

## MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD A TRAVÉS DE UN ESTUDIO DE TIEMPOS DEL TRABAJO

### \*Rodrigo Rigoberto Moreno Pallares

✉ rodrigo.moreno@epoch.edu.ec  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo  
Unidad de Admisión y Nivelación

### \*\*Simón Rodrigo Moreno Álvarez

✉ Morealva2003@yahoo.com  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo  
Facultad de Administración de Empresas

### \*\*\*Mario Gerardo Moreno Pallares

✉ sbrgmorano@gmail.com  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo  
Facultad de Informática y Electrónica

## RESUMEN

La empresa, negocio u organización debe ser analizado y optimizado sus parámetros de productividad, caso contrario puede ubicar un riesgo en la capacidad competitiva del mercado, en un argumento institucional de alta competencia en actuales días esto conllevaría a serias dificultades, concurren diversas definiciones de productividad, pero fundamentalmente nos referimos a un vínculo entre recursos empleados en una tarea o proceso y el resultado conseguido. La parte esencial del negocio es obtener una ganancia con el menor número de recursos utilizados, una organización al utilizar ineficientemente sus recursos, puede tener inconvenientes de clima laboral, desorganización, burocratización, costos elevados y otros factores que imposibilitan el progreso organizacional, el presente artículo manifiesta la importancia de efectuar en forma apropiada y confiable las comprobaciones (de la variable tiempo) de una tarea industrial con propósitos al cálculo del tiempo estándar a través de un correcto registro del tiempo promedio observado y el tiempo estándar.

**PALABRAS CLAVES:** Productividad; Tiempo Estándar; Tiempo Observado; Organización.

## ABSTRACT

The company, business or organization must be analyzed and optimized its productivity parameters, otherwise can locate a risk on the competitiveness of the market, in an institutional argument of high competition in current days this would involve serious difficulties, concur different definitions of productivity, but basically, we are talking about a link between resources used in a task or process and the result achieved. The essential part of the business is to make a profit with the least number of resources used, an organization to inefficiently utilize their resources, can have disadvantages of working environment, disorganization, bureaucracy, high costs and other factors that preclude the organizational progress, this article shows the importance of making appropriate and reliable (variable time) checks of an industrial task purposes the calculation of standard time through a correct record of the average time observed and standard time.

**KEYWORDS:** Productivity, Standard Time, Observed Time, Organization.

Fecha recepción: abril  
2017  
Fecha aceptación: junio  
2017

## 1. INTRODUCCIÓN

En el aspecto operacional del proceso productivo, intervienen varios factores que afecta a la producción, tales como son: reprocesos, desperdicios, especificaciones del producto muy flexibles, deficiente administración de los recursos, tiempos improductivos, espacios en la planta utilizados por otros productos, obstaculización en la circulación de materiales, etc.

A todos estos factores detectados se los debe analizar y estudiar, que al obtener un método de disminuir su impacto ayudaran a mejorar la productividad en la organización, volviéndolo cada vez más óptimo y eficiente, , se propone una realización de un estudio de tiempos, para mejorar la productividad en los procesos de las empresas, sin tener que recurrir a grandes gastos (compra o cambio de máquinas, cambiar infraestructura, compra de nuevas herramientas, etc.), si el ritmo de trabajo es el correcto la empresa, generara ,as bienes o servicios con los recursos que dispones. Kanawaty (1996).

Según Zandin (2005), afirma que los mismos conceptos de productividad o medición de esta se aplica también a las organizaciones que no producen bienes, que estas empresas al tener demasiados factores que involucran en su actividad hacen difícil medir su productividad.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Habitualmente a la productividad se la puede observar a través dos componentes como son la eficiencia y eficacia, para lograr tal objetivo planeado. Pulido (2010)

$$Productividad = eficiencia * eficacia$$

$$\frac{Unidades\ producidas}{Tiempo\ total} = \frac{Tiempo\ util}{Tiempo\ total} * \frac{Unidades\ producidas}{Tiempo\ util}$$

### Situación actual de la línea de elaboración.

El presente estudio se basa en el análisis de la línea de producción de productos plásticos ubicada en la ciudad de Riobamba que su principal producto son armadores (ganchos de para ropa), posee problemas para poder incrementar la productividad,

Posee un molino, una cortadora y la máquina inyectora, con seis operarios, sus ventas promedio mensual varían respecto al mes de temporada.

### Identificación de los principales problemas en la línea de elaboración de armadores.

La situación actual de la empresa se determinó, por medio de observaciones y varias entrevistas con el propietario y operarios de la empresa, la materia prima se encuentra almacenada en varios lugares, productos que no se emplean en el proceso ocupan gran cantidad de espacio, los operarios realizan traslados innecesarios, no se tiene un seguimiento de la utilización

de la materia prima, a las máquinas no se las utiliza aprovechando su capacidad real, el molino la mayor parte del tiempo esta encendido sin procesar ningún elemento, la máquina inyectora le hace falta ajustes en el molde para que pueda trabajar a su máxima capacidad, esta máquina genera diariamente desperdicio (entre el 30 y 37 % de la producción diaria).

La línea de armadores plásticos no tiene definida en su totalidad sus tiempos de producción, control en la materia prima, tanto por procesar como semiprocesada no se cuenta con un registro o un seguimiento de la producción.

Se debe efectuar un sistema conveniente de indicadores para poder medir la gestión de los procesos, con el fin de que estos puedan ser implementados en lugares estratégicos que manifiesten un resultado óptimo en el tiempo, con uso de un sistema de información que admita medir las etapas del proceso de producción Mora (2008).

**Descripción del método utilizado descomponiendo la operación en elementos.**

Se emplearon los estudios de tiempos aprovechando la infraestructura instalada y poder proponer un mejoramiento de la productividad manteniendo los recursos existentes en la empresa.

Para el estudio del proceso en general,

se los ha dividido en subprocesos estos poseen operaciones, las cuales ayudan al estudio para comprender cada una de las fases de elaboración de los armadores.

**2.4 Medición del tiempo invertido por el operario en cada elemento de la operación.**

Para aplicación del estudio se realizó una toma de tiempos de cronometraje con vuelta a cero, sus duraciones son, centésimas de minuto: más empleada 100 centésimas = 1 minuto, segundo: 100 centésimas = 60 segundos, diezmilésima de hora.

Para esta actividad se utiliza los instrumentos para la toma del tiempo de trabajo así es el tablero, cronometro y los formularios respectivos como es el de registro de la descomposición en elementos y formulario resumen de estudio.

**2.5 Cuantificación del ritmo de trabajo del operario calificado.**

Al finiquitar el periodo de observaciones y al haber logrado cierto número de tiempos de cumplimiento y el oportuno factor de calificación mediante el cual se instauró el tiempo normal de la operación, de igual manera cada operador se ha calificado según la método de Westimghouse, en este punto se determinan los tiempos promedios o normales. Freivalds y Niebel (2009)

### Determinación de los suplementos para el estudio de tiempos.

Se han considerado, factores como las situaciones ambientales, el ritmo de trabajo y el esfuerzo empleado para realizar las actividades, así mismo, la exposición al ruido y vibraciones originadas por las máquinas, el agotamiento muscular y escenarios que favorezcan al aumento de la fatiga en los operarios, según OIT, considera que la tolerancia asignable por concepto de fatiga, es del 4 % y el suplemento concedido por estos retrasos es del 5 % Baca (2011).

$$\text{SUPLEMENTO} = \text{TIEMPO PRODUCTIVO} * 100 \%$$

La asignación de los suplementos de las máquinas; se realizó un estudio de siete días, con una duración de siete horas. En este periodo, se analizó el porcentaje de tiempo productivo e improductivo de las mismas.

### Determinación del tiempo estándar en la línea de elaboración de armadores.

El tiempo estándar se deduce considerando los tiempos cronometrados a los que se le añaden, los suplementos y el factor de actuación ya calculados.

$$\text{TIEMPO ESTANDAR} = \text{TIEMPO NORMAL} * \left(1 + \% \text{ de } \left(\frac{\text{tolerancia}}{100}\right)\right)$$

$$\text{TIEMPO PROMEDIO} = \text{TIEMPOS OBSERVADOS}$$

El tiempo estándar encontrado es de 14,10

minutos, este valor indica el tiempo mínimo que debe demorarse en el ciclo estudiado tomado como muestra.

$$\text{TIEMPO NORMAL} = \text{TIEMPO PROMEDIO} * (\text{FACTOR DE ACTUACION})$$

### 3. RESULTADOS

En el estudio para determinar el número de ciclos, se basó en una toma inicial de 10 mediciones, en el método actual la empresa no cuenta con registros de datos históricos, no es viable utilizar un procedimiento estadístico, para establecer el número de ciclos, ya que se requiere tener un muestreo de tiempos para fijar la media y la desviación estándar.

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum (x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones)

n' = Número de observaciones del estudio preliminar

Σ = Suma de los valores

x = Valor de las observaciones.

40 = Constante para un nivel de confianza de 94,45 %

n <sup>o</sup> - De OBS	Tiempo OBS	OBS <sup>2</sup>
1	12,1	146,41
2	14,45	208,8
3	12,02	144,48
4	13,95	194,6
5	13,98	195,44
<b>n"</b>	5	
$\sum x$	66,5	
$\sum (x)^2$	4422,25	
$\sum x^2$	889,74	
	3,09	
<b>n OBS</b>	<b>9,56</b>	

Tabla 1: Determinación del número de ciclos  
Fuente: Empresa PARTIPLAST  
Elaborado: Por los autores

En el proceso de elaboración de armadores se realizó 5 observaciones preliminares para poder encontrar el número de observaciones objeto de estudio, teniendo como resultado que se deben realizar 10 observaciones el factor de actuación del operario se consideró en la tabla establecida de Westinghouse. (García, 1998, p. 210)

FACTORES DE ACTUACIÓN		
SECTOR ALMACENAJE Y MOLIENDA		
OPERARIO: 1		
PUESTO DE TRABAJO:		
FACTOR	Calificación	Priorización:
DESTREZA	0,06	BUENO
ESFUERZO	0,05	BUENO
CONDICIONES	0	ACEPTABLE
CONSISTENCIA	0,01	BUENO
SUMA	<b>0,12</b>	
<b>FAC.ACTUACIÓN</b>	<b>1,12</b>	

Tabla 2: Determinación del factor actuación  
Fuente: Empresa PARTIPLAST  
Elaborado: Por los autores

Escenarios que favorecen al aumento de la fatiga en los operarios la, también se consideran los retrasos personales, retrasos inevitables que su tolerancia la establece la OIT, la tolerancia asignable es del 20 % por el tipo de trabajo, pues aquí se requiere de concentración y, además, los movimientos para el apilado son dificultosos, mientras que, para los demás elementos, la tolerancia será del 17 %. Para la asignación de las tolerancias de las máquinas; inyectora y molino, se realiza un

estudio de siete días, con una duración de 39 horas para la inyectora y de 43,25 horas para el molino en este periodo se analiza

tiempo productivo e improductivo dicho estudio.

HORAS / DÍA	TIEMPO IMPRODUCTIVO INYECTORA	% TIEMPO IMPRODUCTIVO INYECTORA	HORAS / DÍA	TIEMPO IMPRODUCTIVO MOLINO	% TIEMPO IMPRODUCTIVO MOLINO
6,5	1,61	24,80%	7	0,11	1,60%
6	1,43	23,80%	6,5	0,11	1,70%
7	1,4	20,00%	6	0,1	1,70%
7	1,46	20,90%	6	0,1	1,70%
6	1,52	25,30%	6,25	0,11	1,80%
6,25	1,54	24,60%	5,5	0,09	1,60%
7	1,61	23,00%	6	0,1	1,70%
<b>45,75</b>	<b>10,57</b>	<b>23,10%</b>	<b>43,25</b>	<b>0,72</b>	<b>2%</b>

Tabla 3: Determinación la tolerancia de máquinas  
Elaborado: Por los autores

$$Tolerancia Maq = \frac{\sum \text{tiempo improductivo}}{\text{tiempo total de observacion}} * 100\%$$

$$Tolerancia Maq = \frac{11,29}{82,25} * 100\%$$

$$Tolerancia Maq = 13,72$$

$$Tiempo promedio = \frac{\sum \text{tiempos observados}}{\text{numero de observaciones}}$$

$$Tiempo promedio = \frac{10,22}{10}$$

$$Tiempo promedio = 1,022 \text{ min}$$

$$Tiempo normal = \text{tiempo promedio} * (\text{factor de actuacion})$$

$$Tiempo promedio = 1,022 * 0,98$$

$$Tiempo promedio = 1,001 \text{ min}$$

El tiempo estándar en la línea de elaboración de armadores, se deduce considerando los tiempos cronometrados a los que se le adicionan las tolerancias y el factor de actuación calculada con anterioridad, para este cálculo se utiliza la siguiente formula:

$$Tiempo promedio = \frac{\sum \text{tiempos observados}}{\text{numero de observaciones}}$$

$$Tiempo normal = \text{tiempo promedio} (\text{factor de actuacion})$$

$$Tiempo estandar = \text{tiempo normal} * \left( \frac{1 + \% \text{ de tolerancia}}{100} \right)$$

Para la operación de apartar cantidad de materia prima semiprocesada será de la siguiente manera:

El proceso de inyección que realiza la máquina es de 0,5 minutos en la fabricación de 2 armadores, el operario debe cerrar la puerta de la máquina para que empiece el proceso de inyección y abrirla para poder retirar los armadores, se midió un tiempo total de 4 segundos, para el estudio se tomó el tiempo de la nueva carga de materia prima, la que se realiza dentro de 120 minutos.

Para la actividad de la molienda lo realiza un operario, el cual se encarga de trasladar la materia prima mezclada, al sector de imantación, en este proceso se retira las impurezas metálicas, luego esta materia prima se la ubica en el molino,

en pequeñas proporciones, al obtener en la parte posterior del molino una cantidad considerable de materia prima molida (30 kg).

El tiempo de carga es de 0,37 minutos un 0,37 % del total del ciclo, se considera que es un tiempo bajo con relación al total del ciclo, existen tiempos de descarga, para la inyectora se considera el número de

armadores que son alrededor de 418 al término del ciclo, que serán 104,62 minutos.

Para lo que es la molienda al término del ciclo se procesará 30 kg de plástico molido, se considera la descarga en un ciclo que representa el 88 % de este, como se indicó el ciclo es de 120 minutos lo que la empresa labora 10 horas diarias.

SUPERFICIE NECESARIA DEL PROCESO					
MAQUINA O PESTO	DIMENSIONES		SUPERFICIE		
	ANCHO	LARGO	MÁQUINA m <sup>2</sup>	OPERARIO m <sup>2</sup>	TOTAL
INYECTORA	1,2	4,7	5,64	4	9,64
MOLINO	1,2	0,7	0,84	4	9,64
CORTADORA	0,75	0,4	0,3	3	3,84
TORRE DE AGUA	0,73	0,7	0,51	3	3,3
ARM HERRAM	1,3	0,6	0,78	0,5	1,01
APARADOR	1,18	0,54	0,64	3	3,78
MESA	1,22	0,6	0,73	3	3,64
RECEPCIÓN MP	1	1,5	1,5	3	3,73
ALMACENAMIENTO 1	1	1,5	1,5	1,5	3
ALMACENAMIENTO 2	2	3	6	1,5	3
EMBALAJE	1	2	2	6	12
OBJ NO UTILIZADOS	3	3	9	2	4
				6	15
<b>ÁREA GENERAL</b>				<b>TOTAL, SUP</b>	<b>65,94</b>
<b>ANCHO</b>			<b>LARGO</b>	<b>TOTAL</b>	
	10,4	80,6			
<b>ÁREA DISPONIBLE</b>					
<b>ÁREA GENERAL</b>					
80,6	65,94	<b>14,66</b>	DISPONIBLE		

Tabla 4: Cálculo de la superficie total utilizada en la empresa.  
Fuente: Empresa PARTIPLAST  
Elaborado: Por los autores

La materia prima se encuentra en varios lugares y no se la distingue por sus colores de igual forma las instalaciones eléctricas de máquinas y de iluminación, los cables se encuentran atravesando un sector del área de trabajo, no se tiene un plan de orden y limpieza.

Se verificó un problema al generar desperdicio esto sucede en la inyectora la cual no se rectifica el molde, por lo general este desperdicio representa un 36,9 % de la producción diaria, como ingresa nuevamente al proceso no lo perciben esta dificultad.

Se tiene establecido que esta máquina necesita un tiempo de aproximadamente 90 minutos para encenderse, por otro lado, el tiempo de proceso de inyección tiene un tiempo establecido de 0,5 minutos (cuatro armadores), razón por la cual simplemente se podrá modificar los procesos adyacentes a este.

Para el molino, se ha definido actividades al operador para que la máquina no quede encendida sin moler materia prima, ya que anteriormente se indicó que el operador realizaba actividades de recoger materia prima, y almacenar y al efectuar estas actividades el molino estaba encendido.

TIEMPO DEL TRABAJADOR AL INYECTAR ABRIR Y CERRAR PUERTA TIEMPO DEL OPERARIO EN OTRAS ACTIVIDADES			TIEMPO DEL TRABAJADOR AL INYECTAR ABRIR Y CERRAR PUERTA TIEMPO DEL OPERARIO EN OTRAS ACTIVIDADES		
TOTAL, TIEMPO UTILIZADO OPERARIO	7200	7114,2	TOTAL, TIEMPO UTILIZADO OPERARIO	7200	7200
TOTAL, UTILIZADO POR LA MAQUINA	209,24	836,96	TOTAL, UTILIZADO POR LA MAQUINA	211,76	847,06
TOTAL, PRODUCCIÓN	104,62	418,48	TOTAL, PRODUCCIÓN	105,88	423,53
<b>PRODUCCIÓN CICLO</b>	<b>No CICLOS</b>	<b>TOTAL, PRODUCCIÓN DIARIA</b>	<b>PRODUCCIÓN CICLO</b>	<b>No CICLOS</b>	<b>TOTAL, PRODUCCION DIARIA</b>
418,48	4	1673,93	423,53	4	1694,12

Tabla 5: Cálculo de producción del método actual y método propuesto de la inyectora.  
Elaborado: Por los autores

Como se puede observar la máquina inyectora podrá incrementar su producción en 1 % que equivaldría a 5 armadores/

ciclo, mientras tanto la mano de obra del operario 03 se ha utilizado completamente en otras actividades.

TIEMPO TOTAL	17,01	min	TIEMPO TOTAL	17,01	min
TIEMPO EN OTRAS ACTIVIDADES	2,01	min	TIEMPO EN OTRAS ACTIVIDADES	1,018	min
TIEMPO UTILIZADO DE LA MQ	15	min	TIEMPO UTILIZADO DE LA MQ	15,992	min
NUM DE CICLOS	7,05		NUM DE CICLOS	7,05	
TOTAL, TIEMPO OTRA ACTIVIDAD	14,18	min	TOTAL, TIEMPO OTRA ACTIVIDAD	7,18	min
TIEMPO TOTAL UTILIZADO	105,82	min	TIEMPO TOTAL UTILIZADO	112,82	min
	0,88			0,94	
	30	Kg		32,12	Kg

Tabla 6: Cálculo de producción del método actual y método propuesto del molino  
Elaborado: Por los autores

Para el molino se tiene un aumento de producción en un 6 %, donde se podrá procesar mayor cantidad de materia prima en menos tiempo eso nos da la pauta para que el operario 02 tenga más tiempo libre y poder sobrellevarlo a la actividad de conteo atado y almacenado del producto terminado.

La diferencia de la producción diaria es de 20,19 armadores diarios, lo que significa un incremento de 1 % de productividad, esto se logró por la disminución del recorrido del trabajo del operador 03.

La propuesta del estudio se fija a la parte de optimización de la mano de obra ya que se redujeron las distancias de los recorridos en un 33,81 %, a los operarios 01, 02 y 03 deben realizar actividades para que no existan tiempos improductivos.

#### 4. DISCUSIÓN

La propuesta de distribución de planta se basa en el método SLP (System Layout Planning), que es un planeamiento del sistema de distribución este método, es una forma organizada de enfocar los proyectos de distribución en planta, el método nos ayudara a identificar, valorar y visualizar todos los elementos que intervienen en la elaboración de la distribución en planta. (Baca,2001).

Código	Proximidad	Color	# de línea
A	Absolutamente necesario	Rojo	4 rectas
E	Especialmente necesario	Verde	3 rectas
I	Importante	Amarillo Naranja	2 rectas
O	Ordinario	Azul	1 rectas
U	Sin importancia	Pardo	0 rectas
X	No recomendable	Negro	1 zigzag
XX	Altamente indeseable		2 zigzag

Tabla 7: Códigos de proximidad para distribución de planta  
Elaborado: Por el autor

Código	Fundamentos
1	Por recorrido del producto
2	Por volumen del producto
3	El proceso utiliza el mismo material
4	Por inspección y control
5	Utilización de máquina

Tabla 8: Aspectos de identificación del proceso  
Elaborado: Por los autores

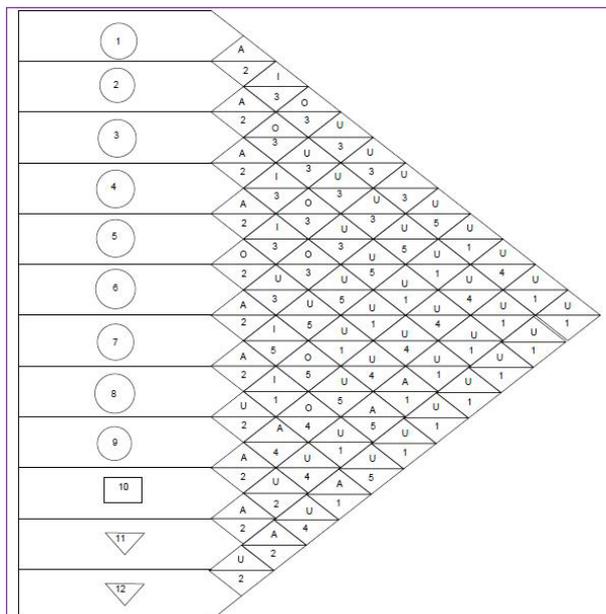


Figura 1: Relación de actividades propuesta para la empresa.  
Elaborado: Por los autores

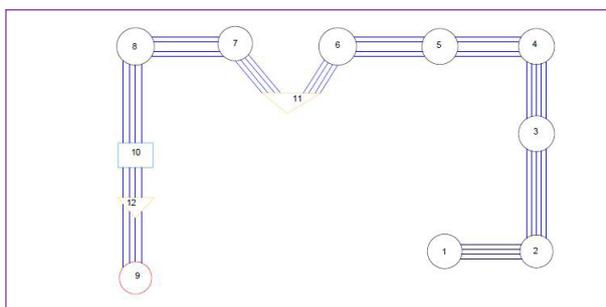


Figura 2: Diagrama relacional de actividades propuesta para la empresa.  
Elaborado: Por los autores

El incremento de la productividad de la mano de obra en la línea de elaboración de armadores, se hacen algunas comparaciones entre el método actual y

el que se propone, con respecto al tiempo productivo del operador 03 de la inyectora que utiliza el método actual es de 2,31 minutos y el método propuesto es 2,65 minutos.

$$IE = \frac{TPMA - TPMN * 100}{TPMA}$$

Donde.

IE: Incremento en la eficiencia

TPMM: Tiempo productivo método mejorado

TPMA: Tiempo productivo método actual

Descripción	Tiempo productivo actual (min)	Tiempo productivo propuesto (min)	Incremento de la eficiencia (%)
OPERADOR 1	2,45	3,62	<b>47,76</b>
OPERADOR 2	1,92	2,00	<b>4,17</b>
OPERADOR 3	2,31	2,65	<b>14,72</b>
OPERADOR 4	0,40	0,42	<b>5,00</b>

Tabla 9: Incremento de la eficiencia  
Elaborado: Por los autores

Al número de trabajadores utilizado en ambos métodos:

Método actual 6 operarios

Método Propuesto 5 operarios

Se realiza el cálculo de incremento de la productividad de la mano de obra:

$$IP = \frac{NTMA - NTMM * 100}{NTMA}$$

Donde:

IP: Incremento en la productividad

NTMA: Número de trabajadores método actual

NTMM: Número de trabajadores método mejorado

$$IP = \frac{6 - 5 * 100}{6}$$

$$IP = 16,67 \%$$

## 5. CONCLUSIONES

- Por acumulación de productos que no intervienen en la línea de producción que en gran parte ocupan espacio, dificultan la circulación correcta de los operarios el almacenamiento de materia prima y producto terminado, en la actualidad la línea de producción ocupa un 80,81 % de espacio, con el método propuesto se tendrá disponible el 100 % del espacio para el flujo del proceso de la línea de producción.

- El nuevo método de trabajo propuesto determinó un incremento de la productividad de la mano de obra de un 16,67 %, al prescindir actividades laborales de un operario auxiliar, se establece la distribución de las actividades en las que se inmiscuyen los operarios a realizar otras actividades determinadas.

- En la productividad de las máquinas se aprecia un incremento en la inyectora que es de 87 % al 88 % esto significa

que la producción diaria aumentaría en 20,19 armadores por turno, mientras que para el molino alcanzaría un 94 % de procesamiento de materia prima.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Freivalds, A., y Niebel, B. (2009). Ingeniería Industrial. México: Alfaomega.

Baca, G. Cruz, M. Cristobal, M. Baca, G Guitierrez, J. Pacheco, A. Rivera (2011). Introducción a la Ingeniería Industrial. México: Grupo editorial Patria

Baca, G. (2001). Evaluacion de Proyectos. México: McGraw-Hill.

García, R. (1988). Estudio del Trabajo. México: McGraw-Hill.

Kanawaty, G. (1996). Introducción al Estudio de Trabajo. España: Oficina Internacional del Trabajo.

Mora, L. (2008). Indicadores de la Gestion Logistica. México: ECOE.

Pulido, H. (2010). Calidad Total y Productividad. México: McGraw-Hill.

Zandin, K. (2005). Manual del Ingeniero Industrial. México: McGraw-Hill.