo (1998) desglosan la fórmula de tiempo estándar como: **TE: TN * TOLERANCIAS**

TE: Tiempo estándar TN: Tiempo Normal

2.11 Tiempo Real.

El tiempo real se define como el tiempo medio del elemento empleado realmente por el operario durante un estudio de tiempos.

2.12 Tiempo Normal.

La definición de tiempo normal se describe como el tiempo requerido por el operario normal o estándar para realizar la operación cuando trabaja con velocidad estándar, si ninguna demora por razones personales o circunstancias inevitables.

Mientras el observador del estudio de tiempos está realizando un estudio, se fijará, con todo cuidado, en la actuación del operario durante el curso del mismo. Muy rara vez esta actuación será conforme a la definición exacta de los que es la " normal ", o llamada a veces también "estándar". De aquí se desprende que es esencial hacer algún ajuste al tiempo medio observado a fin de determinar el tiempo que se requiere para que un individuo normal ejecute el trabajo a un ritmo normal. El tiempo real que emplea un operario superior al estándar para desarrollar una actividad, debe aumentarse para igualarlo al del trabajador normal; del mismo modo, el tiempo que requiere un operario inferior estándar para desarrollar una actividad, debe aumentarse para igualarlo al del trabajador normal; del mismo modo, el tiempo que requiere un operario inferior al estándar debe reducirse al valor representativo de la actuación normal. Sólo de esta manera es posible establecer un estándar verdadero en función de un operario normal. Meyers (2000), menciona que el tiempo normal se define como el tiempo que demora un operador normal trabajando a ritmo cómodo en producir una parte. Castanyer (1999), Define al tiempo normal como tiempo necesario para efectuarla a la actividad normal. Es el tiempo que toma a un operador

que tiene su curva de aprendizaje constante y su método de trabajo bien establecido, realizar una actividad.

2.12.1 Cálculo de Tiempo Normal.

La longitud del estudio de tiempos dependerá en gran parte de la naturaleza de la operación individual. El número de ciclos que deberá observarse para obtener un tiempo medio representativo de una operación determinada depende del siguiente procedimiento:

- Determinación de números de ciclos a cronometrar.

Por fórmulas estadísticas.

Como el estudio de tiempos es un procedimiento de muestreo, el promedio de muestras (\bar{x}) obtenidas de observaciones con distribución normal también tiene distribución normal alrededor de la media de la población m . La variancia alrededor de la media de población μ es igual a σ^2/n donde n es igual al tamaño de la muestra y σ^2 es la variancia de la población. La teoría de curva normal conduce al siguiente intervalo de confianza:

$$\bar{X} \pm Z \sigma / \sqrt{n}$$

La ecuación anterior supone que la desviación estándar de la población se conoce. En general, esto no es cierto, pero esta desviación estándar se puede estimar por medio de la desviación estándar de la muestra s .

Sin embargo, los estudios de tiempos involucran sólo muestras pequeñas ($n < 30$) de una población; por lo tanto, debe usarse una distribución t .

Si se despeja n se obtiene:

$$n = \left\{ \frac{s z}{\bar{E} x} \right\}^2$$

También es posible despejar n antes de tomar el estudio de tiempos, si se interpretan los datos históricos de elementos similares, o con una estimación real de x y s a partir de varias lecturas con ingresos a cero con la variación más alta.

Los analistas deben decidir cuándo y cómo observar el número recomendado de ciclos. Si se toman los 30 ciclos, ¿deben tomarse como un grupo sucesivo, como 2 grupos de 15, o como tres grupos de 10? La media de los tres grupos de 10 tomados en tiempos azar durante el día, tal vez de una mejor estimación de la media poblacional que un grupo de 30. Un estudio de tiempos es un procedimiento de muestreo, y el promedio de la media de varias muestras pequeñas casi siempre proporciona estimaciones más confiables de los parámetros base que una muestra de tamaño equivalente al total de las muestras pequeñas.

2.13 Ritmo de Trabajo.

El ritmo de trabajo es el tiempo para fijar el volumen de trabajo de cada puesto en las empresas; determinar el costo estándar o establecer sistemas de salario de incentivo. Los procedimientos empleados pueden llegar a repercutir en el ingreso de los trabajadores, en la productividad y, según se supone, en los beneficios de la empresa.

2.13.1 Calificación de la Actuación.

Al terminar el periodo de observaciones, el analista habrá acumulado cierto número de tiempos de ejecución y el correspondiente factor de calificación, y mediante la combinación de ellos puede establecerse el tiempo normal para la operación estudiada.

La calificación de la actuación es la técnica para determinar equitativamente el tiempo requerido por el operador normal para ejecutar una tarea. Operador normal es el operador competente y altamente experimentado que trabajen en las condiciones que prevalecen normalmente en la estación de trabajo, a una marcha, ni demasiado rápido ni demasiado lenta, sino representativa de un término medio.

Para que el proceso de calificación conduzca a un estándar eficiente y útil, deberán satisfacerse en forma razonable dos requisitos básicos:

1. La compañía debe establecer claramente lo que se entiende por tasa de trabajo normal.
2. En la mente de cada uno de los calificadores debe existir una aproximación razonable del desempeño normal.

Aun cuando no existe un método satisfactorio ni convencionalmente aceptado para seleccionar y expresar el desempeño normal, las siguientes recomendaciones pueden resultar valiosas para este fin:

- a. El ritmo tipo comúnmente aceptado es la velocidad de movimiento de un hombre al caminar sin carga, en terreno llano y en línea recta a 6.4 Km./HR
- b. Otro modelo a considerar es el que se debe seguir para repartir los 52 naipes de la baraja en 30 seg., sobre la mesa, en un espacio de 30 cm. por lado, sosteniendo el mazo de naipes fijo en la mano, a una distancia de la mesa de 12 a 18 cm.

A esta velocidad se le valora como 100, y si es más rápido será el punto de vista del analista y su experiencia la que determine si se trabaja a 105, 115, 120, 125, etc. Castanyer (1999) Menciona que este factor de actuación que en las publicaciones de la OIT sobre el tema recibe el nombre de Ritmo de Trabajo, en nuestro País es más conocido bajo la denominación de ACTIVIDAD.

La actividad (Factor de Actualización) que desarrolla un productor es el desempeño de una tarea que es el resultado de la eficacia, habilidad y rapidez de los movimientos que ejecutan durante dicha tarea.

La desviación típica de la curva de la distribución de frecuencias de los tiempos de reloj obtenidos σ es igual a:

$$\sigma = \frac{\sum f(X_i - x)^2}{n}$$

Siendo:

X_i = Los valores obtenidos de los tiempos de reloj.

x = La media aritmética de los tiempos del reloj.

N = Frecuencia de cada tiempo de reloj tomado.

n = Número de mediciones efectuadas.

e = Error expresado en forma decimal.

2.13.1.1 Métodos para calificar la Actuación

Tabla de Westinghouse.

La tabla Westinghouse obtenida empíricamente, da el número de observaciones necesarias en función de la duración del ciclo y del número de piezas que se fabrican al año. Esta tabla sólo es de aplicación a operaciones muy representativas realizadas por operarios muy especializados. En caso de que éstos no tengan la especialización requerida, deberá multiplicarse el número de observaciones obtenidas por 1.5. Dicha tabla se muestra a continuación:

2.14 Determinación de Tolerancias.

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

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

2.14.1 Necesidades Personales.

En este renglón deberán situarse todas aquellas interrupciones en el trabajo necesarias para el bienestar del empleado. Deberán incluirse visitas a la fuente de agua o a los baños. Estudios detallados de producción demuestran la tolerancia de un 12%, por retrasos personales, o sea aproximadamente 24 minutos en 8 horas, es apropiada para las condiciones típicas de la empresa.

2.14.2 Fatiga.

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

a) Condiciones de trabajo:

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

b) Repetición del trabajo:

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

c) Salud general del trabajador, física y mental:

- Estatura física
- Dieta
- Descanso
- Estabilidad emotiva
- Condiciones familiares

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

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

Valores típicos de las tolerancias.

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

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

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

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

CAPÍTULO III

MÉTODOS Y MATERIALES

3.1 Sujeto.

Cuando hablamos de General Electric lo primero que se nos viene a la mente, son refrigeradores, lavaplatos, lavadoras, sin imaginarse que también General Electric fabrica productos para la seguridad del hogar u oficina, como lo es en la planta de Navojoa.

GE INTERLOGIX planta Navojoa existe desde enero del 2002, siendo esta una de las mas nuevas en México y ofreciendo procesos de manufactura e inspección.

La empresa original ITI, Interactive Technologies Inc, que firmó este contrato de plan shelter con proinsa en noviembre de 1989, para empezar a operar en enero de 1990, cambió su logística y empezó a fabricar sus propios tableros electrónicos para proveerse a si mismo y así tener mayor control de sus productos y al mismo tiempo disminuir sus costos de operación.

La compañía ITI pasó de ser una empresa con ventas de 20 millones de dólares en 1991 a una empresa de 110 millones de dólares en el 2000, convirtiéndose así en una empresa pública desde 1998.

La alta tecnología de sus productos y la alta penetración en el mercado de los mismos lograron una fusión pública negociada con SENTROL a mediados del año 2000, cambiando el nombre a la compañía.

Los productos terminados en nuestra planta son de exportación para uso residencial, comercial y/o industrial mismos que cumplen con el proceso de calidad (SIX SIGMA) y con la satisfacción del cliente para garantizar el gran éxito de cada una de nuestras exportaciones para centro América.

Los productos que se producen en la planta son dispositivos de protección en diferentes versiones y modelos, así como sus aditamentos que los conforman como son:

Transmisores de llave.

Sensores infrarrojos de movimiento.

Panel de control (cpu's).

Sensores de humo.

Teclados de programación.

Sensores de puertas y ventanas, entre otros.

Cada uno también en diferentes modelos.

En conjuntos son conocidos como alarmas las cuales son de uso residencial, comercial y/o industrial, variando cada modelo de acuerdo a los requerimientos existenciales. Cumpliendo cada uno de estos modelos con el compromiso six sigma.

PERFIL DE GE-INTERLOGIX

Sentrol fue fundado en junio de 1977 como fabricante de los contactos magnéticos para los mercados de seguridad residenciales y comerciales. Los contactos magnéticos son sensores non-mechanical hermético sellados colocados en ventanas y puertas para detectar aberturas. Fundado en el principio del servicio de cliente superior, Sentrol ganó rápidamente aceptación en el mercado.

En los años ochenta tempranos la selección de productos fue ampliada. Muchos nuevos tipos de interruptores fueron introducidos. Además, una nueva línea de productos fue agregada - Glassbreak. Estos dispositivos están instalados al monitor (escuche) para el sonido de romperse de cristal.

De nuevo, debido a calidad y el servicio del producto superior, Sentrol ganados y ahora mantiene una posición dominante en el mercado del glassbreak. En 1988 interruptores industriales fueron convertidos con el propósito de fabricar y de vender interruptor de seguridad que se diseñan específicamente para el mercado industrial.

En 1990, Sentrol introdujo el primer sensor de movimiento infrarrojo pasivo (PIR) diseñado y construido exclusivamente a nuestros estándares rigurosos. La introducción de este PIR permitió que GE-INTERLOGIX fuera el surtidor completo del sensor a la industria de seguridad con la posición dominante en los mercados del contacto y del glassbreak y a una presencia cada vez mayor en PIR.

En 1991 mediados de, Sentrol adquirió los activos del laboratorio de la señal del electro (ESL), inc. ESL es uno de los surtidores principales de los detectores de humos del sistema en el mundo.

La adquisición de GE-INTERLOGIX permitida ESL para ampliar y para proporcionar productos del sensor de la alta calidad a la industria la alarma de incendio. Sentrol, Inc. se compone de tres grupos de producto:

Seguridad de Sentrol, Sentrol industrial y ESL. En diciembre 1993 de Sentrol Lifesafety Aritech adquirido Corporation en la nuez dura, NC que desarrolla y fabrica una línea completa de los paneles y de los accesorios de control de la seguridad además de detectores infrarrojos y ultrasónicos pasivos del movimiento.

Esta adquisición permitió que Sentrol ofreciera una línea completamente integrada del equipo de la seguridad a sus clientes.

En abril de 2000 Sentrol se combinó con ITI/Cadx para formar INTERLOGIX una compañía público negociado.

En abril 2002 de INTERLOGIX, Inc. era adquirida por los sistemas industriales de general electric. GE-INTERLOGIX se dedica a convertirse en una organización de la Mundo-Clase y mira adelante a la prosperidad y al crecimiento continuo. Con todos

los cambios desde 1977, una cosa tiene y seguirá siendo constante: Comisión GE-Interlogix's con el servicio de cliente de la clase del mundo y los productos de la calidad sin igual.

En enero de 2003 GE INTERLOGIX, borra todo residuo de sus anteriores adquisiciones y renombra la división con el nombre que tiene en la actualidad dicha empresa, ya que después de estas adquisiciones el grupo se conformó por más de 10 compañías diferentes, entre ellas SENTROL, EDWARDS, KALATEL, SUPPRA, OSBORNE-HOFFMAN, ITI-CADDX, ESL, WISETRONIC.

3.2 Materiales.

- Cronómetro. Fue utilizado para tomar el tiempo de cada operación. En algunas ocasiones se utilizo un cronómetro que acumula lecturas de tiempos. Este tipo de cronómetro cuenta con una función de tiempos acumulados lo que da una facilidad excepcional a la hora de tomar los tiempos.
- Software. El software utilizado es el Microsoft Office Excel, el cual facilita la captura de los tiempos al momento de vaciarlos en la computadora.
- Impresora. Es una importante ayuda en lo referente a papeleo ya que esta herramienta nos ayuda a sacar todas las evidencias físicas o documentos referentes a cualquier asunto de la organización.
- Lápiz. Se utiliza para plasmar información en los formatos de captura.
- Tabla. Instrumento de soporte para los formatos de captura.
- Cámara digital. Es muy útil para fotografiar los componentes que se ocupan para elaborar el producto, dichas fotografías son fácilmente incorporadas a la computadora digitalmente.

Todos estos materiales fueron proporcionados por la misma empresa con el fin de que fueran utilizados de la mejor forma para el aprovechamiento tanto de practicantes como de la misma organización.

3.3 Procedimiento.

Para poder determinar el tiempo estándar, es necesaria la realización de un estudio de tiempos para poder implementar las ayudas visuales en las líneas de producción de una empresa manufacturera. A continuación se presenta el procedimiento para poder realizar el estudio de tiempos:

PASO 1.- Se asignará una línea de producción en la planta General Electric, la cual en esta investigación está referida a la línea de Ferreterías, en base a que es donde más se aplican las ayudas visuales.

PASO 2.- Un ingeniero de la planta da un recorrido para propiciar la familiarización y conocimiento del proceso de elaboración de una alarma.

PASO 3.- Se otorgan los materiales necesarios para hacer la medición de los tiempos (véase 3.2).

PASO 4.- Se procede a la selección de un operador, el cual debe de tener un desempeño normal, con esto se quiere decir que su ritmo de trabajo no sea muy cambiante sino que sea adecuado. Para lograr una buena selección del operario se deben de observar a varios operadores realizando la misma actividad y en las mismas condiciones de trabajo para poder determinar que la selección del operador es válida.

PASO 5.- Se elige un método de toma de tiempos, esto con el fin de tener muy presente la forma en que serán tomadas las lecturas, que en este caso será el de regresión a cero. Además también se debe tener en cuenta que el Nivel de Confianza es de un 95% y un error del $\pm 5\%$.

PASO 6.- Se verifica el criterio del número de lecturas a ser tomadas (número de ciclos a cronometrar), esto será en base a lo tediosa o larga que sea dicha operación; con esto se da a entender que si la actividad que se esta desarrollando

requiere mucho mayor tiempo y esfuerzo que otra, se le tomarán menos lecturas (por lo regular para este tipo de operaciones los ingenieros conocedores del sistema de fabricación de las alarmas en esta empresa recomiendan 5 muestras). Por el contrario, si la operación es corta (que implica menor tiempo y esfuerzo), se le tomará un número de lecturas acorde con el tipo de operación cosa que quedará a criterio del ingeniero a cargo.

PASO 7.- En caso de que alguna operación lo requiera se procederá a determinar el número de ciclos a cronometrar con la ayuda de la siguiente fórmula:

$$n = \left\{ \frac{S Z}{E \bar{x}} \right\}^2$$

DONDE:

n = Número de observaciones a ser tomadas

E = Error

x = Media aritmética

s = Desviación estándar

Z = Constante

(Para llevar a cabo este cálculo es necesario utilizar la tabla de distribución t de student).

PASO 8.- Se determinará la tolerancia; si la empresa ya tiene establecida bajo su criterio un porcentaje de tolerancia este solo se añadirá al cálculo. En caso contrario, sino se cuenta con un porcentaje de tolerancia ya establecido y bien definido se procederá a realizar el cálculo del mismo. Para realizar el cálculo de la tolerancia nos podemos basar en el anexo # 3.

En esta investigación se informó que la planta General Electric ya tiene establecido su porcentaje de tolerancia, el cual fue calculado en base a los diferentes factores y establecido por el área correspondiente de la empresa dando como resultado el 1.13 de tolerancia.

PASO 9.- La toma dará inicio cuando el operador vaya a tomar la primera pieza ó simplemente comience a desarrollar alguna actividad que conlleva el procedimiento de elaboración del producto. (Niebel menciona el hecho de que se debe de comunicar al operador que está siendo monitoreado, sin embargo, Roberto Criollo dice que es mejor hacerlo sin que el operador se de cuenta, por que si esto pasa el desempeño del operador puede variar mucho del desempeño real esto provocado ya sea por la presión de ser monitoreado o simplemente por el hecho de ser observado). La toma de cualquier lectura terminará al final de cualquier operación desarrollada (esto lo indicará la misma operación seleccionada para la toma de tiempos).

PASO 10.- Conforme se van tomando las lecturas de los tiempos de cada una de las diferentes operaciones, se van registrando en los formatos de captura en los cuales se deben clasificar cada uno de los tiempos de las operaciones monitoreadas. En estos formatos lógicamente se debe anotar el modelo, el área, la fecha, así como el nombre de la persona que realiza el estudio. Dicho formato es el que se presenta a continuación en la figura 6.

HOJA DE TIEMPOS				
MODELO		FECHA		AREA
OPERACIONES				
INSERCIÓN	ENSAMBLE		EMPAQUE	
OP1	OP2	OP3		
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
T_{ELEMENTAL}				
T_N				
TOL*T				
T_{EST}				
PZ/HR				
HR/PZ				

Figura 6. Formato de captura de tiempos.

PASO 11.- Ya que se tienen los datos obtenidos en la toma de tiempos, se procede a la digitalización de las lecturas tomadas y demás datos. Todo esto se hará en el software en el cual al introducir los datos automáticamente el programa hará los cálculos correspondientes. En caso de no contar con el software se hace el cálculo con la siguiente fórmula:

$$T_{\text{ESTANDAR}} = TN (100/100-Tol)$$

TE = Tiempo Estándar, TN = Tiempo Normal y Tol = Tolerancias

En el caso de no contar con el software para el procesamiento de los datos se procede a la obtención de los mismos manualmente, dicho procesamiento se desglosa de la siguiente manera:

- Se anota el tiempo promedio (media) de las observaciones, esto se logra sumando las observaciones obtenidas y después dividir las entre el número de estas.
- En la celda Tiempo Elemental se anota nuevamente el promedio de las observaciones tomadas, a fin de tener el dato bien organizado como referencia.
- Para obtener el Tiempo Normal, se multiplica el tiempo elemental por el Factor de Actuación, el cual se calcula utilizando la tabla WESTINGHOUSE, véase tabla en anexo 2.
- Enseguida se multiplica el tiempo elemental por las tolerancias añadidas (este dato será utilizado para obtener las HR/PZ y PZ/HR).
- Para calcular el Tiempo Estándar, se multiplica el Tiempo Normal por las tolerancias.
- Después se calculan los productos que se pueden elaborar en una hora, esto se hace de la siguiente manera: **a) 3600seg (1 hora) entre tiempo elemental con tolerancias añadidas.**
- Por último se realiza la siguiente operación: **tiempo elemental con tolerancias añadidas entre 3600 (tiempo equivalente de una hora en segundos).**

PASO12.- Posteriormente se toman fotografías de todas las partes que conforman al producto, para que éstas sean después incorporadas a un formato de una ayuda visual junto con los datos arrojados por el software. Véase figura 7.

PASO 13.- Una vez conjuntadas las imágenes con los datos arrojados por el software se procede a imprimir la ayuda visual, esta será impresa a color y después enmicada para una mayor facilidad al momento de ser colocada. Con esto se pretende lograr que la ayuda visual sea fácil de colocar en cualquier lugar.

PASO 14.- Una vez enmicada la ayuda visual es colocada por el ingeniero en la línea de producción correspondiente, esta es colocada justo enfrente y a la vista del operador de tal forma que este mismo al estar realizando la operación le sea fácil la observación de dicha ayuda visual, ya sea para verificar el procedimiento de ensamblaje, armado o simplemente ver las piezas que se ocupan para realizar el producto, siempre con la seguridad de que en la ayuda visual se encontrarán los componentes y los pasos del procedimiento básico a seguir.



 Línea:	Nombre del Producto:	REV: C	Elaborado Por:	Fecha de Elaboración:
	Nombre del Ensamble:	O/P: 1 DE 1	Producción:	Fecha de Aprobación:
	Modelo: E/P: PZ/HR	AV: 10	Control de Calidad:	Fecha de Aprobación:

Documento: Revisión C

Figura 7. Formato de Ayuda Visual.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

A continuación se darán a conocer los datos que fueron arrojados por el respectivo estudio de tiempos que se realizó en la empresa G.E. planta Navojoa, en dicha empresa se aplicó la metodología de estudio de tiempos la cual, como ya se ha venido desglosando a través de todo este trabajo, comprende varios tipos de técnicas las cuales fueron aplicadas de tal forma que arrojaron datos los cuales dan como resultado un estudio de tiempos satisfactorio. Esto es porque al ser comparados con estándares que estaban implementados con anterioridad concordaban de cierta forma dando a entenderse que el estudio de tiempos resulta ser satisfactoria.

4.1 Interpretación de los resultados.

Primeramente las ayudas visuales que estaban instaladas en la planta tenían una antigüedad de un año o más, por lo que era imprescindible hacer que éstas fueran actualizadas. Tal punto es muy coherente al mencionarlo ya que al efectuarse la implementación de la metodología fue de gran ayuda para obtener los resultados que serán desglosados a continuación.

Uno de los resultados obtenidos a partir de la toma de tiempos fue la actualización de las ayudas visuales en el área de manufactura, teniendo mas impacto en el área HARDWARE KITS (Ferreterías). Los tiempos tomados es esta línea fueron acertados en cuanto a la aplicación del método de estudio de tiempos, el formato que

se utilizó en la toma de los tiempos ya llenado con los datos de un producto es el siguiente (ver figura 8).

HOJA DE TIEMPOS					
MODELO	60-252	FECHA	16/05/08	AREA	FERRETERIA
OPERACIONES					
	INSERCIÓN	ENSAMBLE	EMPAQUE		
	OP1	OP2	OP3		
1	27.64	62.67	41.52		
2	28.31	64.92	36.2		
3	30.63	67.36	40.03		
4	29.15	67.06	39.01		
5	26.41	74.08	37.90		
6	26.00	75.18	40.09		
7	26.73	69.60	36.52		
8	25.95	66.63	36.54		
9	31.02	75.45	38.58		
10	27.41	75.17	35.81		
T_{ELEMENTAL}	27.92	69.81	38.22		
TN	30.06	79.58	44.71		
TOL*T_{ELEMENTAL}	31.54	78.88	43.18		
T_{EST}	33.96	89.92	50.52		
PZ/HR	115.12	46.04	84.11		
HR/PZ	0.0086861	0.0217166	0.0118888		

Figura 8.- Hoja de tiempos con datos introducidos.

Numero de Ciclos a cronometrar:

$$n = \left\{ \frac{s \ t}{E \ \bar{x}} \right\}^2 = \left\{ \frac{(1.83)(1.96)}{(0.05)(27.9)} \right\}^2 = 6.61 = \underline{7 \text{ Lecturas}}$$

INSERCIÓN:

Tolerancias:

Estar de pie = 2%
 Monotonía (moderada) = 1%
 3% +

TN = T_{elemental} * FA 9%

TN = (27.92)(1.11) = **30.06 s** 12%

T_{ESTANDAR} = TN (100/100-TOL)

T_{ESTANDAR} = TN (100/100-12) = 30.06 (1.13) = **33.96 seg.**

Factor de la Actuación:

Habilidad C₂ ----- 0.03

Esfuerzo C₁ ----- 0.05

Condiciones C -- 0.02

Consistencia C - 0.01

0.11 + 1 = **1.11**

ENSAMBLE:

Tolerancias:

Estar de pie	= 2%
Monotonía (moderada)	<u>= 1%</u>
	3% +

$$TN = T_{\text{elemental}} * FA \quad \underline{9\%}$$

$$TN = (69.81)(1.14) = \mathbf{79.58 \text{ s}} \quad 12\%$$

$$T_{\text{ESTANDAR}} = TN (100/100-TOL)$$

$$T_{\text{ESTANDAR}} = TN (100/100-12) = 79.58 (1.13) = \mathbf{89.92 \text{ seg.}}$$

Factor de la Actuación:

$$\text{Habilidad } C_2 \text{ ----- } 0.06$$

$$\text{Esfuerzo } C_1 \text{ ----- } 0.05$$

$$\text{Condiciones } C \text{ -- } 0.02$$

$$\text{Consistencia } C \text{ -- } \underline{0.01}$$

$$0.14 + 1 = \mathbf{1.14}$$

EMPAQUE:

Tolerancias:

Estar de pie	= 2%
Monotonía (moderada)	<u>= 1%</u>
	3% +

$$TN = T_{\text{elemental}} * FA \quad \underline{9\%}$$

$$TN = (38.22)(1.17) = \mathbf{44.71} \quad 12\%$$

$$T_{\text{ESTANDAR}} = TN (100/100-TOL)$$

$$T_{\text{ESTANDAR}} = TN (100/100-12) = 44.71 (1.13) = \mathbf{50.52 \text{ seg.}}$$

Factor de la Actuación:

$$\text{Habilidad } C_2 \text{ ----- } 0.06$$

$$\text{Esfuerzo } C_1 \text{ ----- } 0.08$$

$$\text{Condiciones } C \text{ -- } 0.02$$

$$\text{Consistencia } C \text{ -- } \underline{0.01}$$

$$0.17 + 1 = \mathbf{1.17}$$

Después de tener los datos se pasaron a las ayudas visuales para su posterior actualización, uno de los productos al cual se le actualizó fue el modelo 58-574 de la línea de Hardware Kits cuya ayuda visual ya actualizada se presenta a continuación en la figura 4.

Al verse que las líneas de producción trabajan en forma dependiente unas de otras, los estándares ya calculados ayudarán de una forma positiva a la producción ya que son el reflejo de lo que una línea puede pedirle a la otra en cuanto a cantidad de trabajo. Así mismo los tiempos tomados sirven como referencia para lograr el balanceo de las líneas y con la ayuda de este estudio se puede lograr que sea el adecuado para mejorar el rendimiento de la empresa.

4.2 Discusión.

La determinación de los estándares para cada país debe de concordar con el desempeño de los trabajadores inmiscuidos en dicha organización. No deben adoptarse estándares procedentes de otros países aunque la empresa sea del mismo tipo, ya que las personas que laboran en ella pueden no tener la misma capacidad de desempeño.

FOTOGRAFIA AQUI

 Línea: FERRETERIA	Nombre del Producto: <i>SPEAKER</i>	Elaborado Por: Juan Diego Portugal Cota	Elaboración: 16-05-08
	Nombre del Ensamble: Inserción de Ferretería	Producción: Juan Gracia	Aprobación: 16-05-08
	Modelo: 60-252 HR/PZ 0.0086861 PZ/HR 115	Control de Calidad: Antulio Muñoz	Aprobación: 16-05-08

Figura 9.- Ayuda visual

FOTOGRAFIA AQUI

 Línea: FERRETERIA	Nombre del Producto: <i>SPEAKER</i>				Elaborado Por: Juan Diego Portugal Cota	Elaboración: 16-05-08	
	Nombre del Ensamble: Ensamble de Ferretería				Producción: Juan Gracia	Aprobación: 16-05-08	
	Modelo:	60-252	HR/PZ	0.0217166	PZ/HR	46	Control de Calidad: Antulio Muñoz

Figura 10.- Ayuda visual

FOTOGRAFIA AQUI

 Línea: FERRETERIA	Nombre del Producto: <i>SPEAKER</i>				Elaborado Por: Juan Diego Portugal Cota	Elaboración: 16-05-08
	Nombre del Ensamble: Empaque de Ferretería				Producción: Juan Gracia	Aprobación: 16-05-08
	Modelo: 60-252	HR/PZ: 0.0118888	PZ/HR: 55		Control de Calidad: Antulio Muñoz	Aprobación: 16-05-08

Figura 11.- Ayuda visual

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.

Al llevar a cabo este trabajo, se puede notar la importancia de lo que es el tiempo estándar en cualquier empresa para la producción de un producto, ya que en base a este estudio, la organización puede tomar decisiones importantes al tener pleno conocimiento de su capacidad de producción y de ésta forma se logra un estatus competitivo mejor y un mayor desarrollo de la empresa.

Al terminar el presente estudio, se considera que se obtuvo un resultado confiable para que la empresa lo pueda utilizar al analizar las operaciones del proceso de producción de tal manera que le pueda servir como base para realizar cambios que considere convenientes en busca de mejorar la producción y crecer en el ámbito empresarial.

Otro aspecto importante a resaltar es el hecho de que en caso de llevar a cabo la implementación del presente trabajo, los resultados arrojados podrían dar pie a que algunas empresas adoptaran la técnica de la determinación de tiempos estándares para cada una de sus actividades o procesos. Todo esto a su vez conduciría de manera inevitable el conocer con toda certeza cual es la capacidad real de la empresa, y esto a su vez serviría como base para tomar futuras decisiones como el decidir si se puede abastecer a una demanda determinada, ó bien si en algún momento algunas de las líneas de producción dentro de una empresa se encuentran desbalanceadas, entonces a través del conocimiento de la capacidad real de todas las líneas de producción existentes se podrían adoptar las medidas pertinentes para solucionar dicha problemática.

5.2 Recomendaciones.

- ✓ Llevar a cabo la determinación de tiempos estándares para todos los diferentes tipos de productos que fabrica la empresa.
- ✓ Determinar los estándares de fabricación de los productos, darles un seguimiento y hacer las respectivas actualizaciones al momento de realizar cambios en la materia prima o en el proceso de fabricación.
- ✓ Aplicar y dar seguimiento a métodos que ayuden a producción a cumplir con los pedidos de los clientes y evitar retrasos.
- ✓ Hacer que los procesos de elaboración de cada producto sean respetados por los trabajadores para que todos puedan trabajar a un ritmo definido y que haya variaciones en el desempeño.
- ✓ No adoptar estándares de empresas similares localizadas en otros países, ya que la capacidad de desempeño de los trabajadores puede variar.

Bibliografía.

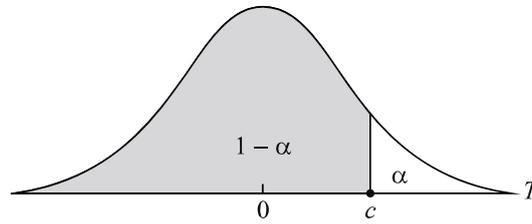
- Barnes, Ralph H. Estudios de Movimientos y Tiempos.
- Barrios, M. Estudio de tiempos y movimientos. Editorial Aguilar. Quinta Edición.
- Fonseca, E., Estudio de tiempos, 2002.
- Freivals y Niebel “ingeniería industrial” métodos estándares y diseño del trabajo” 11^a edición, alfa omega grupo editor S.A. de C.V.
- Freivals y Niebel, “Métodos, estándares y diseño del trabajo” 10^a edición, alfa omega grupo editor S.A. de C.V.
- García Criollo Roberto, “estudio del trabajo” editorial McGraw-Hill interamericana editores S.A. de C.V.
- Llamas Maldonado María Michelle, 2003. Estandarización y optimización del sistema laboral para el empaque de piezas de exportación en Volkswagen de México.
(ver http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lii/llamas_m_mm/)
- MEYERS, Fred E. Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil. Editorial Prentice May, 2^a Edición, 2000.
- Naranjo Flores Arnulfo, 2001. Elementos del estudio de tiempos.
anaranjo@itson.mx (ver <http://www.itson.mx/dii/anaranjo/>).
- NIEBEL, Benjamín W. Ingeniería Industrial, métodos, tiempos y movimientos. Editorial Alfa Omega 9^a Edición, 2001.

- NIEBEL, BENJAMIN W. Manual de laboratorio Industrial para Ingeniería Industrial Estudio de Tiempos y Movimientos. Editorial Alfa Omega 9ª Edición, 2001.
- Ponce De León Carreto Rodrigo, 2003. Estudio de tiempos y estandarizaciones. Análisis, optimización y recomendación de mejoras para las operaciones realizadas en el área de gelatina de la planta CAPSUGEL, perteneciente al grupo PFIZER CONSUMER HEALTHCARE S. de R.L de C.V. (ver http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lii/ponce_d_r/).
- Quevedo Pérez Juan Ramón, 2000. Estudio de tiempos y movimientos. Estudio de tiempos en una empresa de producción de latas. **quevedo@aic.uniovi.es** . (ver <http://www.aic.uniovi.es/quevedo/>)
- SALVENDY, G. Biblioteca del Ingeniero Industrial, Volumen 2. Editorial Limusa, 1990.
- SANTINI VALENZUELA, JULISA Balanceo de la línea de producción mediante un estudio de tiempos en una empresa procesadora de alimentos, 2003. (ver http://catarina.udlap.mx:9090/u_dl_a/tales/).

ANEXOS

TABLA DE LA DISTRIBUCION t -Student

La tabla da áreas $1 - \alpha$ y valores $c = t_{1-\alpha, r}$, donde, $P[T \leq c] = 1 - \alpha$, y donde T tiene distribución t -Student con r grados de libertad..



	$1 - \alpha$							
r	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.975	0.99	0.995
1	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
40	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704
60	0.679	0.848	1.046	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	0.677	0.845	1.041	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
∞	0.674	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

ANEXO 1

**PORCENTAJE DE CALIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN
SISTEMA WESTINGHOUSE**

DESTREZA O HABILIDAD		
+0.15	A1	EXTREMA
+0.13	A2	EXTREMA
+0.11	B1	EXCELENTE
+0.08	B2	EXCELENTE
+0.06	C1	BUENA
+0.03	C2	BUENA
0.00	D	REGULAR
+0.05	E1	ACEPTABLE
-0.10	E2	ACEPTABLE
-0.16	F1	DEFICIENTE
-0.22	F2	DEFICIENTE

ESFUERZO O EMPEÑO		
+0.16	A1	EXCESIVO
+0.12	A2	EXCESIVO
+0.10	B1	EXCELENTE
+0.08	B2	EXCELENTE
+0.05	C1	BUENO
+0.02	C2	BUENO
0.00	D	REGULAR
-0.04	E1	ACEPTABLE
-0.08	E2	ACEPTABLE
-0.12	F1	DEFICIENTE
-0.17	F2	DEFICIENTE

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

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

EJEMPLO:

HABILIDAD B1 EXCELENTE -0.11

ESFUERZO E1 ACEPTABLE -0.04

CONDICIONES C BUENAS +0.02

CONSISTENCIA C BUENA +0.01

+0.10 = 10% + Ó

FACTOR DE LA ACTUACIÓN = 1 + Σ Calificaciones

ANEXO 2

Factor de Tolerancia.

TABLA DE TOLERANCIAS EDITADA POR LA OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO		
A. Tolerancias constantes:		%
1. Tolerancia personal		5
2. Tolerancia básica por fatiga		4
B. Tolerancias variables:		
1. Tolerancia por estar de pie		2
2. Tolerancia por posición no normal:		
a. Ligeramente molesta		0
b. Molesta (cuerpo encorvado)		2
c. Muy molesta (acostado extendido)		7
3. Empleo de fuerza o vigor muscular (para levantar, tirar de, empujar): peso levantado (kg y lb respectivamente)		
2.5; 5		0
5; 10		1
7.5; 15		2
10; 20		3
12.5; 25		4
15; 30		5
17.5; 35		7
20; 40		9
22.5; 45		11
25; 50		13
30; 60		17
35; 70		22
4. Alumbrado deficiente:		
a. Ligeramente inferior a lo recomendado		0
b. Muy inferior		2
c. Sumamente inadecuado		5
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad) variables		0-10
6. Atención estricta:		
a. Trabajo moderadamente fino		0
b. Trabajo fino o de gran cuidado		2
c. Trabajo muy fino o muy exacto		5
7. Nivel de ruido:		
a. Continuo		0
b. Intermitente-fuerte		2
c. Intermitente- muy fuerte		5
d. De alto volumen-fuerte		5
8. Esfuerzo mental:		
a. Proceso moderadamente complicado		1
b. Proceso complicado o que requiere alta atención		4
c. Muy complicado		8
9. Monotonía:		8
a. Escasa		0
b. Moderada		1
c. Excesiva		4
10. Tedio:		
a. Algo tedioso		0
b. Tedioso		2
c. Muy tedioso		5

ANEXO 3