

## **ARTÍCULO CIENTÍFICO**

### **Balanceo de la línea de producción del área de trillado y clasificación de la Central de Cooperativas de Servicios Múltiples PRODECOOP R.L, de Palacagüina-Madriz**

#### **Autores**

Rivera Briones Leticia Lisseth; Rivera Zeledón Cindy Lourdes Crucita; Delgadillo Soza José Bayardo

#### **RESUMEN**

Esta investigación plantea un análisis de tiempos de las diferentes actividades que se realizan en el proceso productivo del beneficiado de café de PRODECOOP R.L Palacagüina-Madriz, describiendo la situación actual en la que operan los colaboradores. Este estudio es nada más una técnica para conocer la situación en la que se encuentra en materia de métodos y tiempos de trabajo, partiendo de la toma de tiempos con el fin de establecer estándares de tiempo con la debida consideración a la fatiga, a las demoras personales y a los retrasos inevitables.

Para el cumplimiento de los objetivos de la investigación, se realizó según el enfoque filosófico cuali-cuantitativo, las técnicas de recolección de datos utilizadas fueron encuestas aplicadas a 21 colaboradores, entrevista dirigida al vice-gerente de la cooperativa y observación directa aplicando la metodología de las 5S.

Esta investigación según el análisis y alcance de los resultados se clasifica como una investigación descriptiva dado que se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, su objetivo no es indicar cómo se relacionan estas. Según el periodo y la continuidad del estudio, es una investigación transversal dado que, es un estudio observacional en el que los datos se recopilan para estudiar a una población en un solo punto en el tiempo y para examinar la relación entre variables de interés.

Por lo tanto, el balanceo de líneas es una técnica importante para el control de la producción puesto que esto permite la optimización de variables que afectan a la productividad como pueden ser los tiempos de producción, entregas parciales de producción.

**Palabra Clave:** Balance de línea, productividad, tiempo estándar.

## **ABSTRACT**

This research plans a time analysis of the different activities carried out in the productive process of the coffee beneficiary of PRODECOOP RL Palacaguina-Madriz, describing the current situation in which employees operate. This study is nothing more technical to know the situation in which it is in terms of methods and working times, starting the time taking in order to establish time standards with due consideration to fatigue to personal delays and inevitable delays. For the fulfillment of the research objectives, it was carried out according to the quantitative philosophical approach. The data collection techniques used were surveys applied to 21 collaborators, interviews addressed to the cooperative's vice manager, direct observation, applying the 5S methodology. This research according to the analysis and scope of the results is classified as a descriptive investigation since it is sought to specify the properties, objects or any other phenomenon that is subjected to an analysis. That is, they only intend to measure or collect information independently or jointly about the concepts or variables to which they refer. Their objective is not to indicate how they relate. Therefore, according to the period and continuity of the study, it is a cross-sectional investigation since it is an observational study in which the data is collected to study a population at a single point in time and to examine the relationship between variables of interest. Therefore, line balancing is an important technique for production control since this allows the optimization of variables that affect productivity such as production times, partial production deliveries, among others.

**Keywords:** Line balance, productivity, standard time.

## **INTRODUCCIÓN**

Para proceder a la presente investigación se efectuó indagación bibliográfica por medio de diferentes metabuscadores relacionados directamente con el objeto de estudio, en las cuales se hace referencia a Balanceos de líneas de producción principalmente en el nivel nacional e internacional para asentar el estado de conocimiento del mismo, en donde se encontraron pocas investigaciones en el país sobre el tema propuesto.

En los trabajos de investigación que se consultaron se citan datos bibliográficos, se señala el objetivo de cada investigación, el marco metodológico, los resultados y las principales conclusiones. A continuación, se hace mención de los trabajos relacionados con la temática.

A nivel nacional, un primer trabajo corresponde a estudiantes de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua FAREM- Matagalpa, elaborada por Ruiz Treminio & Altamirano Laguna (2016) realizaron una investigación titulada **“Ingeniería de métodos en el área de producción en el Beneficio Solcafé S.A. en el Municipio de Matagalpa en el II semestre del 2015”** Fue realizado con el objetivo de evaluar la ingeniería de métodos actualmente usados en el proceso producción en la empresa. Concluyó que al tomar las muestras de cada uno de los elementos que corresponden a trasladar el café de área pergamino al área de proceso para mezclar café se llevó un tiempo de 2,29 min.

Una vez calculando los tiempos normales y los suplementos al realizar la tarea se determinó que los operarios deben tardar 4,3 min, tiempo estándar para que los colaboradores ejerzan la tarea de manera eficiente.

Al tomar las muestras de cada uno de los elementos que corresponden al trasegado de café se llevó un tiempo de 11,74 min. Una vez calculando los tiempos normales y los suplementos al realizar las tareas de introducir la bolsa al saco, echar el café de saco fibra artificial al saco de fibra natural, amarrar la bolsa, costurado y transportarlo, se determinó que los operarios deben tardar 22,94 min, tiempo estándar de la operación encontrándose una diferencia de 11,2 min entre el tiempo encontrado sin realizar la calificación y el encontrado una vez aplicando las tablas, lo cual es lo que la empresa debe considerar en aumentar a tiempo promedio para mejorar la productividad en esta tarea.

Además, muestra como resultado que el Beneficio Solcafé S.A. se realizan las operaciones necesarias para llevar a cabo el proceso de transformación, se realizó un estudio de tiempos

que incluye la medición de las capacidades de los operarios y la maquinaria; se llegó a la conclusión que el tiempo invertido por los operarios en las diferentes tareas que se les aplicó la técnica del cronometraje es la requerida por la empresa, pero no por la OIT (Organización internacional del trabajo)

Un segundo trabajo corresponde a estudiantes de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua FAREM- Estelí de la carrera de Ingeniería Industrial y de Sistemas como **“Balanceo de las líneas de producción de la Tabacalera Oliva S.A. de Estelí en el II Semestre del año 2016** por Reyes Garcias, Chávez Guzmán , & Gutiérrez Velásquez. En donde se plantearon los siguientes objetivos:

Minimizar el tiempo requerido de ejecución del trabajo mediante un estudio de tiempo que determine los métodos de producción adecuados en la empresa tabacalera Oliva S.A

La metodología implementada fue la recolección de información primaria a través de visitas a la fábrica en las que se tomaron las medidas reales de las instalaciones, y se observaron los métodos utilizados para llevar a cabo el proceso y a través de encuestas a los trabajadores de la fábrica, específicamente en las áreas de producción. Los resultados se procesaron a través de gráficas en Microsoft Excel.

Para concluir con esta investigación, se muestra como resultado que, gracias a la observación realizada en la fábrica, se hizo notorio que en todas las áreas de trabajo los empleados laboran utilizando como base un conocimiento empírico con respecto al tiempo que tardan en realizar la producción, debido a la inexistencia de políticas internas de tiempo estándar adecuado.

Se estimaron los costos en los que la empresa va a incurrir con la aplicación del Balanceo de Líneas de producción, así mismo se determinó la rentabilidad de su implementación, dando como resultado un beneficio de \$50 264.00 en un periodo de 5 años por tal razón el balanceo es rentable debido a que por cada dólar que la empresa invierta en la implementación del manual se obtendrán beneficios de \$1,88.

A nivel internacional, un tercer trabajo corresponde a un estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, facultad de ingeniería LIMA- PERÚ, bajo la línea de Investigación de Gestión empresarial y Productiva abordando el tema de **“Balance de**

**línea para mejorar la productividad en el área de confección de la empresa industrias Fashion E.I.R.L– lima, 2017” por Benalividez.**

Fue realizado con el objetivo de determinar cómo la aplicación del balance de línea mejora la productividad en el área de confección de la empresa “Industries Fashion.

La metodología implementada fue la observación directa, en donde se procedió a observar el proceso del balance de línea en la empresa E.I.R.L. con el fin de recolectar información conveniente, Análisis, Medición, Registro Histórico.

Para culminar con esta investigación, se muestra como resultado que luego de haberse ejecutado la aplicación de balance de línea para incrementar la productividad en el área de confección de la Empresa, se logró cumplir con los objetivos los cuales se plantearon, éstos fueron logrados mediante la reducción de tiempos y actividades lo que incrementó la eficiencia y eficacia en el área de confección, en consecuencia se obtuvo el incremento de productividad en el área de confección de polos camiseros en la empresa en la que se realizó la investigación y ejecución de la mejora de la productividad.

Mediante un estudio y correcto análisis, organización y la planificación adecuada se logró la reducción de tiempos e equilibrar y automatizar ciertas variables que afectan la productividad de un proceso por cada estación con el balanceo de línea se debe fabricar 3 895 polos camiseros el cual tomaba un tiempo de 20,29 minutos un tiempo estándar por unidad para alcanzar la meta, por lo que en un periodo de 24 días lográndose la producción de 3 407 polos camiseros.

La eficiencia en el área de confección después de la aplicación de balance de línea mejoró en un 34 %, inicialmente esta cantidad que era de 33%, para luego del desarrollo de la propuesta se incrementó a un 67% desempeño de la línea y La eficacia presenta una mejora del 10%.

Las tesis referidas anteriormente tienen relación con el tema de investigación en proceso, debido a que también se propone hacer un diagnóstico actual de la empresa en cuanto materia de métodos y tiempos de trabajo, por medio de la técnica de tiempos predeterminados y cronometraje, de tal manera propone diseñar un balanceo de línea de producción para aumentar la productividad de la empresa y determinar su viabilidad económica del contenido en estudio.

## **MATERIAL Y MÉTODO**

### **Localización de la investigación**

Esta investigación se llevó a cabo en central de cooperativa de servicios múltiples RL. (PRODECOOP), la cooperativa se localiza en el municipio de Palacagüina en el departamento de Madriz, a 40 km de las oficinas centrales que están ubicadas en la ciudad de Estelí.

Esta planta está situada estratégicamente ya que se encuentra en un punto medio geográfico desde los diferentes centros de acopios (Jalapa, San Juan de río coco, Dipilto, Pueblo Nuevo, Condega y Mirafior) también las condiciones climáticas son apropiadas para el secado bajo el sol brindando así un secado natural.

Las coordenadas son: Longitud 13°27'23" N y Latitud: 86°25'02" O.

### **Tipo de Investigación**

Según Sampieri (2008) los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (meta inferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio.

### **Muestra**

Para la obtención de la muestra fue necesario la aplicación de una fórmula que indicará la cantidad del personal al que se le va a aplicar los diferentes instrumentos de recolección de datos para el estudio que se trata de realizar y así mismo, determinar el estado actual de la empresa en cuanto a estudio de métodos y tiempos.

Siendo:  $Z = 1.96$  es el nivel de confianza del 95%;  $N$  es el universo;  $p$  y  $q$  probabilidades complementarias de 0.5, error de estimación aceptable para encuestas en 10 % o 0.1,  $n$  tamaño de la muestra. Asumiendo que el universo de la muestra son 20 personas, en este caso tendríamos

Asumiendo que la población es pequeña se tomó el 100% de la misma.

## **Técnicas de recolección de información**

Para la recolección de datos se utilizó como técnica la encuesta dirigida, este instrumento se aplicó a los colaboradores del área de trillado y clasificado de la cooperativa PRODECOOP Palacagüina-Madriz, asumiendo que la población es pequeña se tomó a las 21 personas de esta área de producción.

Entrevista a Gerencia, Esta técnica va más allá de un simple interrogatorio, se basa en la conversación del entrevistador y el entrevistado, aplicada al vice gerente de la cooperativa para obtener información precisa acerca del proceso en el área de trillado y clasificado.

Asimismo, se realizaron tomas de tiempo durante el proceso de la misma área y observaciones directas.

## **Análisis Empírico**

### **Encuesta**

Según Naresh K. Malhotra, las encuestas son entrevistas con un gran número de personas utilizando un cuestionario prediseñado, el método de encuesta incluye un cuestionario estructurado que se da a los encuestados y que está diseñado para obtener información específica.

### **Entrevista**

Según (Sampieri, 2006) una entrevista no es casual, sino que es un diálogo intencionado entre el entrevistado y entrevistador, con el objetivo de recopilar información sobre la investigación, bajo una estructura particular de preguntas y respuestas

## **Análisis descriptivo**

Esta técnica está centrada en describir los datos, usando medidas de tendencia central, gráficas o tablas, en las que se pueda apreciar claramente el comportamiento, tendencias y regularidades de la información contenida en la muestra.

los estudios descriptivos permiten detallar situaciones y eventos, es decir cómo es y cómo se manifiesta determinado fenómeno y busca especificar propiedades importantes de personas las cuales son sometido a análisis.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este punto se presentan de forma descriptiva e interpretativa los resultados obtenidos del proceso de investigación, así como una propuesta de balanceo de línea de producción, los mismos que se fundamentan con información recopilada, como las referencias teóricas utilizadas en este estudio.

### Nivel de cumplimiento 5S

A través de una serie de preguntas sobre organización, orden, limpieza, estandarización y disciplina se ha logrado saber que el cumplimiento de las 5S en la cooperativa corresponde a un 67%.

<i>5S</i>	<i>Porcentaje</i>
Organización	60%
Orden	70%
Limpieza	100%
Estandarización	32%
Disciplina	75%

### Resultados de balanceo de la línea de producción

N°	Operación	Código del operario	T1	T2	T3	T4	T5	Total	Tiempo Promedio
1	Vaciado	1	0.2138	0.1715	0.2083	0.2176	0.2226	1.0338	0.2068 min
2	Llenado	2	0.1835	0.2093	0.2265	0.1935	0.2266	1.0394	0.2079 min
3	Pesado	3	0.2255	0.1763	0.2187	0.2049	0.1947	1.0201	0.2040 min
4	Costurado	4	0.1923	0.2052	0.1987	0.2058	0.1989	1.0009	0.2002 min
5	Transporte	5	0.5013	0.4982	0.5045	0.4912	0.5094	2.5046	0.5009 min

La medición del tiempo se hizo con el fin de determinar el tiempo en el que se llevan los operarios calificados en realizar las actividades anteriormente descritas y así poder establecer el tiempo estándar posible para efectuar las tareas determinadas, en base a las mediciones anteriores se podrá calcular el TE, con la debida consideración a la fatiga, a las demoras personales y a los retrasos inevitables.



### **Análisis de los suplementos para mujeres**

Mediante la determinación de suplementos, dio como resultado un 44% de suplementos para las mujeres, puesto que a éstas se les asigna una mayor calificación para cada factor de trabajo ya siendo necesidades personales o fatiga en el trabajo, puesto que la mujer necesita mas tiempo.

El resultado del 44% es la sumatoria de:

Necesidades personales (7) + básico por fátiga (4) + postura inclinada (3) + peso equivalente 15kg (8) + gran precisión(5) + ruido(7) + operación realizada (8) + monotomía (1) + monotomía física (1) = **44**

### **Análisis de suplementos para hombres**

Haciendo uso de una hoja de microsoft excel se determinó el porcentaje para hombre, es del 44%, dicho porcentaje es la sumatoria de:

Necesidades personales (5) + básico por fátiga (4) + trabajo de pie (2) + peso equivalente 33,5kg (22) + ruido(7) + tensión mental (1) + monotomía (1) + monotomía física (2) = **44%**

En cambio reyes garcias, Chávez Guzmán , & Gutiérrez Velásquez (2016) en su investigación encontró que los suplemento establecido para mujer era del 45% y el 41% para varones lo indica que el suplemento de tiempo para mujeres sera mayor.

### **Observaciones necesarias**

<b>Valores <math>X_i</math></b>	<b>Frecuencia (F)</b>	<b><math>X_i - X</math></b>	<b><math>(X_i - X)^2</math></b>	<b><math>F(X_i - X)^2</math></b>
0.18	3	-0.08	0.0064	0.0192
0.19	5	-0.07	0.0049	0.0245
0.2	5	-0.06	0.0036	0.018
0.21	4	-0.05	0.0025	0.01
0.22	3	-0.04	0.0016	0.0048
0.49	2	0.23	0.0529	0.1058
0.5	3	0.24	0.0576	0.1728
<b>Totales <math>\Sigma</math></b>	<b>25</b>			<b>0.3551</b>

Se deben realizar 527 observaciones, quedan pendientes 502 para estar en el rango propuesto puesto que solo se realizaron 25 observaciones.

### Cálculo de tiempo normal

NO.	OPERACIÓN	TIEMPO PROMEDIO CRONOMETRADO (PC)	CALIFICACIÓN	TIEMPO NORMAL (TN)
1	Vaciado	0.20676	116	0.24
2	Llenado	0.20788	116	0.24
3	Pesado	0.20402	116	0.24
4	Costurado	0.20018	116	0.23
5	Transporte	0.50092	118	0.59
<b>TOTAL</b>		<b>1.31976</b>		<b>1.54</b>

### Cálculo de tiempo estándar

#### Índice de producción

Para calcular el índice de producción de un contenedor de café, se aplica la siguiente fórmula:

$$IP = \frac{\text{Unidades a fabricar}}{\text{Tiempo disponibles de un operador}}$$

N°	Operación	Tiempo Normal (TN)	Concesiones %	Tiempo Estándar (TE)
1	Vaciado	0.24	1.3	0.55
2	Llenado	0.24	1.3	0.55
3	Pesado	0.24	1.3	0.55
4	Costurado	0.23	1.3	0.53
5	Transporte	0.59	5.4	3.78
<b>Total</b>		<b>1.54</b>		<b>5.96</b>

$$IP = \frac{250 \text{ unds}}{(8h)(60\text{min})} = 0.52 \text{ unds/ min}$$

### Observación

El índice de producción equivale de 0.52 unidades por minutos, es decir, no se terminan de fabricar 1 qq de café en un minuto. Cabe mencionar que la cantidad de 250 resulta 17 250 kilos de café oro la cual se empaacan en sacos de 69 kilos lo que es el equivalente a un contenedor de café exportable.

### Cálculo de operarios reales

N°	Operación	Tiempo Estándar (TE)	N° Operarios Teorico	N° Operarios Reales
1	Vaciado	0.55	0.3	1
2	Llenado	0.55	0.3	1
3	Pesado	0.55	0.3	1
4	Costurado	0.53	0.29	1
5	Transporte	3.78	2.07	2
<b>Total</b>		<b>5.96</b>		<b>6</b>

### Minutos estándar asignados

N°	Operación	Tiempo Estándar (TE)	Minutos Estándar Asignados
1	Vaciado	0.55	1.89
2	Llenado	0.55	1.89
3	Pesado	0.55	1.89
4	Costurado	0.53	1.89
5	Transporte	3.78	1.89

### Eficiencia de línea balanceada

La eficiencia de la línea es de un 52.2%, este porcentaje equivale a toda la experiencia que tienen los colaboradores en el proceso.

### Cálculo de productividad

Se debe producir 12.5 unidades por cada colaborador del área de trillado y clasificado.

**Prueba chií cuadrado cambio de método de trabajo – tiempos improductivos generados por otros procesos**

Estadísticos de prueba		
	¿Qué opinaría si le cambian su método de trabajo con el fin de mejorar la eficiencia de la empresa?	¿Piensa que se deberían considerar los tiempos improductivos generados por otros procesos, especificaciones de productos o cambios en el proceso de trillado?
Chi-cuadrado	9.800 <sup>a</sup>	12.800 <sup>a</sup>
Gl	1	1
Sig. asintótica	.002	.000

a. cero casillas (0.0%) han esperado frecuencias menores que 5. La frecuencia mínima de casilla esperada es 10.0.

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla anterior se muestra que el nivel de significancia es menor que 0.05. lo que indica que los tiempos improductivos generados por otros procesos son un factor determinante para cambiar el método de trabajo con el fin de mejorar la eficiencia, esto debido a que los tiempos improductivos producen ya sean externos o internos como pueden ser interrupciones, carga excesiva de trabajo, tiempo de inactividad debido a problemas ajenos a él como: falta de material o problemas informáticos, asignar a trabajadores no calificados tareas para las que no están preparados, tiempos perdidos por una mal organización, como derivados de su propio desarrollo del trabajo tales como: impuntualidad, absentismo, mala ejecución del trabajo, falta de motivación, desinterés, entre otras.

**Viabilidad economica de la propuesta de balaceo de la linea de producción**

## Costos de implementación de la propuesta

N° de actividades	Descripción de los costos		Cantidad	Costo unitario \$	Costo total				
					1er año	2do año	3er año	4to año	5to año
1	Capacitación en	Suplementos de tiempos y normas de producción.	2	150	300	300	300	300	300
2	Seguimiento y monitoreo	Para el trillado y clasificado.	4	220	880	880	880	880	880
3	Materiales a utilizar	Lápices	2 cajas	3.5	7	7	7	7	7
		Volantes	45 hojas	0.3	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5
		Hojas de papel	2 cajas	3.5	7	7	7	7	7
		Murales	5	4	20	20	20	20	20
		Banners	1	24	24	-	24	-	24
		Impresiones de documentación relacionadas al balanceo de líneas	350	0.06	21	21	21	21	21
		Tablas poli-gónadas	3	2	6	6	6	6	8
3	Instrumentos a utilizar	Computadora	1	400	400	-	-	-	-
		Cronómetro	1	26	26	-	-	-	-
<b>Total</b>			417	873.36	1744.5	1254.5	1278.5	1254.5	1278.5
<b>Total</b>			-	-	<b>\$ 6810.5</b>				

N° de actividades	Descripción de los beneficios	Cantidad	Costo unitario	Costo total				
				1er año	2do año	3er año	4to año	5to año
1	Elaboración de la propuesta	1	1,200	1,200	-	-	-	-
2	Capacitaciones al personal	2	150	300	-	-	-	-
3	Disminución de desperdicios	-	900	900	900	900	900	900
4	Disminución de tiempos muertos	-	400	400	400	400	400	400
<b>Total</b>		2	2650	2800	1300	1300	1300	1300
<b>Total</b>				<b>\$ 8000</b>				

### **Valor presente neto de egresos**

Cuando se calculó el valor actual neto para los egresos basados en los costos de la ejecución de la propuesta se obtuvo que la cooperativa tendrá que invertir \$ 3937.63 en plazo de 5 años, para poder costear la implementación de la propuesta. El VAN de \$ 3937.63 nos indica que al actualizar los flujos de caja obtendríamos la cantidad antes mencionada.

### **Valor presente neto de ingresos**

Posteriormente se realizaron los cálculos para el valor actual netos basándose a los Beneficios que se lograron obtener con la implementación de la propuesta mencionada, obteniendo así beneficio mayores con respecto a los egresos, por lo cual la cooperativa obtendrá un ahorro de \$ 4,864.95 en un periodo cinco años. El determinado de ingreso nos indica que al actualizar los flujos de caja y traer el monto del futuro sería \$ 4,864.95, además esta cantidad es lo que quedaría después de cubrir obligaciones.

### **Relación Beneficio Costo**

Teniendo la información de los valores actuales Netos de los Ingresos y Egresos se procedió a calcular la relación beneficio-costos para conocer la rentabilidad de la implementación de la propuesta Balanceo de Línea para la cooperativa, PRODECOOP

$$RBC = \frac{VAN \text{ Ingresos}}{VAN \text{ Egresos}}$$
$$RBC = \frac{\$ 4,864.95}{\$ 3937.63} = 1.23$$

Dando como resultados 1.23 con este resultado se demuestra que es factible la aplicación de la propuesta de balanceo de línea, además se recupera la inversión y se obtiene una utilidad del 23%

### **CONCLUSIONES**

Después de haber realizado múltiples visitas a la cooperativa, procesar y analizar la información obtenida podemos concluir lo siguiente:

Se realizó un diagnóstico sobre la situación actual de Cooperativa en materia de métodos y tiempos de trabajo por medio de la técnica de tiempos predeterminados y cronometraje encontrado lo siguiente:

La cooperativa cumple en un 67 % de manera general la metodología de las 5S, y en un 60% el orden esto afecta la productiva debido a que si se hay pasillos desordenados esto limita la movilidad de los colaboradores y por ende afecta el tiempo estándar , también el nivel de organización es del 60%, además el 65% de colaboradores afirman que cuentan con las herramientas necesarias para desempeñarse de manera eficiente y el 85% si está de acuerdo con que se cambie el método de trabajo con el fin de mejorar la eficiencia.

Se realizó una propuesta de balanceo de línea de producción para el incremento de la productividad de la cooperativa. Se propone un índice de producción equivalente a 0.52 unidades por minutos, es decir, no se terminan de trillar 1 qq de café en 1 minuto, además en el área de trillo se obtendría una productividad de 31.25 qq por hora y la productividad por operario seria 12.5 qq por operario, se obtiene un 79% de eficiencia en la línea balanceada y el tiempo ciclo requerido 115.2 segundos por unidad.

Se determinó la viabilidad económica de la propuesta de balanceo de la línea de producción dando como resultado 1.23 demostrado que la aplicación de propuesta es viable económicamente dado que se recupera la inversión y se obtiene un 23 % de utilidad.

## **Bibliografía**

Alfaro, R. (15 de Octubre de 2014). Obtenido de <https://prezi.com/1e4t-dadpabu/analisis-de-costos-e-efectividad/>

Amador, M. C. (Noviembre de 2017). Balanceo de línea. Hidalgo. Obtenido de [https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P\\_Presentaciones/icbi/asignatura/ingenieria/2017/balanceodelinea.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/icbi/asignatura/ingenieria/2017/balanceodelinea.pdf)

Arboleya, L. G. (s.f.). Obtenido de <https://psicorg2011.files.wordpress.com/2011/04/modelos-de-gestic3b3n-de-recursos-humanos-a1.pdf>

Benalividez, B. C. (2017).

- Campos, J. P. (15 de Abril de 2017). Balance de líneas de producción. Obtenido de <https://www.slideshare.net/JuanParedesCampos/balance-de-lineas-de-produccion>
- Cardona Londoño, L. N., & Sanz, J. D. (2007). Proyecto propuesta de mejora de métodos y determinación de los tiempos estándar de producción de la empresa G&L ingenieros LTDA. Obtenido de <https://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/106/TG658542C268p.pdf?seq>
- Criollo, R. (2000). Estudio del trabajo. Obtenido de [https://faabenavides.files.wordpress.com/2011/03/estudio-del-trabajo\\_ingenierc3ada-de-mc3a9todos-roberto-garcc3ada-criollo-mcgraw\\_hill.pdf](https://faabenavides.files.wordpress.com/2011/03/estudio-del-trabajo_ingenierc3ada-de-mc3a9todos-roberto-garcc3ada-criollo-mcgraw_hill.pdf)
- Díaz, C. (12 de Enero de 2015). Introducción al estudio del trabajo. Obtenido de <https://prezi.com/m/i4bcns5e5bas/introduccion-al-estudio-del-trabajo/>
- Estudio del trabajo Ingeniería de métodos y medición del trabajo. (s.f.).
- FAO. (2006). *Datos sobre la OTA*.
- Flores Hernández, M. I., & Osegueda Rizo, K. R. (20 de Febrero de 2018). Estudio de tiempo en los procesos productivos en las industrias del municipio de Matagalpa en el segundo semestre del año 2017. Matagalpa, Nicaragua.
- Gerencia Prodecoop. (Julio de 2019). Organigrama. Palacaguina Madriz.
- GOOGLE EARTH. (Julio de 2019). Ubicación del beneficio de café PRODECOOP R.L. Obtenido de <https://earth.app.goo.gl>
- Helou, M. (14 de Diciembre de 2011). Modelo de negocios viabilidad económica .
- Ipiates, G. (25 de Mayo de 2016). *La metodología del Periodo de Recuperación (PR), es otro índ*. Obtenido de <https://prezi.com/0nqbiddi7ruc/la-metodologia-del-periodo-de-recuperacion-pr-es-otro-ind/>
- Kanawaty, G. (1996). INTRODUCCION AL ESTUDIO DEL TRABAJO Oficina Internacional del Trabajo. (Cuarta). Suiza. Obtenido de



[https://academia.edu/37437864/introducci%C3%B3n\\_al\\_estudio\\_del\\_trabajo\\_4ta\\_edici%C3%B3n\\_George\\_Kanawaty\\_FREELIBROS.ORG](https://academia.edu/37437864/introducci%C3%B3n_al_estudio_del_trabajo_4ta_edici%C3%B3n_George_Kanawaty_FREELIBROS.ORG)

Ley 618 de seguridad e higiene laboral. (13 de julio de 2007). Gaceta No.133 . Nicaragua.

López, B. S. (2016). Estudio del trabajo. Obtenido de <https://www.ingenierosindustrialesonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-del-trabajo/>

Madrigal, R. S. (2011). *TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE FLUJOS DE INVERSIÓN: MITOS Y REALIDADES*. Obtenido de [https://revistas.ucr.ac.cr > index.php > economicas > article > download](https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/economicas/article/download)