

# Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de energías limpias

(Analysis of times and motions in the steam production process from a company that generates clean energy)

---

Daniel Bello Parra\*, Félix Murrieta Domínguez\*\* y Carlos Alberto Cortes Herrera\*\*\*

Recibido: 19/03/20

Aceptado: 16/06/20

## RESUMEN

El estudio de tiempo y movimiento es una técnica de gran ayuda para las empresas, el cual no es valorado actualmente. Ésta supone un valor importante para conseguir un trabajo de manera eficiente y eficaz. El estudio de tiempo y movimiento va dirigido a la mejora de la productividad y ha sido utilizada desde el siglo XIX. El análisis descrito en esta investigación tiene por objetivo identificar inconvenientes en la productividad por parte de los operadores de una empresa generadora de energías limpias en la región de Perote, Ver; aplicando un estudio de tiempos y movimientos mediante la técnica de cronómetro a vuelta cero y describiendo las actividades que se realizan en la recolección de datos de cada una de las estaciones de trabajo y que describa la eficiencia de sus operaciones actuales de la recolección de datos en la producción de vapor. Empleando el diagrama de Ishikawa y el método de las 6M se determinaron las principales causas que ocasionan una baja productividad. Después, se estandarizaron las tareas utilizando un diagrama de flujo de procesos, y finalmente, se estableció el tiempo de producción aplicando un estudio de tiempos por cronómetro a vuelta a cero. Con el uso de estas herramientas se determinó que en ninguna de las áreas el trabajo se cuenta con una cultura estandarizada para la realización de sus actividades equitativamente. A fin de dar solución a estos inconvenientes se describirán posibles áreas de mejora.

**Palabras claves:** Tiempos-movimientos; Productividad; Eficiencia; Estandarizar.

## ABSTRACT

*The study of time and motion is a really helpful technique for corporations which is not currently valued. This one assumes a very important value to get a job efficiently and effectively. The study of time and motion it is aimed at improving productivity and it has been used since the nineteenth century. The analysis described in this investigation has the aim to identify the inconvenient in the productivity by operators of a company that generates clean energy in the region of Perote, Veracruz; applying a study of time and motion using the timer technique to zero turn and describing the activities that are realized in the collection of data from each of the workstations and that describes the efficiency of their current operations with the data recollection in steam production. Using an Ishikawa diagram and the 6M method the main causes of low productivity were identified. The tasks were then stastonized using a process flowchart and finally production time was set by applying a time study by chronometer to return to zero. With the use of these tools it was determined that in any of the work areas there is a standardized culture for the realization of its activities equitably. To be in the interests of resolving these inconveniences will be described possible areas of improvement.*

**Keywords:** Time- motions; Productivity; Efficiency; Standardize

**JEL Classification:** M11

---

\* Tecnológico Nacional de México. Maestro en Gestión de la Calidad. Docente del Instituto Tecnológico Superior de Perote. Email: [ingbello74@hotmail.com](mailto:ingbello74@hotmail.com). <https://orcid.org/0000-0001-5245-909X>

\*\* Tecnológico Nacional de México. Maestro en Ingeniería Industrial. Docente del Instituto Tecnológico Superior de Perote. Email: [dquex1970@gmail.com](mailto:dquex1970@gmail.com). <https://orcid.org/0000-0001-9425-0534>

\*\*\* Estudiante del Instituto Tecnológico Superior de Perote. Email: [beto.32008731@gmail.com](mailto:beto.32008731@gmail.com)

## INTRODUCCIÓN

El estudio de tiempo y movimiento es una herramienta la cual sirve para determinar los tiempos estándar de cada una de las operaciones que componen cualquier proceso, así como para analizar los movimientos que son realizados por parte de un operario para llevar a cabo dicha operación.

A finales del siglo XIX, Frederick Taylor comenzó a estudiar los tiempos asociados con actividades laborales y desarrolló el concepto de tarea. Motivados por los estudios de tiempos de Taylor, alrededor del mismo periodo, la pareja de esposos Frank y Lillian Gilbreth condujeron estudios de movimientos (Krenn, 2011) que complementaron el trabajo de Taylor sobre estudios de tiempos.

La productividad se mide por el grado de eficiencia con que se emplean los recursos humanos y otros para alcanzar los objetivos empresariales. Esto quiere decir que se debe aplicar técnicas que permitan medir este grado de eficiencia. Para equilibrar la línea de trabajo, eliminar o reducir los movimientos no efectivos y acelerar los efectivos, se debe emplear un método (Niebel & Freivalds, 2014).

El objeto de un estudio de movimientos es eliminar o mejorar elementos innecesarios que podrían afectar la productividad, seguridad, y calidad de la producción. Un estudio de tiempos consiste en la determinación del tiempo que requiere completar un proceso, actividad, tarea o paso específico (Salvendy, 2001).

El estudio descrito en este artículo tuvo por objetivo identificar inconvenientes en la productividad por parte de los operadores de una empresa generadora de energías limpias en la región de Perote, Ver; primero se realizó un diagnóstico del proceso de producción para determinar el factor crítico en el proceso. Para conocer cuál es la causa que está provocando el problema de producción se utilizó el diagrama de Ishikawa, herramienta que mediante una gráfica relaciona un problema con los factores que posiblemente lo generan (Hauser, 2018). El método que se aplicó es el de las 6M's que consiste en agrupar las causas en las categorías de mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente, para determinar la causa del problema y relacionarla con alguna de las M's (Luca, 2016).

Aplicando un estudio de tiempos y movimientos mediante la técnica de cronómetro a vuelta cero y describiendo las actividades que permitan un procedimiento básico sistemático para realizar una medición del trabajo de manera sistemática mediante

las etapas de seleccionar, registrar, examinar, medir, compilar y definir, y que describan la eficiencia de sus operaciones actuales de la recolección de datos en la producción de vapor.

Para la evaluación de la productividad se tomó como referencia los tiempos de operación, de inspección, transporte, esperas y almacén, utilizando un Diagrama de flujo de procesos. Estos resultados obtenidos permitirán la conformación de una propuesta de mejora mediante datos reales para la realización de un sistema web y disminuir los tiempos de traslados, así como la captura de la información recolectada con mayor rapidez.

## I TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

La siguiente sección encierra el marco teórico en el cual se definen conceptos básicos del área de estudio de trabajo. Lo anterior para profundizar en conocimientos teóricos y familiarizar al lector con el lenguaje del área de estudio, y con esto evitar ideas inconclusas o interrogantes durante la lectura del presente documento.

### 1.1 Estudio de tiempos y movimientos

Una de las técnicas más utilizadas para superar deficiencias y elevar la productividad de los trabajadores es el estudio del trabajo, definido como el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando, tuvo sus orígenes a principios del siglo XX, con los trabajos realizados por Frederick W. Taylor y continuados unos años después por los esposos Gilbreth (Kanawaty, 1996),

Esta actividad implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido de trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables (Niebel & Freivalds, 2014).

El estudio de movimiento implica el análisis de los movimientos básicos de la mano, brazos y cuerpo, utilizados para llevar a cabo una tarea. Incluye el diseño del lugar de trabajo, el medio ambiente, así como las herramientas y el equipo utilizado en la operación (por ejemplo; *portapiezas, accesorios, herramientas manuales y máquinas herramientas*) (Groover, 2007). Para Niebel & Freivalds (2014), el estudio de métodos o movimientos, incluye el diseño, creación y selección de los mejores métodos, procesos, herramientas, equipos y habilidades de

manufactura para fabricar un producto, adicionalmente deben considerar sobre cualquier cosa la seguridad de los trabajadores (Meyers, 2005).

De acuerdo a Fuentes (2003), existen varios tipos de técnicas que se utilizan para establecer un estándar, cada una acomodada para diferentes usos y cada uso con diferentes exactitudes y costos. Algunos de los métodos de medición de trabajo son:

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

### 1.2 Estudio de tiempos con cronometro

Es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, con base en un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido. Un estudio de tiempos con cronómetro se lleva a cabo cuando se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea; cuando se presentan quejas de los colaboradores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación; cuando se encuentran demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones: cuando se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos y cuando se encuentren bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas. (García, 2005)

El estudio de tiempos con cronómetro se ha venido perfeccionando desde 1920 y actualmente se considera como un instrumento o medio necesario para el funcionamiento eficaz de las empresas o la industria. Los profesionales de la actualidad ven necesario considerar o tomar en cuenta al elemento humano en su trabajo.

### 1.3 Medición de tiempos (estudio de tiempos)

Autores como; Kanawaty, (1996); Baines, (1995), coinciden en afirmar que la medición del trabajo proporciona un medio para medir el tiempo empleado en la realización de una operación o una serie de operaciones de tal manera que separa los tiempos efectivos de los que no lo son.

Es un método investigativo basado en la aplicación de diversas técnicas para determinar el contenido de una tarea definida fijando el tiempo que un colaborador calificado invierte en llevarla a cabo con arreglo a una norma de rendimiento preestablecida. Los objetivos de la medición del trabajo son dos: es la

determinación del tiempo estándar e incrementar la eficiencia del trabajo. (García, 2005)

Equipo necesario para efectuar el estudio de tiempos.

1. Cronometro.
2. Formato de estudio de tiempos, (hoja de observaciones).
3. Tablero de observaciones.
4. Equipo auxiliar como, (tacómetro, vernier, flexo metro etc.)

De acuerdo a Meyers (2005) existen dos procedimientos básicos para medir el tiempo medido de los elementos de un ciclo de trabajo:

#### **a) Lectura continúa**

Consiste en accionar el cronómetro y leerlo en el punto de terminación de cada elemento sin desactivar el cronómetro mientras dura el estudio. \*se considera recomendable para cronometrar elementos cortos.

Ventajas de lectura continúa

1. Se obtiene un registro completo en un período de observación.
2. No se deja tiempo sin anotar.
3. Se obtienen valores exactos en elementos cortos.
4. Hay menos distracción en el analista.

Desventajas

1. Su cálculo numérico requiere de más tiempo.
2. Requiere mayor concentración del analista.

#### **b) Vuelta a cero o lectura repetitiva**

Consiste en accionar el cronómetro desde cero al inicio de cada elemento y desactivarlo cuando termina el elemento y se regresa a cero, esto se hace sucesivamente hasta concluir el estudio. Se considera recomendable para cronometrar elementos largos.

Ventajas de vuelta a cero o lectura repetitiva

1. El cálculo por elemento requiere de menos tiempo.
2. Los elementos fuera de orden se registran fácilmente.
3. Se obtienen valores exactos en elementos cortos.
4. Hay menos distracción en el analista.

Desventajas

1. Su cálculo numérico requiere de más tiempo.
2. Requiere mayor concentración del analista.
3. No se obtiene el registro completo al no considerar retrasos y elementos extraños.
4. Propicia distracción en el analista.

#### 1.4 Productividad

La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. Tradicionalmente la productividad se mide por el cociente entre la salida o resultado total y las entradas (o recursos) totales que se requirieron para producir dichas salidas. Mejorar la productividad implica el perfeccionamiento continuo del actual sistema para alcanzar mayores resultados. (Gutiérrez, 2005)

#### 1.5 Indicadores de productividad

Existen tres criterios comúnmente utilizados en la evaluación del desempeño de un sistema, los cuales están relacionados con la productividad:

**a) Eficiencia.**

Es la relación con los recursos o cumplimiento de actividades, como la relación entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de recursos estimados o programados y el grado en el que se aprovechan los recursos utilizados transformándose en productos.

**b) Efectividad**

Es la relación entre los resultados logrados y los resultados propuestos, permite medir el grado de cumplimiento de los objetivos planificados. La efectividad se vincula con la productividad a través de impactar en el logro de mayores y mejores productos.

**c) Eficacia**

Valora el impacto de lo que se hace, del producto o servicio que se presta. No basta con producir con 100% de efectividad el servicio o producto que se fija, tanto en cantidad y calidad, sino que es necesario que el mismo sea el adecuado; aquel que logrará realmente satisfacer al cliente o impactar en el mercado. Del análisis de estos tres indicadores se desprende que no pueden ser considerados ninguno de ellos de forma

independiente, ya que cada uno brinda una medición parcial de los resultados. (Koontz y Wehrich, 1998)

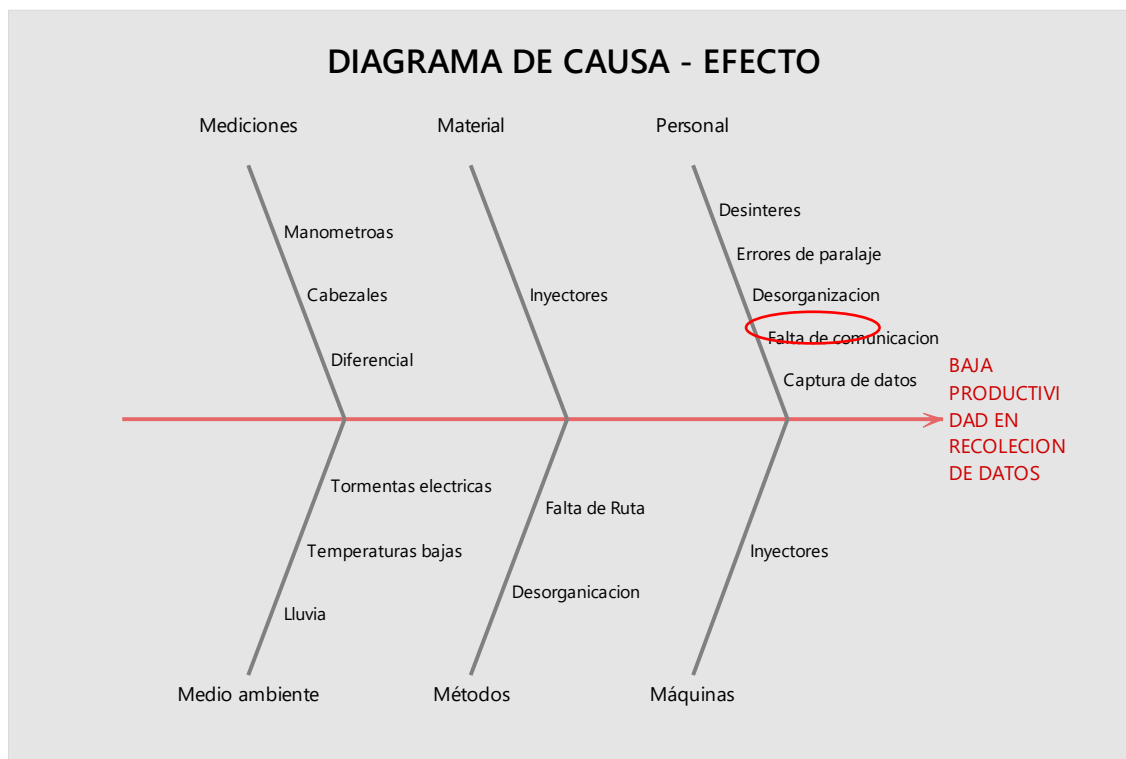
## **II MÉTODO**

En la empresa donde se realizó el estudio existe una deficiencia en la productividad de las actividades que se desempeñan, ya que no hay un sistema que regule las actividades para la captura de datos que esta se encarga de realizar y esto tiene como consecuencia una tardanza en los tiempos. Así mismo, existen algunas actividades que no se realizan diariamente debido a que no se encuentran estandarizadas lo que provoca que se trabaje de manera empírica y se presente una mayor variabilidad en los procesos, lo que provoca que se salten unas actividades o errores de paralaje, ocasionando una variable en la toma de información y esto podría provocar incumplimiento del producto, debido a los retrasos por parte de las personas encargadas de tomar las mediciones, repercutiendo en una pérdida de recursos considerable para la empresa considerando todos aquellos materiales que se utilizan para que las actividades se lleven a cabo. Por esto se realizó el análisis y así poder brindar ideas de mejora del proceso que utilizan para las actividades.

La finalidad de esta investigación es analizar los tiempos del proceso industrial, para la mejora del área de suministro dentro de la empresa donde se realizó el estudio; debido a que, existe una pérdida de recursos como lo son: combustible, desgastamiento de los neumáticos, mano de obra, tiempo, etc; lo que ocasiona visibles tiempos ociosos.

Para conocer cuál es la causa que está provocando el problema de producción se utilizó el diagrama de Ishikawa (Figura 1), herramienta que mediante una gráfica relaciona un problema con los factores que posiblemente lo generan (Hauser, 2018). El método que se aplicó es el de las 6M's que consiste en agrupar las causas en las categorías de mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente, para determinar la causa del problema y relacionarla con alguna de las M's (Luca, 2016).

Figura 1. Diagrama de causa - efecto



Fuente: Elaboración Propia con datos de Gutiérrez (2005)

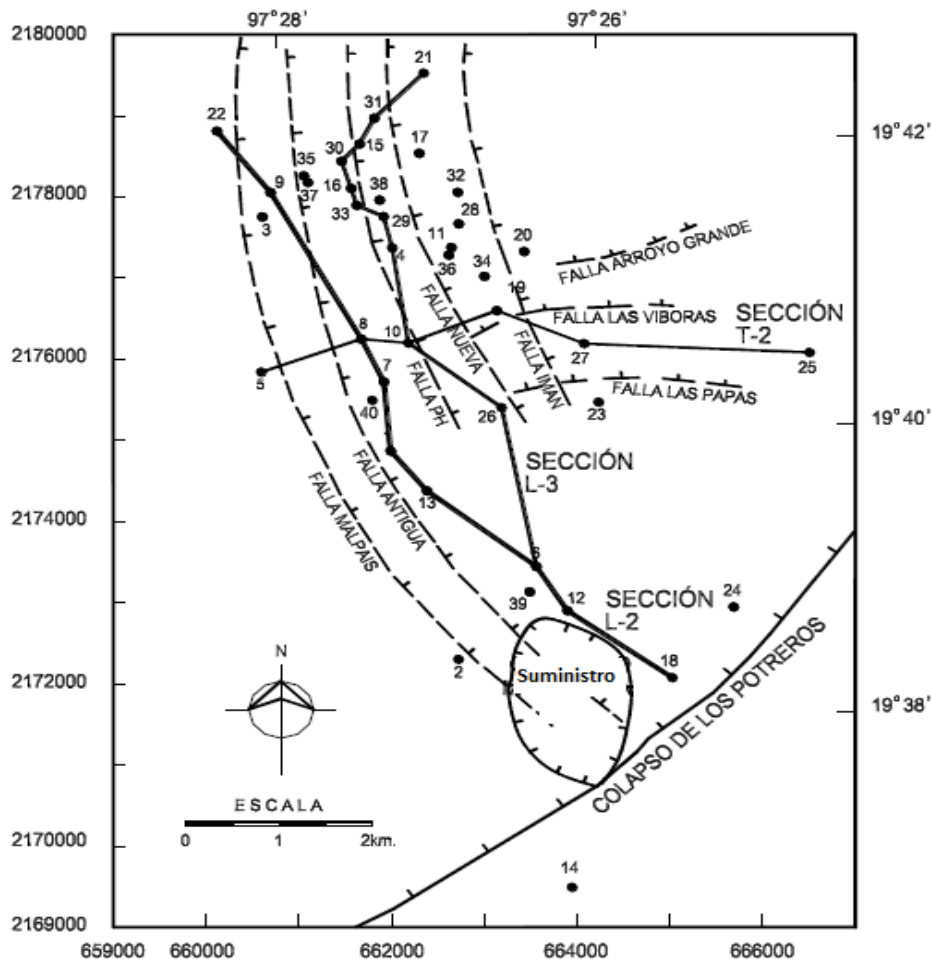
Analizando las posibles causas, se concluye que el origen del problema se encuentra en los métodos de trabajo en conjunto con la propia naturaleza del proceso, ya que no se estandarizó un recorrido de las actividades a realizar, además, una vez que se termina el recorrido los operadores regresan al área de suministro para proporcionar los datos recolectados, donde el jefe de turno tiene que llenar la información en una aplicación desde su pc para completar el proceso, a raíz de ello y basados en las observaciones se determinó que se requería realizar un estudio de tiempos y movimientos en el proceso que se realiza.

A fin de realizar un estudio de tiempos y movimientos lo más cercano a los entornos reales de las industrias de producción de energía eléctrica limpia con vapor, se decidió trabajar en la empresa geotérmica de la región, ya que aplican procesos que consiste en tomar mediciones de control, la empresa para realizar esta actividad cuenta con tres personas por turno que están desde el comienzo y con un encargado principal (Jefe de turno), esta es una actividad de suma importancia para la empresa debido a que si no cuentan con un control en lo que es la presión del vapor esta podría fluctuar y no abastecer la demanda que se requiere.

Para desarrollar el estudio primero se realizó un diagnóstico del proceso que hace el área de suministro para detectar la baja productividad en la recolección de datos, desde un punto de vista funcional, puesto que el estudio se orienta concretamente a lograr una mayor productividad aplicando el método de regresos a cero. Este método tiene tanto ventajas como desventajas comparado con la técnica de tiempo continuo. Algunos analistas de estudio de tiempos usan ambos métodos, con la idea de que los estudios en los que predominan los elementos prolongados se adaptan mejor a las lecturas con regresos a cero, y es mejor usar el método continuo en los estudios de ciclos cortos. (Meyers, 2000)

Se realizó un diagrama de flujo de proceso desde distintos enfoques: resumido, analítico y de recorrido (Figura 2), además de contar con un registro detallado del proceso paso a paso.

Figura 2: Diagrama de recorrido



Fuente: Elaboración propia con datos de Niebel & Freivalds, (2014)

**a) Seleccionar**

La empresa determinó que se estudiara el área de suministro debido a que esta presenta baja productividad en la recolección de datos y por consecuencia se determinó realizar un estudio de tiempos y movimientos con el método de cronómetro de regresos a cero.

**b) Registrar**

A continuación, en el proceso se obtuvo los datos necesarios para realizar el estudio de tiempos y movimientos con la técnica de cronómetro regreso a vuelta cero y determinar la tardanza de cada operario para realizar las actividades pertinentes, tanto en tiempo ciclo, como en tiempo por elemento.

**c) Examinar**

Una vez obtenidos los datos se analizó y examinó de forma crítica lo que se explicó en la fase anterior. Se

detallaron los puntos fuertes y débiles del proceso y se analizó si el método de trabajo con el que están trabajando es factible, separando el tiempo ciclo del tiempo de operación.

**d) Medición**

Se midió el tiempo de ciclo total de cada proceso, pero desglosándolo en el tiempo que se tardará tomando en cuenta todas las características: operación, transporte, demora, inspección y almacenamiento.

**e) Compilar**

Se determinó el tiempo estándar de las operaciones y se plasmó en la tabla 2 con el fin de agregarle suplementos a las actividades del proceso en este caso se determinó aumentarle el 10%.

**f) Definir**

Una vez recopilados todos los datos, se definió un tiempo estándar para la operación en el recorrido que

realizan, que supondrá la base para las futuras mejoras.

### III RESULTADOS

A la ejecución del estudio, se obtuvieron los resultados que se muestran en la tabla 1. En la fase de recopilación de datos que se obtuvo de los operarios que realizan el recorrido se determinó que no existe un control para la recolecta de datos debido a que no cuentan con una ruta especificada ocasionando

retrasos y por consecuencia hay ocasiones en las que no se recopila la información y se presentan los errores de paralaje.

Para la evaluación de la productividad se tomó como referencia los tiempos de operación, de inspección, transporte, esperas y almacén, para lo cual se utilizó el Diagrama de flujo de proceso, el cual arrojó los siguientes resultados.

**Tabla 1 Diagrama de flujo de proceso**

Diagrama de flujo del proceso		Resumen	
Ubicación: Empresa de la región		Evento	Presente
Actividad: Recolección De Datos en el turno de la mañana		operación	0.00
Fecha: 20/09/2019		Transporte	26.00
Encierre En Un Circulo El Método Y Tipo Apropriad		Retrasos	0.00
Método: <del>Presente</del> Propuesto		Inspeccion	26.00
Tipo: <del>Trabajado</del> Material Máquina.		Almacenamiento	2.00
Comentarios:		Tiempo (seg)	12085.93
		Costo	
Descripción De Los Eventos	Símbolo	Tiempo (En Segundos)	Recomendaciones Al Metodo
recogida de material en suministro	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	1116.65	
hacia pozo 38	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	1140.00	
inspeccion del carcamo	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	82.11	
hacia pozo 29	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	170.40	
inspeccion de nivel de agua	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	189.50	
hacia pozo 35	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	175.20	
inspeccion de vapor	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	26.68	
hacia pozo 65	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	443.40	
inspeccion de vapor	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	47.72	
hacia pozo 63	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	96.00	
inspeccion de vapor	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	29.19	
hacia pozo 33	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	151.20	
inspeccion del carcamo	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	142.26	
hacia pozo 9-10	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	1069.20	
captura de datos	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	186.87	
hacia separadores 1,2,3,4	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	84.00	
presion de vapor	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	172.42	
hacia pozo 11	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	355.20	
presion de vapor	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	41.92	
hacia pozo 64	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	207.60	
presion de vapor	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	25.01	
hacia pozo 34	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	140.40	
presion de vapor	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	31.15	
hacia pozo 55	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	160.80	
presion de vapor	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	20.63	
hacia pozo 46	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	215.40	
presion de vapor	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	67.17	
hacia pozo 38	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	452.40	
inspeccion de presion de carcamo	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	47.11	
hacia pozo 29	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	320.40	
inspeccion de nivel de agua	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	91.17	
hacia unidad 2	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	321.60	
inspeccion del consumo de energia	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	544.38	
hacia pozo 40	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	175.20	
inspeccion de agua del inyector	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	60.17	
hacia pozo 7	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	45.00	
inspeccion de vapor	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	152.97	
hacia unidad 2	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	815.40	
inspeccion de vapor	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	134.75	
hacia pozo 42	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	160.80	
inspeccion de vapor	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	30.04	
hacia suministro	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	508.80	
Captura de datos al servidor	○ → □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩	1637.67	

Fuente: Elaboración propia con datos de Niebel & Freivalds, (2014)

Para medir la productividad de proceso en general (Figura 3), la fórmula a considerar es la siguiente:

$$Productividad = \frac{Tiempo\ de\ operacion}{Tiempo\ total(operacion, inspeccion, esperas, transporte y almacen)}$$

$$Productividad = \frac{2302.70}{14791.10}$$

$$Productividad = 0.1557 \approx 15.57\%$$

Figura 3: Gráfica circular



Fuente: Elaboración Propia con datos de Gutiérrez (2005)

Se comprobó que el tiempo estándar en las diferentes actividades que realizan los operarios son variables como se observa en la tabla 2.

Tabla 2: Resultados del análisis de tiempos

Área	Tiempo acumulado	Suplementos 10%	Tiempo Estándar Por Área	Operarios
Carcamo	953.31	95.33	1048.64	3
Inyectores	358.04	35.80	393.84	3
Unidad Generadora	215.8	21.58	237.38	3
Separadores	566.22	56.62	622.84	3

Fuente: Elaboración Propia con datos de Gutiérrez (2005)

Que en la recolecta de datos en los inyectores, unidades generadoras, cárcamos y separadores con un suplemento del 10% son de 2302.70 segundos que son equivalentes a 38 minutos

con 22 segundos, esto quiere decir que de los 14791.10 segundos que son equivalentes a 4 horas con 6 minutos solo el 15.57% del tiempo es para la recolecta de datos y el 84.43% del tiempo restante es utilizado para el traslado de los operarios.

#### IV DISCUSIÓN

Se debe siempre de tener en cuenta que a la hora de realizar un estudio de tiempo y movimiento y de utilizar las técnicas propuestas, se necesitara que el analista domine la técnica de la labor que se va a estudiar, así como el método a estudiar debe de ser estandarizado. Aspectos importantes por parte del analista que realizara el estudio es que este debe de estar capacitado en los temas a tratar y debe de contar con las herramientas necesarias que permitan la realización de un análisis que sirva de provecho para la empresa.

Esta investigación se desarrolló, con la finalidad de lograr obtener información y conocimiento de los procesos que realizan los operadores, así como del envío de la información necesaria para el registro y continuación de los siguientes procesos, para la obtención de vapor que generé energía eléctrica de forma limpia y poder estructurar una adecuada propuesta de mejora mediante la realización de un sistema web que elimine actividades que no agregan valor al proceso.

Basándose en la conclusión que se obtuvo se recomienda lo siguiente:

- a) Implementar un sistema web la cual su función principal será de disminuir los tiempos de traslados y capturar la información recolectada con mayor rapidez debido a que con el sistema actual realizan doblemente la captura de datos, debido a que la toman en campo en una bitácora escrita a mano y después de que hayan recolectado toda la información se dirigen al área de suministro para capturar los mismos datos en el servidor central



- b) Como manera de reforzamiento a la recomendación anterior se deberá de implementar una manual de procedimientos para el uso del sistema web con el fin de que los operarios puedan utilizar dicho sistema adecuadamente.

## REFERENCIAS

- Baines, A. (1995). Work measurement-the basic principles revisited. Work Study, Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1108/00438029510096553>
- Fuentes G. (2003). Estudio de Tiempos y movimientos a las operaciones realizadas en una pequeña industria de productos lácteos. USAC, Facultad de Ingeniería, Recuperado de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_1095\\_IN.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1095_IN.pdf)
- García, R. (2005). Estudio del trabajo: ingeniería de métodos y medición del trabajo. México, D.F.: McGraw Hill Interamericana
- Gutiérrez, H. (2005). Calidad total y productividad. (2ª. Edición). México, D.F: MacGraw-Hill
- Hauser, S. (2018). Analysis of Requirement Problems Regarding Their Causes and Effects for Projects with the Objective to Model Qualitative PRIs - Empirical study, CEUR Workshop Proceedings. Holanda.: CEUR-WS.
- Kanawaty, G. (1996). Introducción al estudio del trabajo. Ginebra, Organización internacional del Trabajo
- Kootz, H., & Weihrich, H. (1998). Administración. (11ª. Edición). México, D.F.: McGraw-Hill.
- Krenn, M. (2011). From Scientific Management to Homemaking: Lillian M. Gilbreth's Contributions to the Development of Management Thought, Recuperado de: doi: 10.1177/1744935910397035, Management and Organizational History.
- Luca, L. (2016). A New Model of Ishikawa Diagram for Quality Assessment, Recuperado de: doi: 10.1088/1757-899X/161/1/012099, 20th Innovative Manufacturing Engineering and Energy Conference, IOP Publishing Ltd, Kallithea, Grecia.
- Meyer, F. (2005). Estudio de Tiempos y Movimientos para la Manufactura Ágil. (4ta. Edición). México, D.F.: Editorial Pearson Educación.
- Meyers, F. (2000). Estudio de Tiempos y Movimientos. (2ª. Edición). México, D.F.: Pearson Educación
- Niebel, B., & Freivalds A. (2014). Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo, (11ª Ed). Buenos Aires, Argentina.: Alfa omega
- Salvendy, G. (2001). Handbook of Industrial Engineering: Technology and Operations Management. New York, USA.: John Wiley & Sons