

ARTICULO CIENTÍFICO

“MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DEL ESTUDIO DEL TRABAJO EN LA INDUSTRIA PALUGI DE LA CIUDAD DE IBARRA.”

Autor-Lissette REVELO, Coautor-Juan Carlos PINEDA

Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Universidad Técnica del Norte, Av. 17 de Julio 5-21 Ciudad Ibarra, Provincia Imbabura

Autor monalis_@hotmail.com, coautor jc-pineda24@hotmail.com

Resumen.

La Productividad puede definirse como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. En la fabricación, la productividad sirve para evaluar el rendimiento en los talleres, las maquinas, los equipos de trabajo y los empleados. (Niebel & Freivalds)

“En el trabajo de hacer y mover, buena parte de las tareas realmente se gradúa al paso de maquinarias, el trabajador sirve a la maquinaria, y en el trabajo de conocimiento y prácticamente en todos los trabajos de servicio, la maquinaria sirve al trabajador.” (Drucker)

“Se entiende por productividad la relación existente entre la cantidad de productos generados de un determinado proceso de transformación, y la cantidad de insumos utilizados para obtener esa cantidad de productos” (García.)

El mejoramiento continuo del actual sistema, es decir, mientras calidad es ver a la empresa hacia fuera, productividad es ver hacia dentro y analizar la forma en que funciona el actual sistema. En general, la productividad se mide por el cociente: Medición de la

Productividad, Mejora de la Productividad y Factores que afectan la Productividad.

En la actualidad, conjugar adecuadamente los recursos económicos, materiales y humanos origina incrementos de productividad. Con base en la premisa de que en todo proceso siempre se encuentran mejores posibilidades de solución, pueden efectuarse un análisis a fin de determinar en qué medida se ajusta cada alternativa a los criterios elegidos y a las especificaciones originales, lo cual se logra a través de los lineamientos del estudio de métodos. (García Criollo)

Por medio del estudio de tiempos y movimientos se pueden determinar los tiempos estándar de cada una de las operaciones que componen un proceso, así como analizar los movimientos que hace el operario para llevar a cabo la operación. De esta forma se evitan movimientos innecesarios que solo incrementan el tiempo de la operación.

Permite detectar operaciones que estén causando retrasos en la producción y mejorar la eficiencia de la línea. Dentro del estudio de tiempos y movimientos,

también se toman en cuenta las condiciones del ambiente, ya que estas influyen en el desempeño de los operarios. Es necesario mantener buenas condiciones ambientales para reducir la fatiga.

Consiste también en analizar detalladamente los movimientos del cuerpo al realizar una actividad con el objetivo de eliminar los movimientos inefectivos y facilitar la tarea. Se puede aplicar en dos formas, el estudio visual de los movimientos y el estudio de los micros movimientos. El primero se aplica más frecuentemente por su mayor simplicidad y menor costo, el segundo sólo resulta factible cuando se analizan labores de mucha actividad cuya duración y repetición son elevadas. (Fonseca, 2002)

Palabras Claves

Productividad, Estudio de Tiempos y Movimientos, Estudio del Trabajo

Abstract. Productivity can be defined as the ratio between the amount of goods and services produced and the amount of resources used. In manufacturing, productivity is used to evaluate performance in the workshops, machines, work teams and employees. (Niegel & Freivalds)

"In the work of making and moving, much of the work actually graduates the passage of machinery, the worker serves the machinery, and knowledge work and virtually all service work, machinery serves the worker. " (Drucker)

" Productivity is defined as the ratio between the amount of products generated in a given process of transformation, and the quantity of inputs used to produce that amount of products" (García.)

Continuous improvement of the current system, is, while quality is to see the company out, productivity is to see into and analyze how the current system works. In general, productivity is measured by the ratio: Measuring Productivity, and Productivity Improvement Factors Affecting Productivity.

At present, properly combine the financial, material and human resources creates productivity gains. Based on the premise that all processes are always best possible solutions may be possible an analysis to determine the extent to which each alternative meets the criteria chosen and the original specifications, which is achieved through the guidelines of the study methods. (García Criollo)

Through time and motion study can determine the standard times for each of the operations that make up a process and analyze the movements made by the operator to carry out the operation. In this way unnecessary movement that only increases the time of the operation are avoided.

Detects operations that are causing production delays and improve the efficiency of the line. Within the time and motion study, environmental conditions are also taken into account, as this influence the performance of the operators. It is necessary to maintain good environmental conditions to reduce fatigue.

Also to analyze in detail the movements of the body to perform an activity in order to eliminate ineffective movements and facilitate the task. Can be applied in two ways, the visual study of the movements and the study of the movements micro. The first is most often applied for its simplicity and lower cost, the second is only feasible

when busy work analyzes the duration and repetitions are high. (Fonseca, 2002)

Keywords

Productivity, Time and Movement Studio,
Studio Job.

1. Introducción

Llevar a cabo un estudio de tiempos y movimientos es de gran importancia en cualquier empresa donde existe un proceso de producción; tal es el caso del proceso de producción de Granola, en donde gran parte de las operaciones que conforman el proceso son manuales, por lo cual debe existir un estricto control en los tiempos y movimientos de las operaciones para evitar atrasos que impliquen costos.

Establecer un tiempo estándar a las operaciones ejecutadas en la producción de Granola es importante, pues ayudará a programar eficientemente la producción, utilizando de una manera eficaz los recursos con que se cuenta, obteniendo un rendimiento más alto y por ende el aprovechamiento adecuado del personal involucrado y equipo utilizado.

Después de realizar la investigación, se deben analizar los resultados y definir la forma en que se le dará seguimiento al estudio para llevar un control de los tiempos y movimientos, y mejorar el proceso constantemente. Para el desarrollo se han aplicado los conocimientos adquiridos a lo largo de mi carrera universitaria.

2. Herramientas y Métodos

Dado que las herramientas cumplen un papel muy importante, es conveniente conocerlas y son:

- Cronómetro;
- Tablero de observaciones;
- Cámara de video
- Formularios de estudio de tiempos.

Cronómetro



Ilustración 2-1 Cronómetro (cortesía de Meylan Corporation).

Estos tipos de cronómetro que se muestran a continuación siguen en uso hoy en día. La Organización Internacional del Trabajo recomienda para efectos del estudio de tiempos dos tipos de cronómetros:

- El mecánico: que a su vez puede subdividirse en ordinario, vuelta a cero, y cronómetro de registro fraccional de segundos.
- El electrónico: que a su vez puede subdividirse en el que se utiliza solo y el que se encuentra integrado en un dispositivo de registro.

Es recomendado que el cronómetro utilizado para el estudio de tiempos sea exclusivo de estos menesteres, deben manipularse con cuidado, dejar que se paren en periodos de inactividad y periódicamente se deben mandar a verificar y limpiar. (Meyers, Segunda Edición, pág. 137 y 138)

Tablero Para Formularios De Estudio De Tiempos



Ilustración 2-2 Tabla de estudios de tiempos de un cronometro (cortesía de Meylan Corporation).

En el tablero se fijan los formularios para anotar las observaciones. Las características que debe tener el tablero son su rigidez y su tamaño, pueden o no tener un dispositivo para sujetar el cronómetro, de tal manera que el especialista pueda quedar con las manos libres y vea fácilmente el cronómetro. (Meyers, Segunda Edición, pág. 143)

Cámara de Video



Ilustración 2-3 Cámara de video (cortesía de Meylan Corporation).

Una de las mejores herramientas para el estudio, registro de métodos y estándares de tiempo es la cámara de video que además sirve para grabar una operación y

revisarla con el objeto de analizarla y mejorar los métodos. (Meyers, Segunda Edición, pág. 144)

Formularios Para El Estudio De Tiempos

A detailed grid-based observation sheet for time study. It includes columns for 'Observation', 'Start Time', 'End Time', 'Duration', and 'Remarks'. The sheet is divided into sections for different tasks or elements, with some cells highlighted in green.

Ilustración 2-4 Hoja de Observaciones (cortesía de (García Criollo))

Un Estudio de Tiempos demanda el registro de gran cantidad de datos como descripción de elementos, observaciones, duración de elementos, valoraciones, suplementos, notas explicativas. Los formularios son la parte más complicada del estudio de tiempos ya que están diseñadas para poder guiar el procedimiento de forma correcto. (García Criollo) (Meyers, Segunda Edición, pág. 136)

Pasos Básicos para su Realización

Preparación

- Selección de la operación
- Selección del trabajador
- Actitud frente al trabajador
- Análisis de comprobación del método de trabajo

Ejecución

- Obtener y registrar la información

- Descomponer la tarea en elementos
- Cronometrar
- Calcular el tiempo observado

El **Precio de Venta Unitario**, el costo unitario es \$2,26 pero venden la funda a \$2,50.

Valoración

- Ritmo normal del trabajador promedio.
- Técnicas de valoración.
- Calculo del tiempo base o valorado.

El **Costo de Mano de Obra por Hora**, Industria Palugi cancela la cantidad de \$1,99 la hora normal es decir 8 horas dando un total de \$15,92, sin embargo, los operarios trabajan 4 horas extras diariamente, teniendo un costo de \$ 2,98 por hora, para el cálculo de la mano de obra por hora realizamos la suma de ambos costos dando como resultado por trabajador \$382 por el turno de 8 horas y \$286,20 de horas extras, dando \$667,80 en 24 días.

Suplementos

- Análisis de demoras.
- Estudio de fatiga.
- Calculo de suplementos y sus tolerancias.

Tiempos Estándar

- Error de tiempo estándar.
- Calculo de frecuencia de los elementos.
- Determinación de tiempos de interferencia.
- Calculo de tiempo estándar.

$$1,99 * 8 \text{ horas} = \$15,92$$

$$\$2,98 * 4 \text{ horas} = \$11,92$$

$$\$15,92 + \$11,92 = \mathbf{\$2,84}$$

2.1 Metodología

INDICADORES DE LA PRODUCTIVIDAD

Ayuda a conocer que porcentaje de incremento o disminución de productividad, posee la empresa conforme a un indicador de relación de periodo para comparar el mismo.

El **Volumen de Ventas**, la producción total del pedido es 73333 fundas de granola.

El **Número de Horas Empleadas** en Industria Palugi es solamente un turno de 8 horas y 4 horas extras de lunes a viernes dando un total de 12 horas diarias, utilizando en los 24 días 288 horas.

El **Costo de Materia Prima Unitario** es de \$2,07.

El **Número de Unidades de Materia Prima Empleadas** son el número de fundas de granola que el PAE (Programa de Alimentación Escolar) requiere que son 73333

Los **Otros Gastos** es la suma de los otros gastos variables (\$1648,68) más los costos fijos (\$1881,67).

PRODUCCIÓN TOTAL	73333,3
-----------------------------	----------------

$$\begin{aligned} \text{Otros Gastos} &= 1648,68 \text{ dólares} + 1881,67 \text{ dólares} \\ &= \$3530,35 \end{aligned}$$

Las **Ventas** se calculan multiplicando el volumen de ventas 73333 fundas de granola por el precio de venta unitario \$ 2,50.

$$\text{Ventas} = 73333 \text{ fundas} * 2,50\$ = \$ 183.333$$

El **Costo Total de Mano de Obra** lo calculamos multiplicando el costo de mano de obra \$27,84 por hora por el número de días y números de trabajadores que son 15.

$$\begin{aligned} \text{Costo total de mano de obra} \\ &= 27,84 \$ * 24 \text{ días} \\ &* 15 \text{ trabajadores} = \$ 10017 \end{aligned}$$

El **Costo Total de Materia Prima** lo calculamos multiplicando el costo de materia prima unitario \$2,07 por el número de unidades de materia prima empleadas 73333.

$$\begin{aligned} \text{Costo total de materia prima} &= 2,07 \$ * 73333 \\ &= \$ 151,868 \end{aligned}$$

INDICE DE PRODUCTIVIDAD		
	PERIODOS	
	ACTUAL	
Volumen de Ventas	73333	
Precio de Venta unitario	\$ 2,50	
Costo de Mano de Obra x Hora	\$ 27,8	
N° de días Empleados	24	
N° de Trabajadores	15	
Costo de Materia Prima Unitario	\$ 2,07	
N° de Unidades de materia Prima Empleadas	73333	
Otros Gastos Fijos	\$ 3.530,35	
	ACTUAL	
	Valor	IP
Ventas	\$ 183.333	
Costo Total de Mano de Obra	\$ 10.017	18,30
Costo Total de Materia Prima	\$ 151.868	1,21
Indice de Productividad Total	1,11	
% de Incremento o Disminucion de Productividad respecto al periodo inmediatamente anterior		
Utilidad	\$ 17.919	

Utilidad

Para el cálculo de la utilidad aplicamos la suma de ventas (\$183,333) menos la suma del costo total de mano de obra (\$10,017) + el costo total de materia prima (\$151,868) + otros gastos (\$3530), dando como resultado una utilidad de \$ 17,919.

$$\begin{aligned} \text{Utilidad} &= \text{Ventas} - (\text{Costo total MO} \\ &+ \text{Costo total MP} + \text{Otros Gastos}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Utilidad} &= \$183,333 - (\$10017 + \$151,868 \\ &+ \$3530) \end{aligned}$$

$$\text{Utilidad} = \$17919$$

Productividad Monofactorial

- *Ventas*

Se lo calcula las ventas aplicando los datos ya conocidos anteriormente con la siguiente formula:

$$\text{Ventas} = \text{Volumen de ventas}$$

$$* \text{Precio de venta unitario}$$

Ecuación 2-1 Ventas (Muñoz Negrón, 2009)

El volumen de ventas es 73333 fundas de granola

$$\text{Ventas} = 73333 \text{ fundas de granola} * \$2,50$$

$$\text{Ventas} = \$ 183.333$$

- *Índice de Productividad de Mano de Obra*

Para calcular el índice de productividad de mano de obra ubicamos los datos ya calculados como las ventas y el costo total de mano de obra en la siguiente ecuación:

$$IPMO = \frac{\text{Ventas}}{\text{Costo total de mano de obra}}$$

Ecuación 2-2 Índice de Productividad de Mano de Obra (Meyers, Segunda Edicion)

$$IPMO = \frac{\$183.333}{\$10017} = \$ 18,30$$

- *Índice de Productividad de Materia Prima*

Para calcular el índice de productividad de materia prima, tomamos en cuenta las ventas que son \$183,333 sobre el costo total de materia prima.

$$IPMP = \frac{\text{Ventas}}{\text{Costo total de materia prima}}$$

Ecuación 2-3 Índice de Productividad de Materia Prima (Meyers, Segunda Edicion)

$$IPMP = \frac{\$183.333}{\$151,868} = \$ 1,21$$

Productividad Multifactorial

Para calcular la productividad multifactorial tomamos en cuenta las ventas que son \$183,333 sobre el costo total de mano de obra (\$10017) + costo total de materia prima (\$151,868) + otros gastos (\$3530).

P.M.

$$= \frac{\text{Ventas}}{(\text{Costo total MO} + \text{Costo total MP} + \text{Otros Gastos})}$$

Ecuación 2-4 Productividad Multifactorial (Meyers, Segunda Edicion)

$$P.M = \frac{\$183.333}{(\$10017 + \$151.868 + \$3530,35)}$$

$$P.M = \$1,11$$

Productividad Inicial

Para calcular la productividad total tomamos en cuenta la producción que realiza diariamente industria

Palugi sobre la cantidad de horas que necesita para su producción.

$$\begin{aligned} \text{Productividad Inicial} &= \frac{3056 \text{ fundas de granola}}{12 \text{ horas}} \\ &= 254,6 \text{ fundas} / 12h \end{aligned}$$

n= Tamaño de la muestra

Z= Nivel de confianza 95%

P= Probabilidad de ocurrencia 50%

Q= Probabilidad de no ocurrencia 50%

N= Población o Universo

e= Nivel de error el 5%

ESTUDIO DE TIEMPOS EN INDUSTRIA PALUGI

- **Población y Muestra**

Industria Palugi está conformada por 15 personas, por ese motivo cabe mencionar que para objeto de esta investigación se tomó al personal operativo.

$$n = \frac{(1,96)^2 * 0,5 * 0,5 * 15}{(1,96)^2 * 0,5 * 0,5 + 15(0,05)^2}$$

$$n = \frac{(3.8416) * 0,5 * 0,5 * 15}{(3.8416) * 0,5 * 0,5 + 15 * (0,0025)}$$

$$n = \frac{14.406}{0,9979}$$

$$n = 14,43$$

MUESTRA	PERSONAL
Nivel Operativo	15

Tabla 0-1 Población y Muestra

Elaborado por: Lissette Revelo Conforme

Como se muestra la población antes mencionada es pequeña, no requiere estrictamente el cálculo de la muestra; sin embargo por motivos demostrativos a continuación se realiza el procedimiento respectivo de cálculo:

$$n = \frac{Z^2 * P * Q * N}{Z^2 * P * Q + Ne^2}$$

Ecuación 0-1 Población y Muestra (Heizer & Render, 2009)

El valor anterior de 14,43 personas corresponde a la muestra, que en el presente caso como ya se indicó no será usada, por lo que la encuesta se aplicará a las 15 personas que conforman el grupo poblacional.

MÉTODO Y COSTOS ACTUALES

El pedido 73333 fundas de granola tiene una duración de 24 días, si el costo por día es \$27,84 será 667,80 dólares de mano de obra directa.

$$\begin{aligned} \text{Costo de mano de obra (73333 fundas)} \\ &= \$27,84 * 24 \text{ dias} = 667,80 \$ \end{aligned}$$

Se elabora 254,6 fundas de granola por hora o 4,24 fundas por minuto.

$$\frac{3056 \text{ fundas}}{254,6 \text{ fundas/hora}} = 12 \text{ horas/3056 fundas}$$

Como observamos necesitamos 12 horas para cumplir con la producción.

$$3056 \frac{\text{fundas}}{\text{dia}} * \frac{1 \text{ dia}}{12 \text{ horas}} = 254,6 \text{ fundas/horas}$$

$$254,6 \frac{\text{fundas}}{\text{hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} = 4,24 \text{ fundas/min}$$

$$\frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ funda}} * \frac{\text{fundas}}{4,24 \text{ min}} = 14,13 \text{ seg}$$

$$14,13 \text{ seg} \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} = 0,22 \text{ min/funda}$$

El método actual requiere un tiempo de 0,22 minutos por funda de granola, a continuación realizamos el cálculo para su demostración.

NUEVO MÉTODO Y COSTO

Debemos reducir costos. Si adquirimos un nuevo horno de 10.000 dólares aumentara la producción diaria, reduciendo el tiempo a 0,157 minutos por funda de granola.

Primero. ¿Cuántos hornos tendremos que adquirir para producir 73333 fundas en 24 días?

$$\frac{73333 \text{ fundas}}{24 \text{ días}} = 3056 \text{ fundas diarias}$$

720 minutos/turno diario

30 minutos almuerzo

690 minutos/turno @100%

@95% eficiencia esperada

655,5 minutos efectivos disponibles para obtener 3056 fundas por turno

$$\frac{655,5 \text{ minutos}}{3056 \text{ unidades}} = 0,22 \text{ minutos/funda}$$

Para producir 3056 fundas de granola por día, necesitamos una unidad cada 0,22 minutos.

$$\begin{aligned} \text{Cantidad de máquinas} &= \frac{0,157 \text{ minutos/funda}}{0,22 \text{ minutos/funda}} \\ &= 0,71 \cong 1 \end{aligned}$$

Adquirimos un horno a 10,000 dólares, siendo esta nuestra inversión.

Segundo, ¿Cuánto será nuestro costo de mano de obra?

$$\begin{aligned} \text{fundas por hora} &= \frac{60 \text{ minutos/hora}}{0,157 \text{ minutos/funda}} \\ &= 382 \text{ fundas/hora} \end{aligned}$$

La producción actual es 254,6 fundas por hora, la nueva producción con la máquina adquirida es de 382 fundas por hora.

AHORRO: DÓLARES DE MANO DE OBRA DIRECTA

Con el nuevo método aplicado se fabrica 382 fundas/hora, esta cantidad multiplicada por las 12 horas, tenemos como resultado 4585 fundas diarias.

$$\begin{aligned} \text{Producción Método Nuevo (12h)} \\ &= 382 \text{ fundas/h} * 12 \text{ horas} \\ &= 4585 \text{ fundas/diarias} \end{aligned}$$

Necesitamos una producción mínima de 3056 fundas diarias, aunque con la nueva máquina realizamos 4585 fundas, debemos tomar en cuenta que aún se ocupan las 4 horas extras; el objetivo es reducir costos así que haremos un cálculo ocupando solo las 8 horas diarias para conocer cuál es la producción en ese tiempo.

$$\begin{aligned} \text{Producción Método Nuevo (8h)} \\ &= 382 \text{ fundas/h} * 8 \text{ horas} \\ &= 3056 \text{ fundas/diarias} \end{aligned}$$

Como ya se conoce la producción mínima es 3056 fundas diarias; nos da como resultado 3056 fundas utilizando solo 8 horas laborables siendo igual la producción que se realiza en 12 horas, existiendo una reducción de horas laborables.

El costo por mano de obra en un solo trabajador es \$667,80, con la reducción de horas ya no necesitaríamos horas extras para lograr la producción de 3056 fundas de granola, es decir:

El costo por hora es \$1,99, el turno diario es de 8 horas laborables, multiplicamos el costo por las 8 horas.

$$1,99 * 8 \text{ horas} = \mathbf{15,92\$}$$

Multiplicando esta cantidad para los 24 días laborables tenemos un costo de \$382,06

$$15,92 * 24 \text{ diarias} = \mathbf{382,60\$}$$

Ahorro en un solo trabajador:

Método anterior	\$667,80 en 24 días
Método Nuevo	—\$382,60 en 24 días
Ahorro	\$285,20 en 24 días

Se realiza el cálculo para los 15 trabajadores, como ya se conoce el costo diario es de \$15,92.

$$1,99 * 8 \text{ horas} = \mathbf{15,92\$}$$

El costo por mano de obra en todos los trabajadores con el método actual es:

$$667,80 * 15 \text{ trabajadores} = \mathbf{10,017\$}$$

Tenemos un costo de \$382,06 en 24 días utilizando solo 8 horas laborables, para conocer el costo total de mano de obra de los 15 trabajadores con el nuevo método, realizamos una simple multiplicación.

$$\$382,60 * 15 \text{ trabajadores} = 5,739\$$$

Ahorro en 15 trabajadores:

Método anterior \$10,017 en 24 días (15 trabajadores)

Método Nuevo \$ 5,739 en 24 días (15 trabajadores)

Ahorro \$4,278 en 24 días (15 trabajadores)

RETORNO SOBRE LA INVERSIÓN

Como siguiente paso calculamos el rendimiento sobre la inversión (ROI)

$$ROI = (\text{Beneficio obtenido} - \text{inversión}) / \text{Inversión}$$

Ecuación 0-2 Retorno sobre la Inversión (Meyers, Segunda Edición)

$$\frac{\text{Rendimiento(ahorro)}\$4,278}{\text{Inversión (costo)}\$10,000} = 0,428$$

$$0,428 = 0 \text{ años}$$

$$0,428 * 12 \text{ meses} = 5,1336 = 5 \text{ meses}$$

$$0,1336 * 24 \text{ días} = 3 \text{ días}$$

Se recupera la inversión en 0 años, 5 meses y 3 días.

IMPLEMENTACIÓN

Productividad Monofactorial

- *Ventas*

En ventas no existe variación debido a que estas son de acuerdo a la demanda de PAE (Programa de Alimentación Escolar)

$$\text{Ventas} = \$183.333$$

- *Índice de Productividad de Mano de Obra*

El índice de productividad de mano de obra ya calculado anteriormente en es de \$32.

- *Índice de Productividad Promedio de Mano de Obra*

Para calcular el índice de productividad promedio de mano de obra tomamos en cuenta el índice de mano de obra inicial (\$18,30) y el índice de mano de obra final (\$32); realizando una suma de estos índices y dividiendo para dos.

Índice de Productividad Promedio de MO

$$= \frac{\$18,30 + \$32}{2} = 25,17$$

Ecuación 0-3 Índice de Productividad Promedio de Mano de Obra (Meyers, Segunda Edición)

- *Índice de Productividad de Materia Prima*

Debido a que no existió ningún cambio en la variación del costo de materia prima el índice se mantiene con la misma cantidad de \$1,21.

- **Índice de Productividad Promedio de Materia Prima**

El índice de productividad promedio de materia prima lo calculamos sumando el índice de productividad de materia prima inicial y final; sumamos dichas cantidades y dividimos para dos, debido a que no existe variación ya que ambos su índice es (\$1,21) la cantidad va ser igual .

$$\begin{aligned} \text{Índice de Productividad de MP} &= \frac{\$1,21 + \$1,21}{2} \\ &= \$1,21 \end{aligned}$$

Ecuación 0-4 Índice de Productividad Promedio de Materia Prima (Meyers, Segunda Edición)

Productividad Multifactorial

Calculamos la productividad multifactorial con la implementación de la mejora de la productividad, ubicando los nuevos datos ya calculados anteriormente; como las ventas (\$183,333) dividido para el costo total de mano de obra con la mejora que es (\$5724); más costo total de materia prima (\$151,868); más otros gastos que es la suma de costos variables y costos fijos.

$$P.M. \text{ final} = \frac{\text{Ventas}}{(\text{Costo total MO} + \text{Costo total MP} + \text{Otros Gastos})}$$

Ecuación 0-5 Productividad Multifactorial Final (Meyers, Segunda Edición)

$$P.M \text{ final} = \frac{\$183.333}{(\$5724 + \$151.868 + \$3613,68)}$$

$$P.M \text{ final} = \$1,14$$

Calculamos la variación de la productividad multifactorial, tomando en cuenta la productividad inicial que es \$1,11; y la productividad multifactorial final que es \$1,14

$$\Delta Pr = \left(\frac{\Delta Pr. \text{ final}}{\Delta Pr. \text{ inicial}} - 1 \right) * 100$$

Ecuación 0-6 Variación de la Productividad (Meyers, Segunda Edición)

$$\Delta Pr = \left(\frac{\$1,14}{\$1,11} - 1 \right) * 100$$

$$\Delta Pr = 2\%$$

Como avizoramos tenemos una variación de la productividad del 2%.

- **Índice de Productividad Total Promedio**

Realizamos una suma del índice de la productividad total inicial (1,11) y el índice de productividad total final (1,14) y dividimos para dos para conocer el promedio.

$$\begin{aligned} \text{Índice de Productividad Total Promedio} \\ &= \frac{\$1,11 + \$1,14}{2} = \$1,12 \end{aligned}$$

*Ecuación 0-7 Índice de Productividad Total Promedio
(Meyers, Segunda Edición)*

Productividad Final

Para calcular la productividad final tomamos en cuenta la producción que realiza diariamente industria Palugi que son 3056 fundas de granola sobre la cantidad de horas que necesita para su producción, que con la implementación se redujeron a 8 horas.

$$\begin{aligned} \text{Productividad Final} &= \frac{3056 \text{ fundas de granola}}{8 \text{ horas}} \\ &= 382 \text{ fundas}/8h \end{aligned}$$

Tomamos en cuenta las 254,6 fundas sobre la productividad final que son 382 fundas de granola en 8 horas.

$$\Delta Pr = \left(\frac{\Delta Pr. \text{final}}{\Delta Pr. \text{inicial}} - 1 \right) * 100$$

$$\Delta Pr = \left(\frac{382 \text{ fundas}}{254,6 \text{ fundas}} - 1 \right) * 100$$

$$\Delta Pr = 50\%$$

Utilidad

Con la reducción de horas que se implementó existe una disminución de costo de mano de obra, existe por ende un aumento en la utilidad.

Las ventas (\$183333) menos la suma de costo total de mano de obra (\$5724); más el costo total de materia prima (\$151868); y la suma de otros gastos tanto de costos variables como costos fijos (\$3613,68); a continuación el cálculo:

$$\begin{aligned} \text{Utilidad Final} &= \text{Ventas} - (\text{Costo total MO} \\ &\quad + \text{Costo total MP} + \text{Otros Gastos}) \end{aligned}$$

Ecuación 0-8 Utilidad Final

$$\begin{aligned} \text{Utilidad Final} &= \$183333 - (\$5724 + \$151868 \\ &\quad + \$3613,68) \end{aligned}$$

$$\text{Utilidad} = \$22127$$

Existiendo un aumento de la utilidad con respecto a la anterior.

COMPARACIÓN DE PRODUCTIVIDAD				
	PERIODOS			
	Actual		Propuesta	
Volumen de Ventas	73333		73333	
Precio de Venta unitario	\$ 2,50		\$ 2,50	
Costo de Mano de Obra x Hora	\$ 27,82		\$ 15,90	
N° de días Empleados	24		24	
N° de Trabajadores	15		15	
Costo de Materia Prima Unitario	\$ 2,07		\$ 2,07	
N° de Unidades de materia Prima Empleadas	73333		73333	
Otros Gastos	\$ 3.530,35		\$ 3.613,68	
	Actual		Propuesta	
	Valor	IP	Valor	IP
Ventas	\$ 183.333		\$ 183.333	
Costo Total de Mano de Obra	\$ 10.017	18,30	\$ 5.724,00 ↑	32,03
Costo Total de Materia Prima	\$ 151.868	1,21	\$ 151.868 ↓	1,21
Índice de Productividad Total	1,11		↑ 1,14	
% de Incremento o Disminución de Productividad respecto al periodo inmediatamente anterior			↑ 2,61%	
Utilidad	\$ 17.919		\$ 22.127	
ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD TOTAL PROMEDIO	ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA PROMEDIO			
	25,17			
1,12	ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD DE LA MATERIA PRIMA PROMEDIO			
	1,21			

3. Resultados

	TIEMPO INICIAL MIN	TIEMPO FINAL MIN
Tiempo Estándar	585,264	568,421

	TIEMPO INICIAL MIN	TIEMPO FINAL MIN
Tiempo de Producción	458,82	448,41

TIEMPO DE PRODUCCIÓN



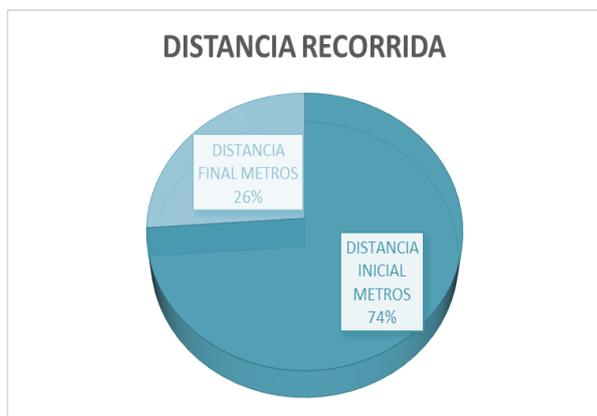
TIEMPO ESTÁNDAR



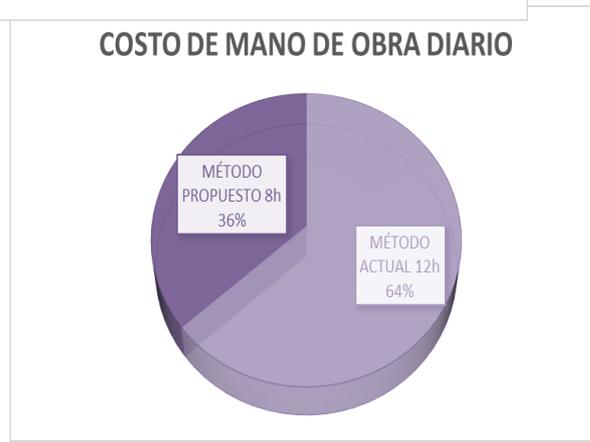
	N° ACTIVIDADES INICIAL	N° ACTIVIDADES FINAL
Números de Actividades	48	45

	DISTANCIA INICIAL METROS	DISTANCIA FINAL METROS
Distancia Recorrida	26,6	9,4

	PRODUCTIVIDAD INICIAL (12 horas)	PRODUCTIVIDAD FINAL (8 horas)
Variación de la Productividad (fundas de granola)	254,6	382



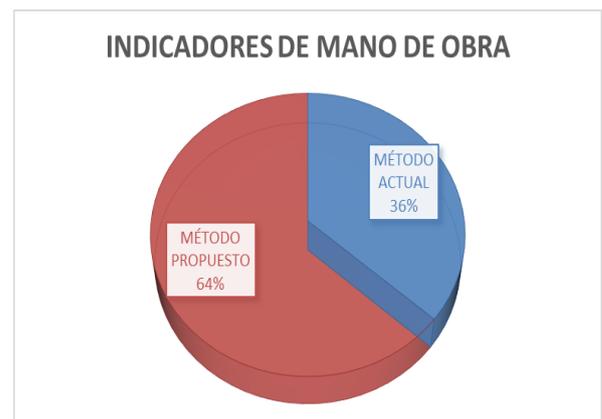
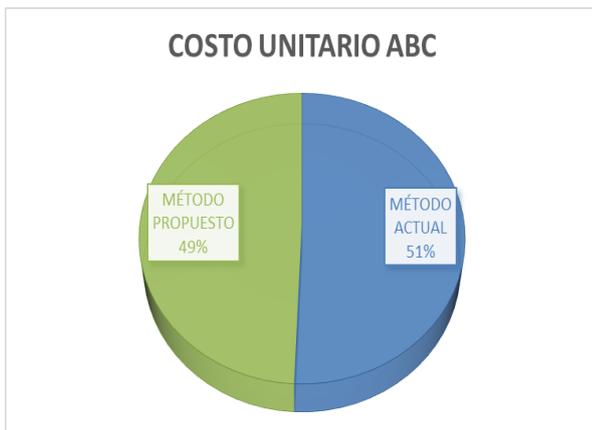
	COSTO INICIAL (12 horas)	COSTO FINAL (8 horas)
Costo total de Mano de Obra (15 trabajadores)	\$ 10.017,00	\$ 5.724,00



	MÉTODO ACTUAL 12 h	MÉTODO PROPUESTO 8 h
Costo de Mano de Obra Diario	\$ 27,82	\$ 15,90

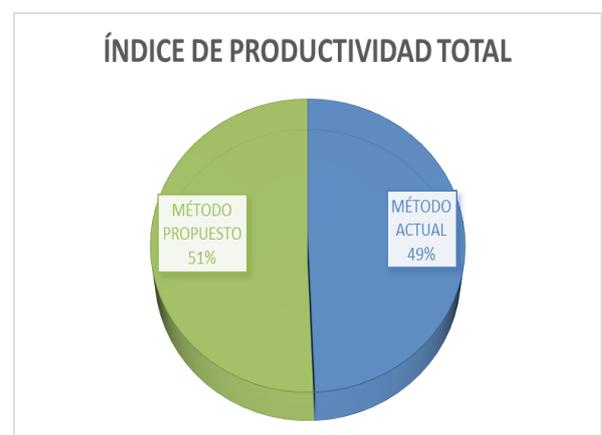
	MÉTODO ACTUAL	MÉTODO PROPUESTO
Indicadores de Mano de Obra	\$ 18,30	\$ 32,00

	MÉTODO ACTUAL	MÉTODO PROPUESTO
Costo Unitario ABC	\$ 2,26	\$ 2,20

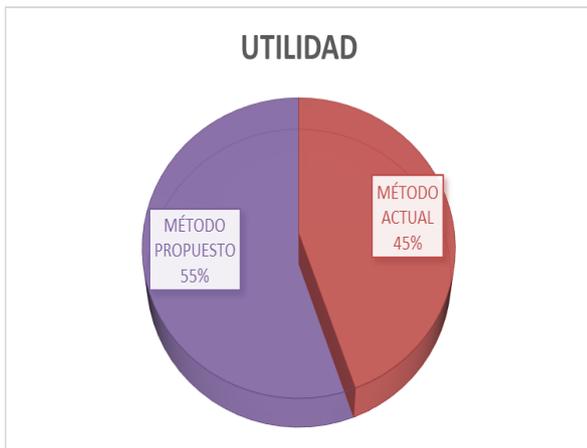


	MÉTODO ACTUAL	MÉTODO PROPUESTO
Costo total de Materia Prima	\$ 1,21	\$ 1,21

	MÉTODO ACTUAL	MÉTODO PROPUESTO
Índice de Productividad Total	\$ 1,11	\$ 1,14



	MÉTODO ACTUAL	MÉTODO PROPUESTO
Utilidad	\$ 17.919	\$ 22.211



4. Conclusiones

Como se observó en el diagnóstico inicial de Industria Palugi, y en la recolección de información histórica, no se llevaban controles que permitieran medir la eficiencia de las líneas de producción, por lo fue necesario implementar una mejora de la productividad utilizando las herramientas del estudio de trabajo, haciendo énfasis principalmente en el estudio de tiempos y movimientos.

Los datos obtenidos para la investigación fueron datos fundamentados, en la metodología de estudio de tiempos y movimientos, de la misma forma se hizo una observación presencial, se obtuvo grabaciones y por supuesto se estableció un contacto directo con los trabajadores en donde se apreció todos los detalles en

cuanto al desarrollo de sus funciones competentes y de la misma forma las fallas humanas o técnicas.

Desarrollando el presente estudio y aplicando los conocimientos adquiridos se pudo detectar operaciones críticas y tomar decisiones sobre cómo optimizarlas para mejorar el tiempo de producción.

Las operaciones lentas que se detectaron con el estudio de tiempos, se agilitaron instalando una nueva máquina como un horno y una nueva herramienta como la mesa de acero inoxidable en una parte del proceso de producción eliminando así actividades innecesarias, logrando un incrementado de la eficiencia.

Al implementar un estudio de trabajo, se incrementó la productividad de la línea, debido a que existe un control en el tiempo de cada operación y el operario tiene un tiempo límite para trabajar cada funda de granola.

Agradecimientos

A la Universidad Técnica del Norte, que no solo me ha enseñado conocimientos de carácter educativo, sino que me ha impulsado a ser emprendedora e investigadora en todos los ámbitos de la vida.

Un agradecimiento sincero al Ing. Juan Carlos Pineda, que ha sabido dirigirme, guiarme, corregirme, pero sobre todo dedicar su tiempo para que realice la investigación expuesta.

Referencias Bibliográficas

- Amaru Maximiano, A. C. (2009). “*Fundamentos de la Administración*”; *Teoría General y Proceso Administrativo*. México: Pearson Educación.
- Arévalo Chávez, F. (2009). *Gerencia de la Calidad y Procesos "Introducción a la administración por Procesos"*. México.
- Benjamín, & Fincowsky. (2009). “*Organización de Empresas*”. (Tercera Edición ed.). México.
- Chase, J. A. (2009). “*Administración de la Producción y Operaciones para una Ventaja Competitiva*”. (Duodécima Edición ed.). México.
- García Criollo, R. (s.f.). *Estudio del Trabajo - Ingeniería de Métodos y Medición del Trabajo*. Mexico: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA.
- Heizer, J., & Render, B. (2009). *Principios de Administración de Operaciones*. México: PEARSON EDUCACIÓN .
- Meyers, F. E. (Segunda Edición). *Estudio de Tiempos y Movimientos para la Manufactura Ágil*.
- Muñoz Negrón, D. F. (2009). *Administración de Operaciones "Enfoque de administración de procesos de negocios"*. México: Cengage Learning Editores, S.A de C. V.
- Palacios Acero, L. (s.f.). *Ingeniería de Metodos - Movimientos y Tiempos*.
- Pulido Gutiérrez, H. (2010). *Calidad Total y Productividad* (Tercera ed.). México: McGraw-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S. A. DE C. V.
- Rodríguez Fernández, M. M. (2009). *Procesos de Trabajo Teoría y Casos Prácticos*. España: PEARSON EDUCACIÓN, S.A. .
- Rosales, J. L., & Pinto, D. (18 de Agosto de 2013). El Comercio. *Informe - Los Emprendedores*, pág. 4.
- Sandoval M., E. P., & Jáuregui de Sarria, A. (2008). *Biología I*. Cuenca: Don Bosco.
- Schroeder, R. G., Meyer Goldstein, S., & Rungtusanathan, J. M. (2011). *Administración de Operaciones* (Quinta ed.). México: MCGRAW - HILL/INTERAMERICANA, S. A. de C. V.