



*Ingeniería de métodos, medición del trabajo mediante el estudio de tiempos*

*Engineering methods, work measurement through time study*

*Métodos de engenharia, medição de trabalho através de estudo de tempo*

José Mauricio Hernández-Caiza <sup>I</sup>

[jmhernandez2@espe.edu.ec](mailto:jmhernandez2@espe.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0003-1263-5927>

Emmy Samantha Zabala-Cáceres <sup>II</sup>

[eszabala@espe.edu.ec](mailto:eszabala@espe.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0000-9454-7266>

Rogelio Paul Arcos-Castillo <sup>III</sup>

[rparcos@espe.edu.ec](mailto:rparcos@espe.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0001-9055-9462>

Miltón Andrés Arellano-Reyes <sup>IV</sup>

[maarellano3@espe.edu.ec](mailto:maarellano3@espe.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0001-8217-3834>

**Correspondencia:** [jmhernandez2@espe.edu.ec](mailto:jmhernandez2@espe.edu.ec)

Ciencias Técnicas y Aplicadas

Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 19 de abril de 2024 \* **Aceptado:** 03 de mayo de 2024 \* **Publicado:** 04 de junio de 2024

- I. Investigador Independiente, Ecuador.
- II. Investigador Independiente, Ecuador.
- III. Investigador Independiente, Ecuador.
- IV. Investigador Independiente, Ecuador.



## Resumen

El presente trabajo investigativo tiene como objetivo principal analizar una de las técnicas de la ingeniería de métodos utilizada para la medición del trabajo como lo es el estudio de tiempos. El propósito de la ingeniería de método dentro de los procesos productivos o de servicios permite determinar estándares de producción, aplicando diferentes metodologías como lo es el muestreo del trabajo, datos estándar, tiempos predeterminados. El estudio de tiempos es la técnica de la medición del trabajo que ayuda a definir el tiempo del proceso de manera cualitativa. El estudio de tiempos exige cierto material fundamental (cronómetro, tablero de registro, formas para recolección de datos, etc.) para medir el trabajo mediante el registro de los tiempos y ritmos de cada individuo en un determinado trabajo que se lo ejecuta en condiciones preestablecidas, considerando las demoras inevitables de los seres humanos, con la finalidad de analizar los tiempos de cada actividad del proceso. Para finalmente tomar las decisiones más idóneas de mejora y estandarización del tiempo de demora del proceso.

**Palabras clave:** Proceso; Ingeniería de métodos; Muestra; Tiempo normal; Tiempo estándar.

## Abstract

The main objective of this investigative work is to analyze one of the methods engineering techniques used for measuring work, such as time study. The purpose of method engineering within production or service processes allows determining production standards, applying different methodologies such as work sampling, standard data, predetermined times. Time study is the work measurement technique that helps define the process time qualitatively. Time study requires certain fundamental material (chronometer, recording board, data collection forms, etc.) to measure work by recording the times and rhythms of each individual in a specific job that is performed under pre-established conditions., considering the inevitable delays of human beings, in order to analyze the times of each activity in the process. To finally make the most suitable decisions to improve and standardize the process delay time.

**Keywords:** Process; Methods engineering; Sample; Normal time; Standard time.

## Resumo

O objetivo principal deste trabalho investigativo é analisar um dos métodos técnicos de engenharia utilizados para medição de trabalho, como o estudo do tempo. A finalidade da engenharia de métodos nos processos de produção ou de serviço permite determinar padrões de produção, aplicando diferentes metodologias como amostragem de trabalho, dados padrão, tempos pré-determinados. O estudo do tempo é a técnica de medição do trabalho que ajuda a definir qualitativamente o tempo do processo. O estudo dos tempos requer determinados materiais fundamentais (cronômetro, quadro de registro, formulários de coleta de dados, etc.) para medir o trabalho registrando os tempos e ritmos de cada indivíduo em um trabalho específico que é realizado em condições pré-estabelecidas, considerando os atrasos inevitáveis. seres humanos, para analisar os tempos de cada atividade do processo. Para finalmente tomar as decisões mais adequadas para melhorar e padronizar o tempo de atraso do processo.

**Palavras-chave:** Processo; Engenharia de métodos; Amostra; Tempo normal; Horário padrão.

## **Introducción**

En la optimización y estandarización de los procesos, una de las técnicas de la ingeniería de métodos que se utiliza para determinar el estándar de un periodo con datos cualitativos es el estudio de tiempos, ya que permite obtener la medición los datos de cada actividad, mediante el uso de materiales y herramientas; siempre y cuando se lo aplique de manera correcta.

## **Proceso**

**Proceso es la secuencia de pasos dispuesta con algún tipo de lógica que se enfoca en lograr algún resultado específico. (Campos, 2020)**

Otros Autores mencionan que, un proceso es un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados. Por tanto, este concepto sugiere que los resultados se pueden lograr de forma más eficiente cuando las actividades se ven relacionadas entre sí, tomando en cuenta que se van a transformar entradas en salidas y que en esta transformación se debe aportar valor. (C. Gutiérrez & Almendáres, 2016).

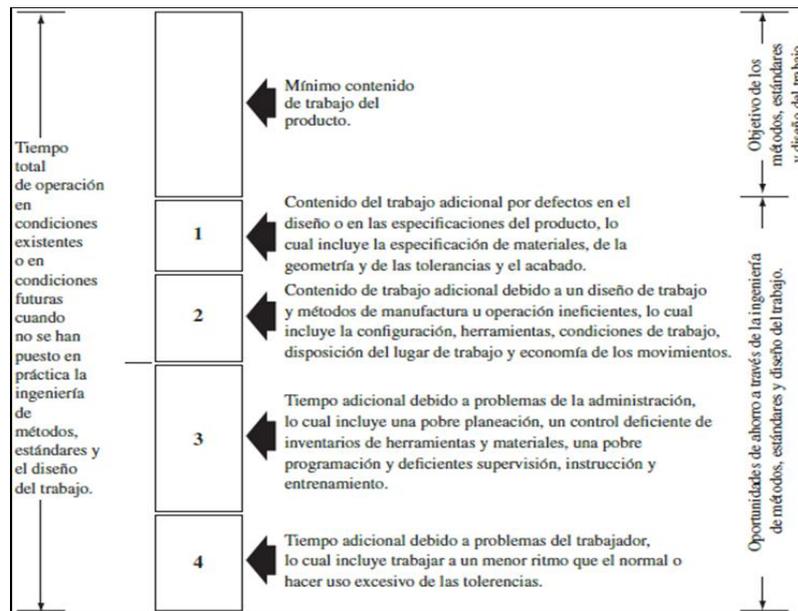
## **Ingeniería de métodos**

Uno de los Autor consultados la define, como un sinónimo de organización del trabajo y plantea que es la técnica que somete cada actividad de una determinada tarea a un delicado y minucioso

análisis tendiente a eliminar toda actividad innecesaria, y en aquellas que sean necesarias, hallar la mejor y más rápida manera de ejecutarlas. (Bernal & Iglesias, 2012); en otra fuente investigada mencionan que:

Muy a menudo, los términos análisis de operaciones, diseño del trabajo, simplificación del trabajo, ingeniería de métodos y reingeniería corporativa se utilizan como sinónimos. En la mayoría de los casos, todos ellos se refieren a una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo o reducir el costo por unidad de producción: en otras palabras, a la mejora de la productividad. La ingeniería de métodos incluye el diseño, la creación y la selección de los mejores métodos de fabricación, procesos, herramientas, equipos y habilidades para manufacturar un producto con base en las especificaciones desarrolladas por el área de ingeniería del producto. (Niebel & Freivalds, 2012). La figura 1 muestra cómo, con la aplicación de la ingeniería de métodos dentro de los procesos productivos o de un servicio, las empresas pueden obtener ahorros de recursos significativos.

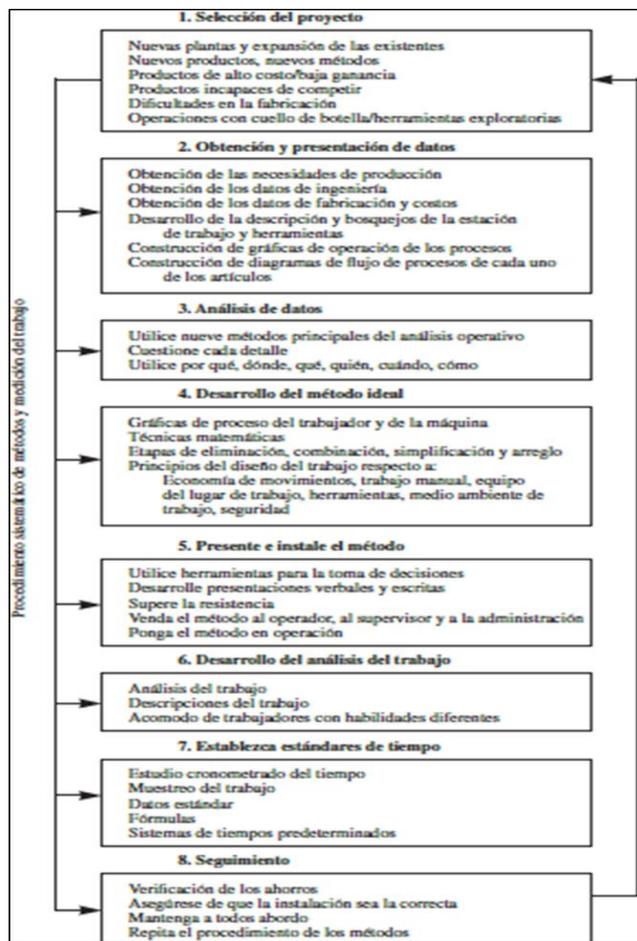
**Figura 1:** Oportunidades de ahorros a través de la aplicación de la ingeniería de métodos y el estudio de tiempos.



En la actualidad, la ingeniería de métodos busca mejorar los procesos y los procedimientos, la disposición de fábrica, los talleres y el lugar de trabajo, así como el diseño del equipo, las instalaciones y las condiciones del trabajo. También busca economizar el esfuerzo humano, los

materiales, el uso de máquinas y de la mano de obra. Todo esto con el objetivo de hacer más fácil y seguro el desempeño laboral. No obstante, también incrementar la productividad, la rentabilidad y la seguridad en la operación del sistema productivo. La mejora del método significa reducir, eliminar, combinar, simplificar y cambiar todas aquellas actividades que intervienen en un proceso de trabajo. Para la mejora del método, todas las actividades, directas e indirectas, que generen o no valor agregado, son evaluadas de forma analítica, sistemática y meticulosa. (Peralta et al., 2014). La ingeniería de métodos consiste de varias etapas para su correcta aplicación que a continuación se presentan en la figura 2.

Figura 2: Principales etapas de un programa de ingeniería de métodos.



## Medición del trabajo

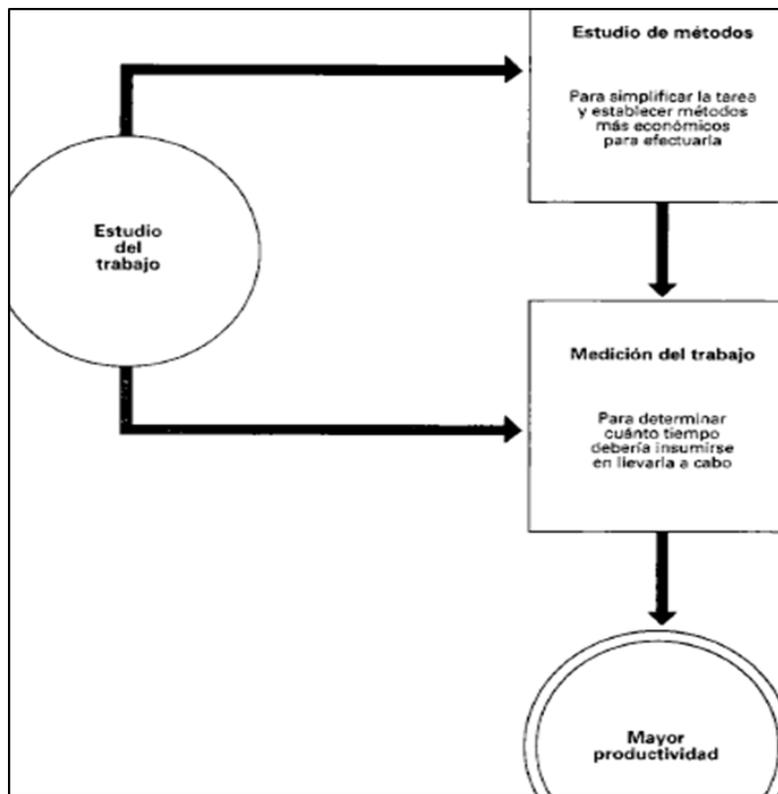
Uno de los Autores consultados indica que la Medición del trabajo se refiere a la aplicación de técnicas cuantitativas para determinar el tiempo que tarda un trabajador calificado en efectuar sus

actividades contemporáneas comparándolas con estándares preestablecidos. La medición del trabajo tiene dos objetivos principales.

- Detectar, reducir y/o eliminar el tiempo improductivo.
- Crear normas o estándares de tiempo de ejecución de una tarea y se detecte cuando el obrero se toma más tiempo del estipulado para ejecutar el trabajo. (Guaraca, 2015).

En la figura 3 se aprecia un esquema de como la medición del trabajo ejecutada de manera adecuada, ayuda a obtener una mayor productividad en las empresas.

*Figura 3: Estudio del trabajo.*



### **Procedimiento y técnicas para la medición del trabajo**

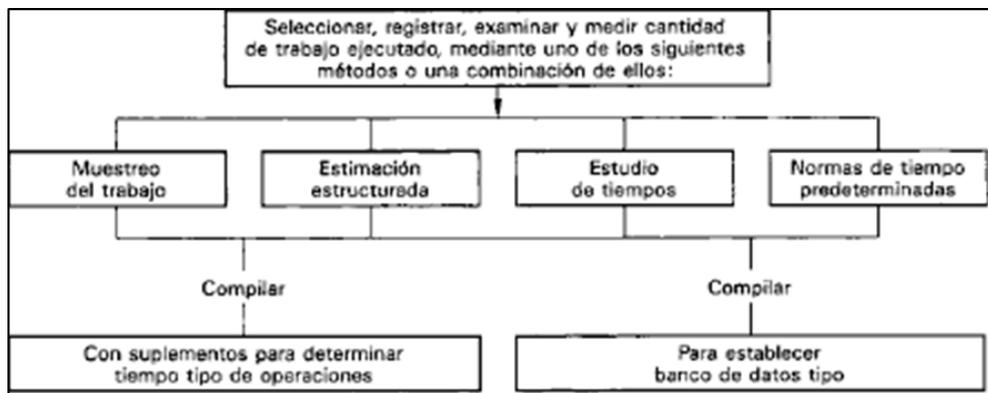
La figura 4 muestra las etapas básicas para la aplicación sistemática de la medición del trabajo.

**Figura 4:** Etapas básicas para la medición del trabajo.

<input type="checkbox"/>	<b>SELECCIONAR</b>	el trabajo que va a ser objeto de estudio.
<input type="checkbox"/>	<b>REGISTRAR</b>	todos los datos relativos a las circunstancias en que se realiza el trabajo, a los métodos y a los elementos de actividad que suponen.
<input type="checkbox"/>	<b>EXAMINAR</b>	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.
<input type="checkbox"/>	<b>MEDIR</b>	la cantidad de trabajo de cada elemento, expresándola en tiempo, mediante la técnica más apropiada de medición del trabajo.
<input type="checkbox"/>	<b>COMPILAR</b>	el tiempo tipo de la operación previendo, en caso de estudio de tiempos con cronómetro, suplementos para breves descansos, necesidades personales, etc.
<input type="checkbox"/>	<b>DEFINIR</b>	con precisión la serie de actividades y el método de operación a los que corresponde el tiempo computado y notificar que ése será el tiempo tipo para las actividades y métodos especificados.

En la figura 5 se pueden apreciar las técnicas empleadas para la medición del trabajo.

**Figura 5:** Técnicas para la medición del trabajo.



### Estudio de tiempos

Kanaway define al estudio de tiempos como una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida. El estudio de tiempos exige cierto material fundamental, a saber:

- Un cronómetro;

- Un tablero de observaciones;
- Formularios de estudio de tiempos; (Kanawaty, 2013).

### **Requerimiento del estudio de tiempos**

Haciendo énfasis en el requerimiento del estudio de tiempos una de las fuentes consultadas recomienda que, antes de realizar un estudio de tiempos, deben cumplirse ciertos requerimientos fundamentales. Por ejemplo, si se requiere un estándar de un nuevo trabajo, o de un trabajo antiguo en el que el método o parte de él se ha alterado, el operario debe estar completamente familiarizado con la nueva técnica antes de estudiar la operación. Además, el método debe estandarizarse en todos los puntos en que se use antes de iniciar el estudio. A menos que todos los detalles del método y las condiciones de trabajo se hayan estandarizado, los estándares de tiempo tendrán poco valor y se convertirán en una fuente continua de desconfianza, resentimientos y fricciones internas. Los analistas deben decirle al representante del sindicato, al supervisor del departamento y al operario que se estudiará el trabajo. Cada una de estas partes puede realizar los pasos necesarios para permitir un estudio sin contratiempos y coordinado. El operario debe verificar que está aplicando el método correcto y debe estar familiarizado con todos los detalles de esa operación. El supervisor debe verificar el método para asegurar que la alimentación, la velocidad, las herramientas de corte, los lubricantes, etc., cumplen con las prácticas estándar, como lo establece el departamento de métodos. También debe investigar la cantidad de material disponible para que no se presenten faltantes durante el estudio. Después, el representante del sindicato se asegura que sólo se elijan operarios capacitados y competentes, debe explicar por qué se realiza el estudio y responder a cualquier pregunta pertinente que surja por parte del operario. (Niegel & Freivalds, 2012).

Cualquier persona capacitada y con experiencia puede establecer un estándar siguiendo estos ocho pasos:

1. Definir la tarea por estudiar (después de realizar un análisis de métodos).
2. Dividir la tarea en elementos precisos (partes de una tarea que con frecuencia no necesitan más que unos cuantos segundos).
3. Decidir cuántas veces se medirá la tarea (el número de ciclos o muestras necesarias).
4. Tomar el tiempo y registrar los tiempos elementales y las calificaciones del desempeño.
5. Calcular el tiempo del ciclo observado promedio.

6. Determinar la calificación del desempeño y después calcular el tiempo normal para cada elemento.
7. Sumar los tiempos normales de cada elemento para determinar el tiempo normal de una tarea.
8. Calcular el tiempo estándar. (Render & Heizer, 2007).

### Número de observaciones (muestras)

Uno de los Autores consultados menciona que, el tamaño óptimo de la muestra es esencial para poder tener estimaciones confiables y precisas de los parámetros poblacionales. (Badii et al., 2014). Niebel & Freivalds dicen que, la determinación de la cantidad de ciclos que se van a estudiar para llegar a un estándar equitativo es un asunto que ha causado una discusión considerable entre los analistas de estudio de tiempos, así como entre los representantes sindicales. Como la actividad de una tarea y su tiempo de ciclo influyen el número de ciclos que se pueden estudiar, desde el punto de vista económico, el analista no puede estar completamente gobernado por la práctica estadística común que demanda cierto tamaño de muestra basado en la dispersión de las lecturas individuales del elemento. General Electric Company estableció la tabla 1 como una guía aproximada para el número de ciclos que se deben observar. (Niebel & Freivalds, 2012).

*Tabla 1: Número recomendado de ciclos de observación.*

Tiempo de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 o más	3

### Tiempo de ciclo observado promedio

El primer tiempo que se deberá obtener es el tiempo de ciclo promedio, mediante la ecuación 1, Niebel & Freivalds lo definen como la suma de todos los tiempos elementales divididos entre el número de observaciones que se hicieron durante el ciclo. (Niebel & Freivalds, 2012).

*Ecuación 1: Cálculo del tiempo de ciclo promedio.*

$$\overline{TC} = \frac{(\sum \text{tiempos elementales registrados})}{\# \text{ de ciclos observados}}$$

## **Tiempo normal**

Una vez obtenido el tiempo de ciclo observado promedio se procede a calcular el tiempo normal, la fuente consultada menciona que, es el tiempo que se requiere para que un operario estándar realice una operación cuando trabaja a paso estándar, sin demoras por razones personales o por circunstancias inevitables. Para encontrar el tiempo normal o básico se aplica ecuación 2: (Niebel & Freivalds, 2012).

*Ecuación 2: Para encontrar el tiempo normal.*

$$TN = \overline{TC} \times \frac{C}{100}$$

En referencia al valor de calificación se dice que, el valor de una calificación se escribe en la columna C del formulario de estudio de tiempos. Por lo general, se omite el punto decimal y se escribe un número entero (es decir, porcentaje) para ahorrar tiempo. Después de completar la etapa del cronómetro, el analista multiplica el tiempo de ciclo observado promedio ( $(\overline{TC})$ ) por la calificación C, escalada a 100, para obtener el tiempo normal (TN). (Niebel & Freivalds, 2012).

## **Sistema de calificación Westinghouse**

En la tabla 2 se presenta, el método de calificación desarrollado en Westinghouse Corp., que se basa en cuatro factores, habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia. (Niebel & Freivalds, 2012).

**Tabla 2:** Sistema de calificación Westinghouse (Méndez, 2010).

Sistema de calificación de habilidades de Westinghouse			Sistema de calificación de esfuerzo de Westinghouse		
+0.15	A1	Superior	+0.13	A1	Excesivo
+0.13	A2	Superior	+0.12	A2	Excesivo
+0.11	B1	Excelente	+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente	+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Bueno	+0.05	C1	Bueno
+0.03	C2	Bueno	+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Promedio	0.00	D	Promedio
-0.05	E1	Aceptable	-0.04	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable	-0.18	E2	Aceptable
-0.16	F1	Malo	-0.12	F1	Malo
-0.22	F2	Malo	-0.17	F2	Malo

Sistema de calificación de condiciones de Westinghouse			Sistema de calificación de consistencia de Westinghouse		
+0.06	A	Ideal	+0.04	A	Perfecta
+0.04	B	Excelente	+0.03	B	Excelente
+0.02	C	Bueno	+0.01	C	Buena
0.00	D	Promedio	0.00	D	Promedio
-0.03	E	Aceptable	-0.02	E	Aceptable
-0.07	F	Malo	-0.04	F	Mala

### Tiempo estándar

Chase & Jacobs explican que el tiempo estándar, se encuentra mediante la ecuación 3, que es la suma del tiempo normal, más ciertas permisibilidades para necesidades personales (descansos para ir al baño o tomar café), demoras inevitables (descomposturas del equipo o falta de materiales) y fatiga del trabajador (física o mental). (Chase & Jacobs, 2014).

**Ecuación 3:** Cálculo del tiempo estándar.

	Tiempo estándar = Tiempo normal + (Tolerancias × Tiempo normal)
o	$TE = TN (1 + \text{permisibilidades})$
y	$TE = \frac{TN}{1 - \text{Tolerancias}}$

En la tabla 3 se evidencian los valores de las tolerancias que no se pueden evitar dentro de los procesos de elaboración de un producto o servicio (Rodríguez, 2015).

Tabla 3: Sistema de suplementos o tolerancias por descanso.

SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO					
SUPLEMENTOS CONSTANTES		HOMBRE	MUJER	SUPLEMENTOS VARIABLES	
Necesidades personales		5	7	<b>e) Condiciones atmosféricas</b>	
Básico por fatiga		4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de Kata (milicalorías/cm <sup>2</sup> /segundo)	
SUPLEMENTOS VARIABLES		HOMBRE	MUJER		
<b>a) Trabajo de Pie</b>					
Trabajo de pie		2	4	16	0
<b>b) Postura anormal</b>					
Ligeramente incómoda		0	1	14	0
Incómoda (inclinado)		2	3	12	0
Muy incómoda (echado, estirado)		7	7	10	3
<b>c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)</b>					
Peso levantado por kilogramo				8	10
2.5		0	1	6	21
5		1	2	5	31
7.5		2	3	4	45
10		3	4	3	64
12.5		4	6	2	100
15		5	8	<b>f) Tensión visual</b>	
17.5		7	10	Trabajos de cierta precisión	
20		9	13	Trabajos de precisión o fatigosos	
22.5		11	16	Trabajos de gran precisión	
25		13	20 (máx.)	<b>g) Ruido</b>	
30		17	-	Continuo	
33.5		22	-	Intermitente y fuerte	
<b>d) Iluminación</b>					
Ligeramente por debajo de la potencia calculada		0	0	Intermitente y muy fuerte	
Bastante por debajo		2	2	Estridente y muy fuerte	
Absolutamente insuficiente		5	5	<b>h) Tensión mental</b>	
<b>e) Condiciones atmosféricas</b>					
Índice de enfriamiento, termómetro de Kata (milicalorías/cm <sup>2</sup> /segundo)				Proceso algo complejo	
16				Proceso complejo o atención dividida	
14				Proceso muy complejo	
12				<b>i) Monotonía mental</b>	
10				Trabajo algo monótono	
8				Trabajo bastante monótono	
6				Trabajo muy monótono	
5				<b>j) Monotonía física</b>	
4				Trabajo algo aburrido	
3				Trabajo aburrido	
2				Trabajo muy aburrido	

## Discusión

El objetivo principal de la ingeniería de métodos es mejorar la productividad con la aplicación de un método adecuado y ajustable al proceso que requiera ser mejorado o estandarizado. La medición

del trabajo permite obtener datos cualitativos del tiempo que un trabajador tarda en realizar un proceso en la elaboración de un producto o de un servicio. El estudio de tiempos es la técnica de la medición del trabajo que ayuda a tener definidos y registrados los tiempos de cada una de las actividades de un proceso, teniendo claro que se deben cumplir con requerimientos previos para la aplicación de un adecuado estudio de tiempos, el proceso debe estar bien definido, la persona o personas a las cuales se les aplicará el estudio de tiempos serán de amplia experiencia en su área; además, estarán al tanto de la aplicación del estudio. Una vez obtenidas las muestras, se tiene que calcular el tiempo de ciclo promedio, luego se puede obtener el tiempo normal considerando el sistema de calificación Westinghouse y finalmente se consigue el tiempo estándar que es la relación del tiempo normal con los suplementos por descanso. Se deberán seguir ocho pasos mencionados anteriormente para obtener el tiempo estandarizado.

### Conclusiones

- La ingeniería de métodos es primordial para que una empresa pueda tener definidos y estandarizados sus procesos, ya que, un estudio referente a la medición del trabajo aplicado de manera adecuada les permitirá a las organizaciones, optimizar al máximo sus recursos.
- Para obtener resultados óptimos del estudio de tiempos es necesario que dicho estudio se lo aplique al personal de amplia experiencia de las actividades dentro del proceso productivo o servicio; tomando en cuenta las consideraciones de la calificación de los trabajadores y los suplementos que pudieren presentarse y son inevitables.
- El estudio de tiempos es un trabajo secuencial y delicado, es por ello, que, todo el personal de la empresa deberá estar involucrado y al tanto de que, se va a ejecutar dicho estudio para que, se puedan obtener buenos resultados que beneficien a toda la empresa.

### Referencias

1. Badii, M. H., Guillen, A., & Abreu, J. L. (2014). Tamaño Óptimo de Muestra en Ciencias Sociales y Naturales Optimal Simple Size (OSS) in Social and Natural Sciences5. In Daena: International Journal of Good Conscience (Vol. 9, Issue 2).
2. Bernal, J., & Iglesias, L. (2012). Procedimiento para el estudio de la organización del trabajo en empresas cubanas. 7(June), 3.

3. Campos, A. (2020). UNIDAD I "BALANCE DE MATERIA SIN REACCIÓN QUÍMICA EN FLUJO.
4. Chase, R., & Jacobs, R. (2014). ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES Producción y cadena de suministros: Vol. №3 (J. M. Chacón (Ed.); 13th ed.).
5. Guaraca, S. (2015). MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD, EN LA SECCIÓN DE PRENSADO DE PASTILLAS, MEDIANTE EL ESTUDIO DE MÉTODOS Y LA MEDICIÓN DEL TRABAJO, DE LA FÁBRICA DE FRENOS AUTOMOTRICES EGAR S.A. ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL.
6. Gutiérrez, C., & Almendáres, D. (2016). Propuesta de Modelo de Gestión por Procesos para el Taller de Servicio Automotriz “ServiAuto”, ubicado en Managua, Nicaragua. UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.
7. Kanaway, G. (2013). INTRODUCCION AL ESTUDIO DEL TRABAJO. In C. Sebilla (Ed.), Journal of Chemical Information and Modeling (Cuarta, Vol. 53, Issue 9). 1996. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
8. Méndez, J. (2010). APLICACIÓN DEL SISTEMA MOST PARA LA DETERMINACIÓN DE TIEMPOS ESTÁNDARES EN MAQUILADORA CHAMBERS DE MÉXICO S.A DE C.V. UNIVERSIDAD DE SONORA.
9. Niebel, B., & Freivalds, A. (2012). Ingeniería Industrial: Métodos estándares y diseño del trabajo (R. Alayón & A. Rodríguez (Eds.); Duodécima).
10. Peralta, J., Enrique, J., & Ocha, M. (2014). Estudio Del Trabajo (G. E. P. S. A. de C.V (Ed.); Primera). [https://www.academia.edu/26971034/Estudio\\_del\\_trabajo](https://www.academia.edu/26971034/Estudio_del_trabajo)
11. Render, B., & Heizer, J. (2007). Administración de la producción. In Ingeniería Industrial (Vol. 25, Issue 3, p. 99,100).
12. Rodríguez, N. (2015). ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DEL PERSONAL DE PRODUCCIÓN DE LA COMPAÑÍA MINERA AUTLÁN. 4. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/1892/1/T-UTC-1782.pdf>