



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
INGENIERÍA DE MÉTODOS

**DETERMINACIÓN DEL TIEMPO ESTÁNDAR DE LA ACTIVIDAD DE INYECTADO DE
CERA PARA LA FABRICACIÓN DE ANILLOS DE GRADOS EN EL TALLER DE
JOYERÍA DARHIAN C.A.**

Asesor:

MSc. Ing. Iván J. Turmero Astros

Integrantes:

Arzolay, Marien

Blanco, Alejandra

De Freitas, Guadalupe

Meléndez, Giolenny

Morales, Davey

CIUDAD GUAYANA, SEPTIEMBRE DE 2016

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: El Problema	3
1.1 Antecedentes	3
1.2 Planteamiento del Problema	3
1.3 Objetivos	4
Objetivo General	4
Objetivos Específicos	4
1.4 Delimitación	5
1.5 Limitaciones	5
1.6 Justificación	6
CAPÍTULO II: Marco Teórico	7
1.1 Inyectado de Cera	7
1.2 Medición del Trabajo	7
Etapas	8
Elementos	8
1.3 Estudio de Tiempos	9
Objetivos	9
Requerimientos	10
Procedimiento	10
Equipos utilizados para el estudio de tiempos	14
1.4 Método para Realizar Observaciones	16
Método de Observaciones Continuas	16
Método de Observación Vuelta Cero	17
Elementos	18
1.5 Tiempo Estándar	18
Propósito	19
Ventajas de la aplicación de tiempo estándar	19
Aplicaciones del tiempo estándar	20
Estándares para preparación de trabajo	21

	Ecuación para determinar el tiempo estándar.....	22
1.6	Métodos para Calcular el Tiempo Estándar.....	22
	Método Rango de Aceptación.....	23
	Método Estadístico	24
1.7	Calificación de la Velocidad	26
	Métodos.....	29
	Sistema Westinghouse	29
1.8	Tiempo Normal	30
	Cálculo de tiempo normal.....	31
1.9	Tolerancias	31
	Propósito	32
	Clasificación.....	32
	Asignación.....	33
	Normalización	36
	CAPÍTULO III: Marco Metodológico.....	38
1.1	Tipo de Estudio	38
1.2	Población y Muestra.....	39
1.3	Recursos.....	40
1.4	Técnicas de Recolección de Datos	41
1.5	Procedimiento Metodológico	42
	CAPÍTULO IV: Situación Actual	44
1.1	Seguimiento.....	44
1.2	Descripción del Método Actual.....	45
	CAPÍTULO V: Cálculo del Tiempo Estándar	46
	Procedimiento	46
	Análisis de los Resultados	57
	CONCLUSIONES.....	58
	RECOMENDACIONES.....	60
	BIBLIOGRAFÍA.....	61
	ANEXOS	62
	APÉNDICES.....	69

INTRODUCCIÓN

En el transcurso del tiempo la competitividad entre los talleres de fabricación de anillos de grado o empresas destinados a ello, ha obligado a los mismos a desarrollar un plan de mejoramiento en la realización de sus actividades, debido a que las exigencias por parte de los clientes son cada vez mas elevadas, para cumplir este propósito visualizan cuales son las herramientas que les permitan cumplir esas expectativas, con el fin de ofrecer una prestación de servicios eficiente al público en general.

Una de las herramientas que provee la ingeniería de métodos es la realización de un estudio de tiempo, el cual es aplicable a cualquier tipo de empresa con la finalidad de establecer un tiempo estándar para el proceso, actividad o tarea que se lleve a cabo. Aplicando las diversas técnicas de ingeniería de métodos, se logro recopilar la información necesaria, para sustentar y plantear nuevas mejoras al proceso.

Después de haber realizado un estudio de movimiento en donde se eliminaron aquellas actividades innecesarias, el estudio de tiempo es una actividad que permitirá establecer un estándar de tiempo permisible para realizar la actividad de tallado de cera con base en la medición del contenido de trabajo, considerando la fatiga, las demoras personales y los retrasos inevitables.

Es importante que en el taller de Joyería Darhian C.A se estandarice el tiempo de las operaciones, ya que esto permite generar una calidad estable en cada producto y un aumento en los volúmenes de producción.

En el desarrollo de la investigación se expondrá el proceso de estandarización de la actividad de tallado en cera en el taller de Joyería Darhian C.A para la fabricación de anillos de grado por ser la base del proceso y una de las que mas se repiten.

Aunado a esto, se resalta la importancia de la determinación del tiempo estándar puesto que permite que las empresas tengan un conocimiento amplio de sus

capacidades y limitaciones de producción, logrando así una mejor toma de decisiones para la mejora continua.

La práctica investigativa, esta estructurada de la siguiente manera:

Capítulo I El problema: se analiza el problema encontrado en el taller de joyería Darhian C.A, así como los antecedentes que causan dicho problema; también se establecen los objetivos generales y específicos de este estudio, la justificación de la investigación y su delimitación.

Capítulo II Marco teórico: se desarrollan los principios teóricos utilizados como instrumento y base para efectuar un estudio eficiente en la determinación del tiempo estándar.

Capítulo III Marco Metodológico: se explica la metodología elegida detallando el tipo de investigación, se especifica la población y muestra, también las técnicas e instrumentos para la obtención de datos, así como el procedimiento metodológico utilizado.

Capítulo IV Situación Actual: se describe la situación actual de la operación seleccionada, en este caso la actividad de tallado en cera para la elaboración de anillos de grado en el taller de Joyería Darhian C.A, detallando cada factor u elemento presente durante esta operación que influya en cálculo del tiempo estándar.

Capítulo V Cálculo del Tiempo Estándar: se desarrollan todos los cálculos necesarios para determinar el Tiempo Estándar (T.E), Tiempo Promedio Seleccionado (T.P.S) y el Tiempo Normal (T.N), además se realiza la calificación de la velocidad del operario en base al sistema Westinghouse y el cálculo por concepto de fatiga aplicando el método sistemático para la asignación de fatiga según la definición de la OIT.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

En este capítulo se describe y delimita el problema observado en el taller de Joyería Darhian C.A en el lapso de la investigación, así como también los antecedentes que ocasionan la problemática y además, establecer los objetivos generales y específicos.

1.1 Antecedentes

En el taller de Joyería Darhian C.A no se han realizado estudios que permitan determinar el tiempo estándar de fabricación de anillos de grado y de ningún otro tipo de anillo, esto trae como consecuencia el no conocer la capacidad productiva que se tiene, lo que genera problemas al asumir nuevos lotes de pedidos.

No tener tiempos preestablecido para cada operación en la elaboración de anillos de grado traerá consecuencias futuras a la hora de afrontar las actualizaciones del mercado con respecto a la relación de la calidad y la productividad del producto.

La estandarización de los tiempos en el proceso de fabricación ya mencionado, permitirá conocer el desempeño de los operarios que en ella participan, y a su vez realizar una mejor planificación de la producción que permita cumplir de manera eficiente con las demandas requeridas por los clientes, aumentando las ganancias de la compañía al reducir los costos de producción por concepto de la optimización del tiempo.

1.2 Planteamiento del Problema

El proceso de producción no está estandarizado, ninguna de las operaciones que se realizan en el proceso cuentan con un tiempo preestablecido que

garanticen la utilización del recurso tiempo de manera eficiente y a su vez que permita el cumplimiento de las demandas en los períodos determinados. Esto lleva a la empresa y su directiva a organizar su planificación productiva en base a estimados, lo cual puede traer como consecuencia un bajo rendimiento en las operaciones por no tener un ritmo de trabajo establecido y además, costos adicionales. La falta de estandarización de los tiempos de fabricación evita tener cálculo certero de las ganancias a corto, mediano y largo plazo que generara su flujo productivo.

En pro de la optimización del proceso se ha decidido realizar un estudio de tiempo a la actividad de inyectado de cera para la fabricación de anillos de grado, ya que esta operación es una de las más repetitivas y base fundamental del proceso en general, debido a que las operaciones que la proceden dependen de ella.

1.3 Objetivos

- **Objetivo General**

Determinar el tiempo estándar de la actividad de inyectado de cera del proceso de fabricación de anillos de grado en el taller de Joyería Darhian C.A.

- **Objetivos Específicos**

1. Describir la actividad a estandarizar.
2. Determinar la confiabilidad del tamaño de la muestra.
3. Vaciar la información en el formato.
4. Determinar el tiempo promedio seleccionado (TPS).
5. Calcular la clasificación de velocidad (Cv).
6. Determinar el tiempo normal (TN).

7. Asignar tolerancias (fatiga, necesidades personales).
8. Cálculo del tiempo estándar.

1.4 Delimitación

El taller Joyería Darhian C.A, en su proceso productivo de anillos de grado comprende un conjunto secuencial de operaciones indispensables, para efectos de este estudio de tiempo se ha seleccionado la operación de inyectado de cera. Basados en la aplicación de ingeniería de métodos se establecerá el tiempo estándar de la operación antes mencionada.

1.5 Limitaciones

Estudiando el método de trabajo del taller, surgieron las siguientes limitaciones:

- El taller de Joyerías Darhian C.A no posee datos históricos, ya que nunca se han efectuado un estudio de tiempo que permitan realizar una comparación entre el tiempo estándar calculado y dicha referencia histórica.
- Las visitas estuvieron limitadas por la poca disponibilidad del horario de la empresa para visitantes.
- El taller no cuenta con manuales de operación, ni de maquinarias que intervienen en el proceso.
- Los tiempos de preparación inicial y final no están estandarizados por lo cual se tuvo que hacer un estimado durante las visitas.

1.6 Justificación

Toda empresa u organización necesita determinar la optimización de sus procesos, por lo que es necesario evaluar los problemas que se presentan y posibles fallas que lo generan, para buscar una solución y así poder garantizar una mejora en su ritmo de producción y deficiencias, a través de un estudio de movimientos y tiempos.

La práctica se realiza con el fin de mejorar el proceso de fabricación de anillos de grado, brindando la información necesaria para cumplir con dicho objetivo. Así mismo, es necesario determinar el tiempo de ejecución de la operación de inyectado de cera por ser una de las actividades más repetitivas y la base del proceso. Evidentemente se estudiará la alternativa de mejorar las deficiencias que se puedan estar presentando de acuerdo con los resultados obtenidos, por ende será posible mejorar la efectividad y productividad del proceso, gracias al uso de herramientas de ingeniería de métodos, logrando así evitar pérdidas de tiempo y mejorar la calidad en los anillos de grado.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

El presente capítulo muestra de manera global algunos conceptos que serán utilizados de manera recurrente durante el desarrollo del análisis operacional del proceso de fabricación de anillos de grado en el taller de Joyería Darhian C.A.

1.1 Inyectado de Cera

Esta primera fase consiste en la utilización de una máquina inyectora que trabaja la cera derretida a una presión de 30 kg/cm^2 y una temperatura de 160 grados Fahrenheit. La cera debe ser inyectada dentro de un troquel de bronce, alúmina, acrílico, entre otros, por medio de dicha inyectora de cera con el fin de obtener una réplica del molde. Una vez que la cera ha sido inyectada dentro del molde debe dejarse allí durante un tiempo de 4 a 5 minutos, y a continuación se retira con cuidado. El proceso debe ser repetido cuantas veces sea necesario para obtener la cantidad de duplicados necesaria. Este es un método económicamente viable para la elaboración de anillos.

1.2 Medición del Trabajo

La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea específica efectuándola según una norma establecida. De la anterior definición es importante centrarse en el término "Técnicas", porque tal como se puede inferir no es solo una, y el estudio de tiempos es una de ellas.

- Etapas

Las etapas necesarias para efectuar sistemáticamente la medición del trabajo, deberán seguirse en su totalidad cuando el propósito de la medición sea establecer tiempos estándares. Las etapas son las siguientes:

- Seleccionar: el trabajo que va a ser objeto de estudio.
- Registrar: todos los datos relativos a las circunstancias en que se realiza el trabajo, a los métodos y a los elementos de actividad que suponen.
- Examinar: los datos registrados y el detalle de los elementos con sentido crítico para verificar si se utilizan los métodos y movimientos más eficaces, y separar los elementos improductivos o extraños de los productivos.
- Medir: la cantidad de trabajo de cada elemento, expresándola en tiempo, mediante la técnica más apropiada de medición del trabajo.
- Compilar: el tiempo estándar de la operación previendo, en caso de estudio de tiempos con cronómetro, suplementos para breves descansos, necesidades personales, etc.
- Definir: con precisión la serie de actividades y el método de operación a los que corresponde el tiempo computado y notificar que ese será el tiempo estándar para las actividades y métodos especificados.

- Elementos

- Selección del operario.
- Análisis de trabajo.

- Descomposición del trabajo en elementos.
- Registro de los valores.
- Calificar al operario (cualitativa o cuantitativamente) en la actuación.
- Asignación de las tolerancias, concesiones o suplementos.
- Ejecución del estudio.

1.3 Estudio de Tiempos

El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar el tiempo de trabajo correspondiente a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y de esta manera analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea tomando en cuenta normas de ejecución preestablecida además de tener en consideración la fatiga, las demoras personales y los retrasos inevitables.

- Objetivos
 - Conservar los recursos y minimizar los costos.
 - Minimizar el tiempo requerido para la realización de trabajos.
 - Efectuar la producción sin perder de vista la disponibilidad de recursos energéticos o de la energía.
 - Proporcionar un producto que sea cada vez mejor.

- Requerimientos

- Para obtener un estándar es necesario que el operario domine a la perfección la técnica de la labor que se va a estudiar.
- El método a estudiar debe haberse estandarizado.
- El operador debe saber que está siendo evaluado, así como su supervisor y los representantes del sindicato.
- El analista debe estar capacitado y debe contar con todas las herramientas necesarias para realizar la evaluación.
- El equipamiento del analista debe comprender al menos un cronómetro, una planilla o formato pre impreso y una calculadora. Elementos complementarios que permiten un mejor análisis son la filmadora, la grabadora y en lo posible un cronómetro electrónico y una computadora personal.
- La actitud del operador y del analista debe ser tranquila y el segundo no deberá ejercer presiones sobre el primero.

- Procedimiento

Para llevar a cabo un estudio de tiempos, es necesario que el analista tenga la experiencia y conocimientos necesarios y que comprenda una serie de elementos que a continuación se describen para llevar a cabo dicho estudio.

1. *Selección de la operación:* cuál 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:

- El orden de las operaciones según se presentan en el proceso.

- 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:

$$\text{Costo anual de operación} = (\text{actividad anual}) (\text{tiempo de operación}) (\text{salario horario})$$

- Según necesidades específicas.

2. *Selección del operador:* al elegir al operador se deben considerar los siguientes puntos:

- Actitud y aptitud del operador.
- Habilidad, deseo de cooperación, temperamento, experiencia.
- Elegir a un operario promedio, es decir, un operario que no haga la operación ni de una manera rápida ni de una manera lenta.
- 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 operador.
- No debe discutirse con el operador ni criticar su trabajo, sino pedir su colaboración y participación.
- Es recomendable comunicar al sindicato la realización del estudio de tiempos.
- El operario espera ser tratado como un ser humano y en general responderá favorablemente si se le trata bien.

3. *Análisis de comprobación del método de trabajo:* nunca debe cronometrar una operación que no haya sido estandarizada. 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.
4. *Posición del observador:* el observador debe estar de pie, no sentado, unos cuantos pies hacia atrás del operario para no distraerlo o interferir con su trabajo. Los observadores de pie se pueden mover con mayor facilidad y seguir los movimientos de las manos del 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.
5. *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 se puede escribir la descripción de los elementos mientras se realiza el estudio. Si es posible, es mejor que se determine los elementos de la operación antes de iniciar el estudio. Éstos deben separarse en divisiones tan finas como sea posible, pero

no tan pequeñas que sacrifique la exactitud de las lecturas. A continuación se presentan algunas sugerencias adicionales que ayudan a desglosar los elementos:

- Separar los elementos constantes (aquellos para los que el tiempo no varía dentro de un intervalo específico de trabajo), y los elementos variables (aquellos para los que el tiempo varía dentro de un intervalo específico).
- Mantener separados los elementos manuales y los de máquina, ya que las calificaciones afectan menos a los tiempos de las máquinas.
- Cuando se repite un elemento, no se incluye otra vez la descripción confiable y de alta calidad.

6. *Obtener y registrar toda la información concerniente a la operación:* es importante que el analista registre toda la información obtenida mediante observación directa, en previsión de que sea menester 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.

7. *Se valora el ritmo normal del operador promedio.*

8. *Se aplican las técnicas de valoración.*

9. *Se calcula el tiempo estándar o valorado.*

- Equipos utilizados para el estudio de tiempos

1. *Cronómetro:* es un reloj de precisión que se emplea para medir fracciones de tiempo muy pequeñas. A diferencia de los relojes convencionales que se utilizan para medir los minutos y las horas que rigen el tiempo cotidiano, los cronómetros suelen usarse en competencias deportivas y en la industria para tener un registro de fracciones temporales más breves, como milésimas de segundo.

Por lo general, el cronómetro empieza a funcionar cuando el usuario pulsa un botón. El mecanismo, de esta manera, comienza a contar desde cero. Cuando dicho botón vuelve a ser pulsado, el cronómetro se detiene, mostrando con exactitud el tiempo transcurrido.

Hay diversos tipos de cronómetros, sin embargo para esta investigación el cronómetro implementado es del tipo electrónico. El cronómetro electrónico permite estudios acumulativos y de regreso rápido; en ambos casos puede ser registrada una lectura digital detenida. Cuando está en el modo acumulativo, el cronómetro acumula el tiempo y muestra el transcurrido desde el comienzo del primer evento. Al término de cada suceso, presionando el botón de lectura se proporciona una lectura numérica mientras el instrumento continúa acumulando el tiempo. Al final del siguiente elemento, presionando otra vez el botón de lectura, se presenta una lectura detenida del tiempo total acumulado hasta ese momento.

2. *Tablero:* es sencillamente un tablero liso, generalmente de madera contrachapada o de un material plástico apropiado, donde se fijan los

formularios para anotar las observaciones. Deberá ser rígido y de un tamaño mayor que el más grande de los formularios que se utilicen. Puede tener un dispositivo para sujetar el cronómetro, de modo que el especialista quede con las manos relativamente libres y vea fácilmente el cronómetro. Las personas que no son zurdas colocan habitualmente el cronómetro en la parte superior derecha del tablero, que descansa en el antebrazo izquierdo, con el borde inferior contra el cuerpo, y el índice o el mayor de la mano izquierda listos para oprimir la corona cuando haya que ajustar el cronómetro. También se debe fijar al tablero una pinza para papeles que sostenga los formularios donde se hagan los apuntes.

3. *Formas Impresas*: los apuntes se pueden tomar en hojas en blanco, pero hay que trazar entonces los renglones cada vez. Mucho más cómodo es emplear formularios impresos, todos del mismo formato, lo que además permite colocarlos en ficheros fáciles de consultar después, como lo exige un estudio de tiempos bien hecho. Por otra parte los formularios impresos (o policopiados) prácticamente obligan a seguir cierto método y no dejan, pues, omitir ningún dato esencial. Los principales modelos caen en dos categorías: los que se utilizan mientras se hacen las observaciones, de modo que deben de tener un formato adaptado al del tablero, y los que sirven después, en la oficina, cuando se han reunido ya los datos. Descripción de alguno de los formularios o formatos:

- Hoja de trabajo, para analizar los datos anotados durante el estudio y hallar tiempos representativos de cada elemento de la operación.
- Hojas de resumen del estudio, donde se transcriben los tiempos, seleccionados o deducidos, de todos los elementos, con indicaciones de su respectiva frecuencia. Como su nombre

lo indica, esta hoja permite resumir claramente los apuntes tomados.

- Hoja de análisis de los estudios, donde se transcriben, a partir de las hojas de resumen, los datos de todos los estudios efectuados sobre la operación del caso, independientemente de sus autores o del momento en que se hicieron. Esta es la hoja que sirve para computar es definitiva los tiempos básicos de los respectivos elementos de la operación.
- Los suplementos por descanso a menudo también se registran en una hoja especial.

1.4 Método para Realizar Observaciones

Existen dos métodos básicos para tomar los tiempos con los que se van a trabajar, el continuo y el de regresos a cero o también llamado vuelta a cero.

- **Método de Observaciones Continuas**

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

Ventajas:

- 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:

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

- Método de Observación Vuelta Cero

En el método de vuelta cero, el cronómetro se lee a la terminación de cada elemento, y luego se regresa a cero de inmediato. Al iniciarse el siguiente elemento el cronómetro parte de cero. El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronómetro al finalizar este elemento y se regresa a cero otra vez, y así sucesivamente durante todo el estudio.

Ventajas:

- 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:

- 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.
- Elementos
 - Repetitivos.
 - Casuales.
 - Constantes.
 - Variables.
 - Manuales.
 - Mecánicos.
 - Dominantes
 - Extraños

1.5 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 el tiempo asignado a todos los elementos comprendidos en el estándar de tiempo.

- Propósito

1. Base para el pago de incentivos.
2. Denominador común para la comparación de diversos métodos.
3. Medio para asegurar una distribución del espacio disponible.
4. Medio para determinar la capacidad de la planta.
5. Base para la compra de un nuevo equipo.
6. Base para equilibrar la fuerza laboral con el trabajo disponible.
7. Mejoramiento del control de producción.
8. Control exacto y determinación del costo de mano de obra.
9. Base para primas y bonificaciones.
10. Base para un control presupuestal.
11. Cumplimiento de las normas de calidad.
12. Simplificación de los problemas de dirección de la empresa.
13. Mejoramiento de los servicios a los consumidores.
14. Elaboración de planes de mantenimiento.

- Ventajas de la aplicación de tiempo estándar

- 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.

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

- 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.
- 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.
- 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.

- Estándares para preparación de trabajo

El analista emplea un procedimiento idéntico al que será descrito, al establecer estándares para producción. Debe cerciorarse de que se utilizan los mejores métodos de preparación y que se ha adoptado un procedimiento estandarizado.

- Marcar la iniciación del trabajo.
- Sacar las herramientas del almacén.
- Recoger planos y dibujos con el despachador.
- Preparar la máquina.
- Marcar la terminación del trabajo.
- Desmontar las herramientas de la máquina.
- Entregar las herramientas al almacén.

- Ecuación para determinar el tiempo estándar

$$TE = TPS * Cv * \sum Tolerancias$$

Dónde:

- TPS: Es el tiempo promedio seleccionado y se calcula mediante la aplicación de la media (\bar{X}).
- Cv: Es la calificación de la velocidad del operario y se determina aplicando el método de Westinghouse. La fórmula para calcular el cv es el siguiente:

$$Cv = 1 \pm v$$

El factor **(TPS*Cv)** 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.

- \sum Tolerancias: La sumatoria de las tolerancias se obtiene de las fijas más las variables, ya normalizadas.

1.6 Métodos para Calcular el Tiempo Estándar

El tiempo estándar se determina sumando el tiempo asignado a todos los elementos comprendidos en el estudio de tiempos. Los tiempos elementales o asignados se evalúan multiplicando el tiempo elemental medio transcurrido, por un factor de conversión. A continuación se describen tres métodos diferentes para determinar el tiempo estándar:

- Método General Electric

Consiste en definir un número de muestras u observaciones a realizar mediante un tiempo de duración de la actividad ya definida. Dentro de las desventajas del método se tiene que no permite evaluar la consistencia del trabajo, además deben existir estudios de tiempos previos.

Tabla 1. Observaciones a realizar por tiempo de ciclo.

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

- Método Rango de Aceptación

Se especifica el intervalo de confianza (I) en función de la precisión del estimador (k) y la media de la muestra (\bar{x}), este intervalo indica el error de muestreo, es decir, cuanto puede ser la desviación del valor estimado. En este caso, se fija la precisión $k = 10\%$ y un coeficiente $(c) = 90\%$, exigiéndose entonces que el 90% de los valores registrados se encuentren dentro del intervalo de confianza. Por tanto, las lecturas que no se encuentren dentro de este rango no se consideran representativas, por lo que no se toman para el estudio. Es necesario establecer nuevos valores.

Se trabaja con t-Student para calcular el intervalo predefinido:

$$LC = I = \bar{X} + \frac{tc * S}{\sqrt{n}}$$

OPERACIÓN	M	LM	Lm	Δ	RANGO	M	tc, M-1	IM	I	\bar{X}

$$\Delta = 0.5 * \left[\left| \bar{X} - LM \right| + \left| \bar{X} - Lm \right| \right] \Rightarrow \text{RANGO DE ACEPTACIÓN} = \begin{cases} \bar{X} + \Delta \\ \bar{X} - \Delta \end{cases}$$

Donde :
M = Número de observaciones realizadas
LM = Lectura mayor
Lm = Lectura menor
 Δ = Delta (variación)
IM = Intervalo de la muestra
I = Intervalo predefinido
 \bar{X} = T.P.S.

- Método Estadístico

Para efecto de esta investigación, es el método utilizado.

- Distribución t-Student: es una distribución simétrica con media igual a cero (0), su gráfica es similar a la Distribución Normal Estándar.

La distribución t-Student depende de un parámetro llamado grados de libertad, están dados por $n - 1$, donde: “n” representa el tamaño de la muestra.

En la distribución t, el intervalo de confianza permite determinar la exactitud, la cual, de acuerdo al uso final de los

resultados puede establecerse del 3% al 10%, la cual se denota con la letra K.

- Procedimiento para determinar el tamaño de la muestra: para determinar el tamaño de muestra adecuado para satisfacer el coeficiente de confianza determinado en dicho estudio, se deben seguir los siguientes pasos:
 1. Determinar el coeficiente de confianza (c): este coeficiente se elige mediante el conocimiento que se tenga del proceso, si no se tiene mucho conocimiento se utiliza (90% ó 95%).
 2. Definir el intervalo de confianza (I): Se determina la probabilidad de la t-Student (tc), obteniendo su valor de las tablas t-Student con los grados de libertad y el coeficiente de confianza, tc (c,v).

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

Dónde:

\bar{X} : es la media de las lecturas.

S: es la desviación estándar de las lecturas.

N: es el número de lecturas.

3. Determinar la desviación estándar de la muestra (S):

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

Donde T son los tiempos.

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

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

5. Criterio de Decisión:

- ✓ Si el intervalo de la muestra (Im) es (menor o igual) al intervalo de confianza (I) se acepta la cantidad de lecturas.
- ✓ Si el intervalo de la muestra (Im) es (mayor) al intervalo de confianza (I) se rechaza y se recalcula el tamaño de n.

Nuevo tamaño de la muestra (N'):

$$N' = \frac{4 \cdot tc^2 \cdot S^2}{I^2}$$

$$\therefore N = N' - n$$

Donde N serán las lecturas adicionales que se deben realizar para satisfacer el coeficiente de confianza establecido.

1.7 Calificación de la 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.

Al calificar por velocidad, 100 % generalmente se considera ritmo normal. De manera que una calificación de 110% indicaría que el operario actúa a una velocidad 10 % mayor que la normal, y una calificación del 90 %, significa que actúa con una velocidad de 90% de la normal.

Con el procedimiento de calificación por velocidad, el analista realiza en primer lugar una estimación acerca de la actuación, a fin de averiguar si está por encima o por debajo de su concepto de lo normal. Luego formula un segundo juicio tratando de ubicar la actuación en el sitio preciso de escala, que dé la evaluación correcta de la diferencia numérica entre la actuación estándar y la que se estudia.

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 ± 5 % se debe mejorar o sustituir. Debe ser simple, conciso, de fácil explicación y con puntos de referencias bien establecidos.

La fórmula para calcular la clasificación de la velocidad es la siguiente:

$$Cv = 1 \pm C$$

Dónde:

Cv: Es la calificación de la velocidad.

c: Factor de calificación.

A continuación se presenta detalladamente la escala que se utiliza para realizar la evaluación o calificación por velocidad:

ESCALA	DESCRIPCIÓN DE DESEMPEÑO	VELOCIDAD DE MARCHA
50%	Muy lento, movimientos torpes e inseguros, el operario parece medio dormido y sin interés al trabajo.	3.2 Km./hr.
75%	Ritmo constante, sin prisa como de obrero no pagado a destajo pero vigilado, parece lento pero no pierde el tiempo adrede mientras lo observa.	4.8 Km./hr.
100%	Ritmo normal, activo como de obrero calificado a destajo logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.	6.4 Km. / hr.
125%	Ritmo muy rápido, el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos muy por encima del obrero calificado.	8.0 Km. /hr.
150%	Ritmo excepcional rápido concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar largos periodos.	9.6 Km. / hr.

- Métodos

- Sistema Westinghouse.
- Sistema Westinghouse Modificado.
- Calificación sistemática.
- Calificación por velocidad.
- Calificación objetiva.

En esta práctica trabajaremos con el Sistema Westinghouse para el cálculo de la calificación de la velocidad.

- Sistema Westinghouse

Consiste en evaluar de manera visual y objetiva, como es la actitud y la aptitud del operario en la realización de sus actividades permitiendo obtener valores objetivos o reales de la actuación del operario, cada factor tiene una clase, un rango y una categoría determinando así a través de una suma algebraica que permitirá obtener el valor de **cv**. En este método se consideran cuatro factores al evaluar la actuación del operario, que son la habilidad, esfuerzo o empeño, condiciones y consistencia, mediante una serie de tablas tabuladas. Estos factores pueden definirse como:

- Habilidad: pericia en seguir un método, se determina por su experiencia y sus aptitudes inherentes como coordinación natural y ritmo de trabajo, aumenta con el tiempo. El observador debe de evaluar y calificar dentro de seis (6) clases la habilidad desplegada por el operario: habilísimo, excelente, bueno, medio, regular y malo. Luego, esta clasificación de la habilidad se traduce a su equivalencia porcentual, que va de 15% a -22%.

- Esfuerzo: demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia, rapidez con que se aplica la habilidad, está bajo el control del operario.
- Condiciones: son aquellas que afectan al operario y no a la operación, los elementos que incluyen son: ruido, temperatura, ventilación e iluminación.
- Consistencia: se evalúa mientras se realiza el estudio, al final, los valores elementales que se repiten constantemente tendrán una consistencia perfecta.

1.8 Tiempo Normal

Es 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.

- 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 de los siguientes procedimientos:

- Por fórmulas estadísticas.
- Por medio del ábaco de Lifson.
- Por medio del criterio de las tablas Westinghouse.
- Por medio del criterio de la General Electric.

Estos procedimientos se aplican cuando se pueden realizar gran número de observaciones, pues cuando el número de éstas es limitado y pequeño, se utiliza para el cálculo del tiempo normal representativo la medida aritmética de las mediciones efectuadas.

$$TN = TPS * Cv$$

Donde: $c_v = 1 \pm c$: calificación de la velocidad

1.9 Tolerancias

La Tolerancia corresponde a un porcentaje de tiempo que se agrega al Tiempo Normal para que el operario medio se recupere de la fatiga ocasionada por el

trabajo y para atender necesidades personales, y alcance el estándar cuando trabaja a ritmo Normal; así como también, permiten que también se incluya tiempo debido a otras interrupciones no imputables al operario.

- Propósito

Agregar un tiempo suficiente al Tiempo de Producción Normal que permita al operario de tipo medio cumplir con el estándar a ritmo normal. Se expresa como un multiplicador, de modo que el tiempo normal, que consiste en elementos de trabajo productivo, se pueda ajustar fácilmente al tiempo de margen.

Existen dos métodos utilizados frecuentemente para el desarrollo de datos de tolerancia estándar. El primero es el que consiste en un estudio de la producción que requiere que un observador estudie dos o quizá tres operaciones durante un largo periodo. La segunda técnica para establecer un porcentaje de tolerancia es mediante estudios de muestreo del trabajo. El observador debe tener cuidado de no anticipar sus observaciones, y solo anotará lo que realmente sucede.

Si las tolerancias son demasiadas altas los Costos de Producción se incrementan indebidamente y si los márgenes fueran bajos, resultarán estándares muy estrechos que causarán difíciles relaciones laborales y el fracaso eventual del sistema.

- Clasificación

Las tolerancias se pueden clasificar en fijas o variables.

- Las fijas van a estar comprendidas entre merienda, almuerzos, tiempo total del ciclo, orden y limpieza, entre otras.
- Las variables están comprendidas entre fatiga y necesidades personales.

Tolerancias aplicables al tiempo de ciclo:

- * Necesidades Personales.
- * Limpieza de la estación de trabajo.
- * Mantenimiento de la máquina.

Tolerancias aplicables al tiempo de maquinado:

- * Tiempo para mantenimiento de las herramientas.
- * Tiempo para cubrir variaciones de potencia.

Tolerancias aplicables al tiempo de trabajo:

- * Fatiga.
- * Demoras inevitables.

- Asignación

- Necesidades personales: incluyen a todas aquellas interrupciones en el trabajo necesarias para la comodidad o bienestar del empleado. Esto comprenderá las idas a tomar agua y a los sanitarios. Las condiciones generales en que se trabaja y la clase de trabajo que se desempeña, influirán en el tiempo correspondiente a retrasos personales.

De ahí que condiciones de trabajo que implica gran esfuerzo en ambientes de alta temperatura. El tiempo por retrasos personales dependerá naturalmente de la clase de persona y de la clase de trabajo.

- Fatiga: estrechamente ligada a la tolerancia por retrasos personales, está el margen por fatiga. Sentimiento de cansancio dado por el cambio fisiológico en el cuerpo humano, disminuyendo así la capacidad para trabajar. Tiene un componente físico y otro psicológico o una combinación.

Los factores más importantes que afectan la fatiga son bien conocidos y se han establecido claramente. Algunos de ellos son:

➤ Condiciones de trabajo

- Luz.
- Humedad.
- Temperatura.
- Frescura del aire.
- Color de local y de sus alrededores.
- Ruido.

➤ Repetitividad del trabajo

- Concentración necesaria para ejecutar la tarea.
- Monotonía de movimientos corporales semejantes.
- La posición que debe asumir el trabajador o empleado para ejecutar la operación.
- Cansancio muscular debido a la distensión de músculos.

➤ Estado general de salud del trabajador, físico y mental

- Estaturas.
- Dietas.
- Descanso.
- Estabilidad emotiva.
- Condiciones domésticas.

- Suplementos Variables: se añaden cuando las condiciones de trabajo difieren mucho de las indicadas, por ejemplo cuando las condiciones ambientales son malas no pueden ser mejoradas, cuando aumentan el

esfuerzo y la tensión para ejecutar determinada tarea.

- 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.
 - 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 o 15 minutos a media mañana y a media tarde, a menudo dando la posibilidad de tomar café, té o refrescos y un refrigerio, y que se deje al trabajador que utilice como le parezca el resto del tiempo de descanso previsto. Es recomendable analizar si es prudente establecer pausas o si se deben dejar que sucedan fortuitamente.
 - Importancia de los periodos de descanso:
 1. Atenúan las fluctuaciones de rendimiento del trabajador a lo largo del día y contribuyen a estabilizarlo más cerca del nivel óptimo.
 2. Rompen la monotonía de la jornada.
 3. Ofrecen a los trabajadores la posibilidad de reponerse de la fatiga y atender sus necesidades personales.
 4. Reducen las interrupciones del trabajo efectuadas por los interesados durante las horas de trabajo.
- Suplementos por Contingencia: es el pequeño margen que se incluye en el tiempo estándar para prever demoras que no se puedan medir exactamente porque aparecen sin frecuencia ni regularidad.

- Suplementos por Políticas de la Empresa: es un tiempo que dispone la empresa para darle charlas a sus trabajadores, capacitarlos de una mejor manera, entre otras cosas 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. Tales suplementos pueden ser permanentes o pasajeros, los que se deberá especificar. Dentro de lo posible se deberían determinar mediante un estudio de tiempo. También se incluyen los suplementos por montaje, el suplemento por desmontaje, el suplemento por rechazo, el suplemento por aprendizaje o por formación.
- Normalización

Después de haber calculado el tiempo normal, llamado algunas veces tiempo “nominal”, hay que dar un paso más para llegar a un estándar justo. Este último paso consiste en la adición de un margen o tolerancia al tener en cuenta las numerosas interrupciones, retrasos y disminución del ritmo de trabajo producido por la fatiga inherente a todo trabajo. En general, las tolerancias se aplican para cubrir tres amplias áreas, que son las demoras personales, la fatiga y los retrasos inevitables.

Deducir de la Jornada de Trabajo y los tiempos por concepto de suplementos o las tolerancias fijas (tiempo preparación, meriendas, almuerzos, entre otros), se calcula la jornada efectiva de trabajo mediante:

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

Luego de haber calculado la JET, se pasa a normalizar las tolerancias variables mediante una regla de tres:

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

$$\text{X} = \frac{\text{TN} * (\text{Fatiga} + \text{Necesidades Personales})}{\text{JET} - (\text{Fatiga} + \text{Necesidades Personales})}$$

Siendo X, el valor de las tolerancias variables normalizadas.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

En el siguiente capítulo se describen a fondo, todas y cada una de las herramientas utilizadas en este período investigativo, como el tipo de estudio, descripción de la población y muestra, los diferentes recursos e instrumentos utilizados, las técnicas que se llevaron a cabo para recolectar los datos y para finalizar, el procedimiento metodológico.

1.1 Tipo de Estudio

El estudio se enmarcó dentro de la modalidad de investigación por muestras con diseño no experimental en donde de acuerdo con los objetivos y características, se implementó la investigación de campo, descriptiva y empírica.

- Investigación por muestras con diseño no experimental: las investigaciones por muestras con diseño no experimental suponen la comprobación empírica de un conjunto de operaciones, las cuales se desprenden de los objetivos de la investigación.

Las preguntas de investigación serán respondidas con los resultados que produce la investigación, en este grupo cabe señalar las investigaciones de campo, descriptiva y empírica.

1. De campo: se realizan observando la información estudiada en su ambiente natural, permite investigar las prácticas, comportamientos, creencias y aptitudes de individuos o grupos tal y como se presentan en la vida real.

2. Descriptiva: describir, registrar, analizar e interpretar la naturaleza actual, la composición o los procesos de los fenómenos para presentar una interpretación correcta.
3. Empírica: se investigan hechos producto de la experiencia directa, no manipulados.
4. Aplicada: mejorar un proceso o producto. El propósito de esta investigación busca terminar con el problema, es decir, los resultados contribuidos por la investigación aportan técnicas y estrategias para enfrentar y solucionar el problema.
5. Evaluativa: se entiende como la actividad realizada con el propósito de apreciar la mayor o menor efectividad de un proceso, en cuanto al cumplimiento de los objetivos, en correspondencia con el contexto en el cual el evento ocurre. La presente investigación se realizó con el fin de recolectar y analizar información, con el objetivo de descubrir la realidad y emitir juicios para determinar la acción a seguir con respecto al contexto en que se desarrolla el proceso de fabricación de engranajes.
6. Encuestas: cuando los datos de la investigación proceden de las manifestaciones verbales o escritas de los sujetos observados.

1.2 Población y Muestra

- Población:

En alguna época el término población se refería a observaciones que se obtenían de estudios estadísticos aplicados a personas. En la actualidad el estadístico utiliza la palabra para referirse a observaciones sobre cualquier cuestión de interés, ya sea de grupos de personas, de animales o de todos los resultados posibles de algún complicado sistema biológico o de ingeniería.

Una población es el conjunto total de individuos, objetos o medidas que poseen algunas características comunes observables en un lugar y en un momento determinado.

En este caso, la población son el conjunto de productos fabricados en el taller, la variedad de piezas que se pueden fabricar son las siguientes:

1. Anillos de grado
2. Anillos de caballero
3. Anillos de dama
4. Anillos de compromiso
5. Anillos de matrimonio
6. Dijes
7. Placas
8. Pulseras
9. Esclavas
10. Cadenas
11. Zarcillos
12. Argollas, entre otros.

- **Muestra:**

Parte o cantidad pequeña de una población considerada la más representativa del grupo al que pertenece.

La muestra seleccionada son los anillos de grado, por ser uno de los productos más vendidos.

1.3 Recursos

Para la recolección de datos, se utilizaron los siguientes recursos:

- **Físicos:**
Papel

Lápiz

Tablet

Computadora

Dinero

Pendrive (USB)

Teléfono Celular

-Cámara

-Grabadora

Cronómetro

Formatos

Tabla de Westinghouse

Tabla t-student

Calculadora

Hoja de Concesiones por Fatiga

- Humanos:

Gerente de producción encargado de explicar el proceso de fabricación, y al operario 1 encargado de realizar la actividad de inyectado de cera.

1.4 Técnicas de Recolección de Datos

Para efectos de esta práctica de investigación, se utilizaron técnicas apropiadas para la obtención de información y recolección de datos, las cuales resultaron de gran ayuda para alcanzar los objetivos propuestos para dicha práctica.

- Observación Directa: se efectuó con el fin de identificar todos los elementos que perjudican la eficiencia de los operarios, de esta manera se pudo constatar la forma de trabajo de cada uno de los operarios, así como las fallas y condiciones de trabajo a los cuales están arriesgados. De tal manera se pudo evidenciar un flujo abundante de información vinculada con el problema.
- Revisión de Documental: son todas aquellas herramientas que pueden ser usadas con el fin de observar y desarrollar ideas para verificar o poner en evidencia el proceso realizado, y así tener disposición la información veraz y precisa.
- Entrevista no estructurada: la técnica empleada durante el recorrido (dirigido por el gerente de producción del taller), proporcionó información referente al proceso de fabricación de anillos de grado, donde fueron surgiendo dudas en las diferentes etapas de dicho proceso, las cuales fueron aclaradas para luego realizar una revisión de los datos obtenidos.
- Cronometraje: consiste en la determinación del tiempo a emplear para la realización de una tarea a la actividad normal o exigible, mediante su observación y su valoración con el uso de un cronómetro.

1.5 Procedimiento Metodológico

Para la realización de esta práctica visitamos el taller de Joyería Darhian con la finalidad de hacer el respectivo seguimiento para poder realizar el estudio de tiempos y por ende, desarrollar un plan de trabajo donde se describan los pasos realizados.

1. Visita del taller de Joyería Darhian C.A para observar directamente el rendimiento del operario durante la fabricación de anillos de grado.

2. Selección de la operación a estudiar.
3. Selección del operario a evaluar.
4. Determinación del tamaño de la muestra.
5. Recolección de muestras (Cronometraje).
6. Cálculo de tiempo promedio seleccionado de la operación en estudio.
7. Determinación de la clasificación de la velocidad (Cv) mediante el método Westinghouse.
8. Determinación del tiempo normal (TN).
9. Asignación de las tolerancias (fatiga, necesidades personales)
10. Normalización de las tolerancias
11. Cálculo de tiempo estándar (TE).
12. Análisis de los resultados.

CAPÍTULO IV

SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo se explica las condiciones de la situación actual en que se encuentra el taller de Joyería Darhian C.A., como la selección del seguimiento de la actividad a estudiar y la descripción del método actual con respecto al tiempo estándar.

1.1 Seguimiento

En el taller de Joyería Darhian C.A, se ha detectado que la operación de tallado en cera es la más adecuada para realizar el estudio de tiempos, a continuación se presenta la descripción de dicha actividad:

Esta operación se realiza una vez buscado los moldes, gomas y troqueles indicados en la hoja de especificaciones que se le hizo entrega al primer operario (la cerista), el objetivo de dicha operación es obtener réplicas en cera de los diseños impresos en los moldes, gomas y troqueles antes mencionados.

Luego de esto, en el área de tallado en cera donde se encuentra una máquina inyectora (VER APÉNDICE 1) que trabaja a una temperatura de 160°F y presión $30 \frac{kg}{cm^2}$, es tomado el troquel el cual posee una abertura por la cual se ha de pasar la cera a presión, presionándolo contra la válvula inyectora que posee la máquina, una vez hecha la operación se deja enfriar la cera dentro del troquel por un tiempo estimado de 5 minutos, por último se procede a retirar la cera del troquel y verificar que su estado sea el adecuado y que la forma del diseño no tenga defectos. Dicho procedimiento se repite según la cantidad piezas en cera que se requiera para la elaboración del anillo.

Dada la situación actual mencionada se evidencia que es de vital importancia determinar el tiempo estándar del proceso, para pronosticar el tiempo de ejecución de la actividad, así como también las tolerancias necesarias en su ritmo de trabajo.

Todo esto con la finalidad de establecer un método de trabajo apropiado y que no haya variabilidad en el proceso, garantizando la optimización en dicha operación.

1.2 Descripción del Método Actual

El proceso de fabricación de anillos de grado no posee un tiempo estándar en ninguna de sus operaciones, debido a esto el tiempo de espera que se le proporciona al cliente una vez hecha la solicitud de su pedido se le otorga por exceso para prevenir retrasos, lo que trae como consecuencia un almacenamiento temporal del producto y gastos adicionales. Todo esto obedece a la falta de realización de estudio de tiempo estándar en todo el proceso.

El taller de Joyería Darhian C.A posee una jornada de trabajo discontinua, distribuidas de 9:00 am – 1:00pm y de 2:00pm - 6:00pm, haciendo un total de 8 horas de trabajo, sin embargo los tiempos de preparación de maquinaria inicial y final entre cada jornada no están determinados, por lo que es de vital relevancia establecer los tiempos de duración de dichas actividades para el cálculo del tiempo estándar.

El taller trabaja de forma empírica, ya que nunca se ha realizado ningún estudio de tiempo, por lo tanto no se tiene una documentación, ni registros previos con los cuales se puedan comparar el tiempo estándar a calcular.

Para efectos de determinar un tiempo estimado preciso en la jornada de trabajo efectiva, se recomienda establecer el tiempo por concepto de necesidades personales y por fatiga.

Dada la situación actual presente se evidencia la importancia de realizar un estudio de tiempo, que permita determinar el tiempo estándar del proceso de inyectado de cera en el taller, con el propósito de conocer cuáles son las fallas de dicho proceso y pronosticar el tiempo de ejecución de la actividad realizada por el operario, así como también las tolerancias requeridas en su ritmo de trabajo.

CAPÍTULO V

CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR

En este capítulo se desarrollan todos los parámetros estadísticos, cálculos y análisis necesarios para la determinación del tiempo estándar de la operación de inyectado en cera en la fabricación de anillos de grado.

Procedimiento:

1. Selección del Método para la Medición del Tiempo

Se usó el método de observación vuelta a cero, ya que es la técnica más sencilla para determinar de una forma directa el tiempo de cada elemento y así poder constatar la estabilidad del operario, considerando que la operación se dividió en dos fases.

Se usó un cronómetro electrónico (VER APÉNDICE 2).

2. Fases de la Actividad

- ✓ Inyectado en Cera: la actividad se realiza en el área de tallado en cera donde se encuentra un operario y la máquina inyectora que trabaja a una temperatura de 160°F y presión $30 \frac{kg}{cm^2}$, dicho operario toma el troquel el cual posee una abertura por la cual se ha de pasar la cera a presión, presionándolo contra la válvula inyectora que posee la máquina, una vez hecha la operación se deja enfriar la cera dentro del troquel por un tiempo estimado de 5 minutos.
- ✓ Retirado e Inspección: una vez que haya pasado la espera por enfriamiento, el operario procede a retirar la cera del troquel y verificar que su estado sea el

adecuado y que la forma del diseño no tenga defectos. Dicho procedimiento se repite según la cantidad piezas en cera que se requiera para la elaboración del anillo.

ESTUDIO DE TIEMPOS

ÁREA: <u>TALLADO EN CERA</u> SECCIÓN: <u>N/A</u>	
OPERACIÓN: INYECTADO EN CERA PARA LA FABRICACION DE ANILLOS DE GRADO ESTUDIO DE MÉTODOS NÚM: <u>1</u> INSTALACION/MÁQUINA: <u>INYECTORA DE CERA</u> NÚM: <u>1</u> HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES: <u>CRONÓMETRO, TROQUELES</u>	ESTUDIO NÚM: <u>1</u> HOJA NÚM: <u>1</u> COMIENZO: <u>11:30AM</u> TERMINO: <u>12:30PM</u> TIEMPO TRANSCURRIDO: <u>1 HORA</u> OPERARIO: <u>CERISTA</u> FICHA: <u>N/A</u>
PRODUCTO/PIEZA: <u>DISEÑO EN CERA</u> PLANO NÚM: <u>1</u> MATERIAL: <u>CERA</u> CALIDAD: <u>N/A</u> CONDICIONES DE TRABAJO: <u>ACEPTABLE</u>	OBSERVADO POR: Arzolay Marien, Blanco Alejandra, De Freitas Guadalupe, Meléndez Giolenny, Morales Davey. FECHA: 13/09/2016 COMPROBADO: MSc. Ing. Iván J. Turmero Astros

TIEMPO OBSERVADO (CICLOS)

ELEMENTO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\sum X$ (seg)	\bar{X} (seg)	
INYECTADO EN CERA	T	13.87	16.03	10.85	15.52	13.63	14.49	12.88	11.02	12.20	10.50	130.99	13.09	TP S ₁
	L	13.87	16.03	10.85	15.52	13.63	14.49	12.88	11.02	12.20	10.50			
RETIRADO E INSPECCIÓN	T	24.38	23.19	26.77	31.95	24.42	13.86	32.94	23.16	12.71	25.19	238.57	23.857	TP S ₂
	L	38.25	39.22	37.62	47.47	38.05	28.35	45.82	34.18	24.91	35.69			
TOTAL CICLO		38.25	39.22	37.62	47.07	38.05	28.35	45.82	34.18	24.91	35.69	369.16	36.916	

3. Cálculo del Tamaño de la Muestra

- Determinación del Coeficiente de Confianza (c): se estableció un coeficiente de confianza del 90%.

$$C=0.90$$

- Determinación del Estadístico t-student: para ello es necesario tener un valor alfa (α) y los grados de libertad (ϑ).

- Cálculo de alfa (α):

$$C=1-\alpha$$

Despejando α

$$\alpha=1-C$$

$$\alpha=1-0.90$$

$$\alpha=0.10$$

- Grados de libertad (ϑ): conociendo que el tamaño de la muestra es $n=10$ se prosigue a determinar los grados de libertad:

$$\vartheta = n-1$$

$$\vartheta = 10-1$$

$$\vartheta = 9$$

Luego, se procede a determinar el estadístico t-student utilizando la tabla (VER ANEXO 1):

$$T_c(\alpha; v) = T_c(0.10; 9) = 1.383$$

$$T_c = 1.383$$

- Determinación de la Muestra (\bar{X}):

T: Tiempo total del ciclo

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{10} T_i}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{(38.25 + 39.22 + 37.62 + 47.07 + 38.05 + 28.35 + 45.82 + 34.18 + 24.91 + 35.69) \text{seg}}{10}$$

$$\bar{X} = 36.916 \text{ seg}$$

- Determinación de la Desviación Estándar (S):

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

$$S = 6.81308 \text{ seg.}$$

- Determinación del Intervalo de Confianza (I):

➤ I_S :

$$I_S = \bar{x} + \frac{(Tc)(S)}{\sqrt{n}}$$

$$I_S = 36.916 \text{ seg} + \frac{(1.383)(6.81308 \text{ seg})}{\sqrt{10}}$$

$$I_S = 39.8956 \text{ seg}$$

➤ I_I :

$$I_I = \bar{x} - \frac{(Tc)(S)}{\sqrt{n}}$$

$$I_I = 36.916 \text{ seg} - \frac{(1.383)(6.81308 \text{ seg})}{\sqrt{10}}$$

$$I_I = 33.9363 \text{ seg}$$

➤ I_T :

$$I_T = I_S - I_I$$

$$I_T = (39.8956 - 33.9363) \text{seg}$$

$$I_T = 5.9593$$

- Determinación del Intervalo de la Muestra (I_m):

$$I_m = \frac{2(T_c)(S)}{\sqrt{n}} = \frac{2(1.383)(6.81308 \text{ seg})}{\sqrt{10}}$$

$$I_m = 5.9593 \text{ seg}$$

- Criterio de Decisión:

Criterio	Decisión
$I_m \leq I$	Se acepta el tamaño de la muestra $n=10$
$I_m > I$	Se rechaza el tamaño de la muestra $n=10$

En Este caso, $I_m \leq I \longrightarrow 5.9593 = 5.9593$

\therefore **Se acepta la muestra ($n=10$)**

4. Cálculo del Tiempo Estándar

$$TE = \underbrace{TPS * Cv}_{\text{Tiempo Normal} = TN} + \sum tol$$

Tiempo Normal=TN

- Cálculo del Tiempo Promedio Seleccionado (TPS):

$$TPS_{10} = \frac{\sum_{i=1}^{10} T_i}{n}$$

$$TPS_{10} = \frac{(38.25 + 39.22 + 37.62 + 47.07 + 38.05 + 28.35 + 45.82 + 34.18 + 24.91 + 35.69) \text{ seg}}{10}$$

$$TPS_{10} = 36.916 \text{ seg} = 0.61526 \text{ min}$$

- Cálculo de la Calificación de la Velocidad (Cv): empleando el Sistema Westinghouse para la determinación de la velocidad del operario (VER ANEXO 2), se evaluaron los siguientes aspectos:

Factor	Categoría	Nivel de aceptación	Rango
Habilidad	B2	Excelente	+0.08
Condiciones de trabajo	C	Buena	+0.02
Esfuerzo	E1	Aceptable	-0.04
Consistencia	E	Aceptable	-0.02
			c= +0.04

$$Cv = 1 \pm C$$

$$Cv = 1 + 0.04$$

$$\mathbf{Cv = 1.04}$$

El operario presenta un 4% de eficiencia por encima del promedio de un operario normal, debido a la habilidad y condiciones en las que trabaja. A continuación, una breve descripción del por qué le fueron asignada tales niveles de aceptación al operario:

- ✓ **Habilidad:** el operario realizó de manera efectiva las actividades correspondientes, demostrando que tenía pleno conocimiento, noción y destreza en las operaciones. Sin embargo, se notó que presenta una leve deficiencia puesto que no se cuenta con un manual de procedimientos y por ende, no se consideró una habilidad superior.
- ✓ **Condiciones de trabajo:** son aceptables, ya que cuenta con una buena iluminación, ventilación, nivel de ruido bajo y una temperatura adecuada.

- ✓ **Esfuerzo:** el operario efectuó de manera aceptable la realización de las actividades, además se evidenció interés en la ejecución de la operación a un ritmo medianamente rápido.
- ✓ **Consistencia:** es aceptable, ya que durante la realización de la operación el operario presentó cierta deficiencia debido a que principalmente el proceso no está estandarizado, por lo cual lleva a cabo la operación con variación en los movimientos ocasionando que cumpla un ciclo con mayor rapidez que en otros.
- Cálculo del Tiempo Normal (TN):

$$TN = TPS * Cv$$

$$TN = (36.916) * (1.04)$$

$$TN = 38.39264 \text{ seg} = 0.63987 \text{ min}$$
- Asignación de Tolerancias:
 - ✓ Jornada de trabajo: 8hr/día = 480 min/día [Discontinua]
(9:00am-1:00pm) / (2:00pm-6:00pm)
 - ✓ Necesidades personales: 15min
 - ✓ Almuerzo: [60min] (1:00pm-2:00pm)
Nota: no se incluirá como una tolerancia fija dado que la jornada de trabajo es discontinua.
 - ✓ TPI = 5min. Durante este tiempo se realiza la preparación del área de trabajo y máquina: se realiza la verificación de la temperatura y presión de la inyectora.
 - ✓ TPF= 15min. Cubre la limpieza del área y de la máquina inyectora en general, así como también organiza y guarda las herramientas usadas.

Nota: el taller no tiene estandarizado el tiempo de preparación inicial de la máquina ni el tiempo de preparación final por lo cual fueron estimados durante las visitas para realizar de manera adecuada el estudio de tiempo.

Aplicando el método sistemático para la asignación de fatiga según la definición de la OIT (VER ANEXO 3) se obtuvieron los siguientes puntajes:

(VER APÉNDICE 3: HOJA DE CONSESIONES POR FATIGA)

Factor	Grado	Puntos
Temperatura	N1	5
Condiciones ambientales	N1	5
Humedad	N1	5
Nivel de ruido	N2	10
Iluminación	N2	10
Duración del trabajo	N1	20
Repetición del ciclo	N2	40
Esfuerzo físico	N1	20
Esfuerzo mental o visual	N2	20
Posición de trabajo	N1	10
Total de puntos		145

Descripción de los factores anteriores

- ✓ **Temperatura:** Grado 1, taller con climatización bajo control eléctrico o mecánico, $20^{\circ} < \text{Temperatura} \leq 24^{\circ}$.

- ✓ **Condiciones ambientales:** Grado 1, taller con operaciones en ambientes acondicionados, con aire fresco y libre de malos olores.
- ✓ **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 2, ruido alto entre 60 y 90 decibeles, pero de naturaleza constante.
- ✓ **Iluminación:** Grado 2, la iluminación en el área de inyectado en cera se requiere iluminación especial, con resplandores ocasionales.
- ✓ **Duración del trabajo:** Grado 1, Operación que puede completarse en 1 minuto o menos.
- ✓ **Repetición del ciclo:** Grado 2, operación de un patrón fijo razonable. La tarea es regular, aunque las operaciones pueden variar de un ciclo al otro.
- ✓ **Esfuerzo Físico:** Grado 1, esfuerzo manual aplicado por encima del 70% para pesos superiores a 2.5 kg
- ✓ **Esfuerzo mental:** Grado 2, atención mental y visual frecuente donde el trabajo es intermitente, la operación involucra la espera del trabajador para que el proceso complete un ciclo con chequeos espaciados.

- ✓ **Posición de trabajo:** grado 1, realización del trabajo en posición sentado, el sitio de trabajo presenta una altura normal respecto a la posición de la cabeza y los brazos del trabajador.

Utilizando la tabla de concesiones por fatiga (VER ANEXO 4) se obtuvieron los siguientes resultados:

Clase	Rango	Concesión (%)	Minutos concedidos por fatiga
A1	0 - 156	1%	5

Cálculo de la Jornada Efectiva de Trabajo (JET):

Jornada efectiva de trabajo= Jornada de trabajo- \sum Tolerancias fijas

$$JET=JT - (TPI+TPF)$$

$$JET=480\text{min} - (5+15) \text{ min}$$

$$\mathbf{JET= 460 \text{ min}}$$

Normalización de las Tolerancias:

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

$$TN \text{ -----} > X$$

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

$$X = \frac{(0.63987 \text{ min}) \times (15 + 5) \text{ min}}{460 \text{ min} - (15 + 5) \text{ min}}$$

$$\mathbf{X=0.029085 \text{ min}}$$

Tiempo Estándar:

$$TE = TN + \sum tol$$

$$TE = 0.63987 \text{ min} + 0.029085 \text{ min}$$

$$\boxed{TE = 0.668955 \text{ min}}$$

Análisis de los Resultados:

El estándar de tiempo resultante mediante este estudio de tiempo, aplicando las herramientas de ingeniería de métodos puede determinarse como aceptable, donde el operario presentó una eficiencia por encima de lo estimado normalmente. El cálculo del tiempo estándar se realiza con el fin de que se pueda ejecutar la actividad sin sobrecarga mental ni física por cualquier operador promedio.

Es de vital importancia mencionar que las tolerancias obtenidas son relativamente pequeñas, abordando la fatiga solo de 5 min, un valor bastante reducido, esto debido a un esfuerzo físico reducido y a las buenas condiciones de trabajo donde está expuesto el operador.

CONCLUSIONES

Por medio del análisis y discusión de los resultados de la práctica, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1. Las condiciones ambientales es un factor muy positivo en el taller de Joyería Darhian C.A puesto que, se trabaja en condiciones aceptables, lo cual favorece el rendimiento del operario.
2. Tomar en cuenta factores tales como condiciones ambientales, habilidad, esfuerzo, consistencia y fatigas permiten obtener un tiempo estándar representativo del proceso.
3. El tiempo estándar calculado indica el tiempo requerido que necesita un operario promedio que trabaja con una destreza y esfuerzo aceptable para ejecutar una operación a un ritmo que pueda mantener durante toda la jornada de trabajo.
4. La estandarización del tiempo es de gran utilidad para entender el ritmo de producción de la empresa así como para evaluar la eficiencia de los operarios.
5. La actividad seleccionada fue la operación de inyectado de cera en el proceso de fabricación de anillos de grado.
6. Se utilizó un nivel de confianza de 90% debido a que el proceso en general, no presenta mayor complejidad, salvo de cualquier inconveniente con la máquina inyectora o el troquel seleccionado.

7. Se aplicó el procedimiento estadístico para confirmar el tamaño correcto de la muestra, con el que se demostró que la muestra inicial $n = 10$ lecturas es adecuado, confirmando así la veracidad de los datos.
8. El tiempo promedio seleccionado (TPS) calculado fue de 0.61526 min.
9. Se determinó en base a los principios del sistema Westinghouse la calificación de velocidad del operario obteniendo un valor de 1.04, es decir, que dicho operario presenta un 4% de eficiencia por encima del promedio de un operario normal, debido a la habilidad y condiciones en las que trabaja.
10. El tiempo normal (TN) requerido por el operario promedio para realizar la actividad de tallado en cera, cuando éste trabaja con una velocidad estándar, sin ninguna demora por razones personales o circunstancias inevitables, es de 0.63987 min.
11. Al realizar el cálculo de concesiones por fatiga, se obtuvo un valor de (5min), lo que refleja que el operario trabaja en condiciones buenas, donde no requiere ni tiene cualquier tipo de limitación o deficiencia.
12. Realizando el cálculo para determinar la jornada efectiva de trabajo (JET), se determinó una jornada de trabajo (JT) discontinua, lo que influyó en la suma de tolerancias fijas, tomando solo (TPI “Tiempo de Preparación Inicial” y TPF “Tiempo de Preparación Final”), obtenido un valor de $JET=460$ min.
13. El tiempo estándar dio como resultado 0.668955 min para la operación de inyectado en cera para la fabricación de anillos de grado.

RECOMENDACIONES

Dadas las conclusiones de esta investigación se recomienda las siguientes acciones:

1. Estandarizar los tiempos de ejecución de las actividades tomadas como base en este estudio.
2. Programar periódicamente estudios de tiempos, que proporcionen datos actualizados para obtener una mayor eficiencia y productividad.
3. Realizar estudios de tiempo a todo el conjunto de operaciones que integran la fabricación de engranajes así como el de otras piezas. Es necesario que se realicen estudios de movimientos previos a los estudios de tiempo.
4. Se recomienda una mayor inspección a los operarios durante de la jornada de trabajo con el fin de verificar que estén cumpliendo con las normas y estándares establecidos.
5. Se recomienda estandarizar los tiempos de preparación inicial y final con cierta minuciosidad de manera tal que sea de ayuda para estudios de tiempo posteriores.

BIBLIOGRAFÍA

- Aplicación del estudio de tiempo, empresa metalmecánica. (27-03-2013). Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos96/aplicacion-del-estudio-tiempo-empresa-metalmecanica/aplicacion-del-estudio-tiempo-empresa-metalmecanica.shtml>
- Determinación del tiempo estándar, inyección de plástico. (25-03-2015). Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos104/determinacion-del-tiempo-estandar-inyeccion-plastico/determinacion-del-tiempo-estandar-inyeccion-plastico.shtml>
- Niebel, B y Freivalds, A. Estudio de Tiempos, Calificación del Desempeño, Suplementos, Datos y Fórmulas Estándares (undécima edición). Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo (pp. 373 - 473). México D.F: Alfaomega.
- Rojas de Narváez Rosa. (1997). Diseño de Investigación (segunda edición ampliada y corregida). Orientaciones prácticas para la elaboración de informes de investigación (pp. 33-39). Puerto Ordaz, Venezuela.
- Tiempo estándar y tolerancias. Disponible en: <https://blogdeingdemetodos.files.wordpress.com/2013/02/clasetiempoestandartolerancias.pdf>.
- Turmero, I. (2016). Apuntes de clases de Ingeniería de métodos, Ingeniería Industrial. UNEXPO.

ANEXOS

ANEXO 1. Tabla T de Student.

Distribución <i>T</i> de Student													
k \ p	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	0,975	0,99	0,995	0,9995
1	0,158	0,325	0,510	0,727	1,000	1,38	1,96	3,078	6,314	12,71	31,8	63,7	637
2	0,142	0,289	0,445	0,617	0,816	1,06	1,39	1,886	2,920	4,30	6,96	9,92	31,6
3	0,137	0,277	0,424	0,584	0,765	0,978	1,25	1,638	2,353	3,18	4,54	5,84	12,9
4	0,134	0,271	0,414	0,569	0,741	0,941	1,19	1,533	2,132	2,78	3,75	4,60	8,61
5	0,132	0,267	0,408	0,559	0,727	0,920	1,16	1,476	2,015	2,57	3,36	4,03	6,86
6	0,131	0,265	0,404	0,553	0,718	0,906	1,13	1,440	1,943	2,45	3,14	3,71	5,96
7	0,130	0,263	0,402	0,549	0,711	0,896	1,12	1,415	1,895	2,36	3,00	3,50	5,40
8	0,130	0,262	0,399	0,546	0,706	0,889	1,11	1,397	1,860	2,31	2,90	3,36	5,04
9	0,129	0,261	0,398	0,543	0,703	0,883	1,10	1,383	1,833	2,26	2,82	3,25	4,78
10	0,129	0,260	0,397	0,542	0,700	0,879	1,09	1,372	1,812	2,23	2,76	3,17	4,59
11	0,129	0,260	0,396	0,540	0,697	0,876	1,09	1,363	1,796	2,20	2,72	3,11	4,44
12	0,128	0,259	0,395	0,539	0,695	0,873	1,08	1,356	1,782	2,18	2,68	3,06	4,32
13	0,128	0,259	0,394	0,538	0,694	0,870	1,08	1,350	1,771	2,16	2,65	3,01	4,22
14	0,128	0,258	0,393	0,537	0,692	0,868	1,08	1,341	1,761	2,14	2,62	2,98	4,14
15	0,128	0,258	0,393	0,536	0,691	0,866	1,07	1,337	1,753	2,13	2,60	2,95	4,07
16	0,128	0,258	0,392	0,535	0,690	0,865	1,07	1,333	1,746	2,12	2,58	2,92	4,02
17	0,128	0,257	0,392	0,534	0,689	0,863	1,07	1,330	1,740	2,11	2,57	2,90	3,96
18	0,127	0,257	0,392	0,534	0,688	0,862	1,07	1,328	1,734	2,10	2,55	2,88	3,92
19	0,127	0,257	0,391	0,533	0,688	0,861	1,07	1,325	1,729	2,09	2,54	2,86	3,88
20	0,127	0,257	0,391	0,533	0,687	0,860	1,06	1,323	1,725	2,09	2,53	2,84	3,85
21	0,127	0,257	0,391	0,532	0,686	0,859	1,06	1,321	1,721	2,08	2,52	2,83	3,82
22	0,127	0,256	0,390	0,532	0,686	0,858	1,06	1,319	1,717	2,07	2,51	2,82	3,79
23	0,127	0,256	0,390	0,532	0,685	0,858	1,06	1,318	1,714	2,07	2,50	2,81	3,77
24	0,127	0,256	0,390	0,531	0,685	0,857	1,06	1,316	1,711	2,06	2,49	2,80	3,74
25	0,127	0,256	0,390	0,531	0,684	0,856	1,06	1,315	1,708	2,06	2,48	2,79	3,72
26	0,127	0,256	0,390	0,531	0,684	0,856	1,06	1,314	1,706	2,06	2,48	2,78	3,71
27	0,127	0,256	0,389	0,531	0,684	0,855	1,06	1,313	1,703	2,05	2,47	2,77	3,69
28	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,855	1,06	1,311	1,701	2,05	2,47	2,76	3,67
29	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,854	1,05	1,310	1,699	2,04	2,46	2,76	3,66
30	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,854	1,05	1,303	1,697	2,04	2,46	2,75	3,65
∞	0,126	0,253	0,385	0,524	0,674	0,842	1,04	1,282	1,645	1,96	2,33	2,58	3,29

ANEXO 2. Sistema de Westinghouse.

CALIFICACIÓN DE VELOCIDAD

SISTEMA WESTINGHOUSE

<p><u>HABILIDAD</u></p> <p>+ 0.15 A1 Extrema</p> <p>+ 0.13 A2 Extrema</p> <p>+ 0.11 B1 Excelente</p> <p>+ 0.08 B2 Excelente</p> <p>+ 0.06 C1 Buena</p> <p>+ 0.03 C2 Buena</p> <p>0.00 D Regular</p> <p>- 0.05 E1 Aceptable</p> <p>- 0.10 E2 Aceptable</p> <p>- 0.16 F1 Deficiente</p> <p>- 0.22 F2 Deficiente</p>	<p><u>ESFUERZO</u></p> <p>+ 0.13 A1 Excesivo</p> <p>+ 0.12 A2 Excesivo</p> <p>+ 0.10 B1 Excelente</p> <p>+ 0.08 B2 Excelente</p> <p>+ 0.05 C1 Bueno</p> <p>+ 0.02 C2 Bueno</p> <p>0.00 D Regular</p> <p>- 0.04 E1 Aceptable</p> <p>- 0.08 E2 Aceptable</p> <p>- 0.12 F1 Deficiente</p> <p>- 0.17 F2 Deficiente</p>
<p><u>CONDICIONES</u></p> <p>+ 0.06 A Ideales</p> <p>+ 0.04 B Excelentes</p> <p>+ 0.02 C Buenas</p> <p>0.00 D Regulares</p> <p>- 0.03 E Aceptables</p> <p>- 0.07 F Deficientes</p>	<p><u>CONSISTENCIA</u></p> <p>+ 0.04 A Perfecta</p> <p>+ 0.03 B Excelente</p> <p>+ 0.01 C Buena</p> <p>0.00 D Regular</p> <p>- 0.02 E Aceptable</p> <p>- 0.04 F Deficiente</p>

ANEXO 3. Factores de Asignación de Fatiga.

FUNDAMENTOS DE ESTUDIO DEL TRABAJO

1

DEFINICIONES OPERACIONALES DE LOS FACTORES DE FATIGA

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

1. TEMPERATURA	<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: $35^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 41.5^{\circ}\text{C}$.
2. CONDICIONES AMBIENTALES	<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.
3. HUMEDAD	<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
4. NIVEL DE RUIDO	<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.
5. ILUMINACIÓN	<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.

FUNDAMENTOS DE ESTUDIO DEL TRABAJO

2

<u>GRADO 2.</u>	(10 PUNTOS). Ambientes que requieren iluminación especial o por debajo del estándar. Resplandores ocasionales.
<u>GRADO 3.</u>	(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
<u>GRADO 4.</u>	(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	<u>GRADO 1.</u>	(20 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en un minuto o menos.
	<u>GRADO 2.</u>	(40 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en 15 minutos o menos
	<u>GRADO 3.</u>	(60 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en una hora o menos.
	<u>GRADO 4.</u>	(80 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en más de una hora.
2. REPETICIÓN DEL CICLO	<u>GRADO 1.</u>	(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.

<u>GRADO 2.</u>	(10 PUNTOS). Ambientes que requieren iluminación especial o por debajo del estándar. Resplandores ocasionales.
<u>GRADO 3.</u>	(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
<u>GRADO 4.</u>	(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	<u>GRADO 1.</u>	(20 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en un minuto o menos.
	<u>GRADO 2.</u>	(40 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en 15 minutos o menos
	<u>GRADO 3.</u>	(60 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en una hora o menos.
	<u>GRADO 4.</u>	(80 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en más de una hora.
2. REPETICIÓN DEL CICLO	<u>GRADO 1.</u>	(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.

- GRADO 4. (80 PUNTOS). Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% del tiempo para pesos superiores a 30 kg.

4. ESFUERZO MENTAL O VISUAL

- 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 le trabajador se sienta 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 periodos 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 empujarse; 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 periodos de tiempo o donde la atención exige que el cuerpo no se mueva.

ANEXO 4. Tabla de Concesiones por Fatiga.

CONCESIONES POR FATIGA				$\text{CONCESIÓN \% x JORNADA EFECTIVA}$ $\frac{\text{MINUTOS CONCEDIDOS}}{1 + \text{CONCESIÓN \%}}$			
CLASE	LÍMITES DE CLASE		CONCESIÓN (%) POR CLASE	JORNADA EFECTIVA (MINUTOS)			
				510	480	450	420
	INFERIOR	SUPERIOR		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 5. Operario durante la operación de Inyectado de Cera.



APÉNDICES


APÉNDICE 1. Inyectora de Cera.

Máquina-Equipo	Inyectora de cera	
Ubicación	Taller	
Modelo	L-335	
Área	Tallado en cera	
Marca	Arbe	
Voltaje	110v	
Capacidad	5 kg	
Función	Inyectar cera en los troqueles	

APÉNDICE 2. Cronómetro Electrónico.



APÉNDICE 3. Hoja de Concesiones por Fatiga.

	HOJA DE CONCESIONES	NÚMERO II - 001	
		VIGENCIA	
		FECHA 13-09-16	

CÓDIGO DE CARGO: <u>N/A</u>	CONCESIONES: <u>Fatiga</u>	FECHA <input checked="" type="checkbox"/> EFECTIVA <input type="checkbox"/> REEMPLAZADA
ÁREA: <u>Tallado en cera</u>	GERENCIA O DIVISIÓN: <u>Gerencia de producción</u>	PREPARADO POR: <u>Argolay M, Blanco A, De Freitas G, Meléndez G y Morales D.</u>
PROYECTO: <u>Estudio de tiempo</u>	DEPARTAMENTO O SECCIÓN: <u>Producción</u>	REVISADO POR: <u>MSc. Ing. Iván Turmero</u>
PROCESO: <u>Injectado en cera</u>	TÍTULO DEL CARGO: <u>Cerista</u>	APROBADO POR: <u>MSc. Ing. Iván Turmero</u>

PUNTOS POR GRADO DE FACTORES

FACTORES DE FATIGA	1er.	2do.	3er.	4to.
CONDICIONES DE TRABAJO:				
1 TEMPERATURA	5 <input checked="" type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>
2 CONDICIONES AMBIENTALES	5 <input checked="" type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	20 <input 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 type="checkbox"/>	10 <input checked="" type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>
5 LUZ	5 <input type="checkbox"/>	10 <input checked="" type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>
REPETITIVIDAD:				
6 DURACIÓN DEL TRABAJO	20 <input checked="" type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
7 REPETICIÓN DEL CICLO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input checked="" type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
8 DEMANDA FÍSICA	20 <input checked="" type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
9 DEMANDA MENTAL O VISUAL	10 <input type="checkbox"/>	20 <input checked="" type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	50 <input type="checkbox"/>
POSICIÓN:				
10 DE PIE MOVIÉNDOSE, SENTADO ALTURA DE TRABAJO	10 <input checked="" type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>

TOTAL PUNTOS: 145

CONCESIONES POR FATIGA: 5 min
(MINUTOS)

OTRAS CONCESIONES (MINUTOS)

TIEMPO PERSONAL: 15 min

DEMORAS INEVITABLES: 20 min

TOTAL CONCESIONES: 40 min

NOTA: SEÑALAR CON UNA ☒ LA PUNTUACIÓN CORRESPONDIENTE