



**UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA**  
UNAN - MANAGUA

**Facultad de Ciencias e Ingeniería**

**Departamento de Tecnología**

**Ingeniería Industrial**

**Tesis Monográfica para Optar al Título de Ingeniero Industrial**

**Tema**

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.

**Elaborado por:**

Br. Lester Antonio Blas Guevara.

Br. David Moisés Grillo Caldera.

Br. Yulian José Hernández Mora.

**Nombre del Tutor:**

PhD. Elvira Siles Blanco

**Managua 24 de noviembre del 2020**

*Propuesta de mejora en la línea de producción DILLAR en la Empresa BWA, ubicada en Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.*

## **Agradecimientos**

La presente Tesis no hubiera sido posible sin el apoyo primeramente de Dios y mi familia que han sido el pilar fundamental para lograr llegar, por haberme guiado a lo largo de la carrera, por ser nuestra fortaleza en momentos de debilidad, gracias a ellos he logrado persistir ante diferentes circunstancias en este trayecto de 5 años de carrera, con esfuerzo, humildad y sabiduría no hay puerta que se cierre.

En segundo lugar, gracias al apoyo que me ha brindado la empresa BWA Nicaragua S.A para realizar la mayoría de las practicas que han sido de gran ayuda para el avance y desarrollo profesional, sobre todo al Ingeniero Orval Samuels Director de Ingeniería por haber brindado su apoyo, conocimiento, humildad, técnicas y estrategias para el desarrollo y desempeño en el área, siendo de gran utilidad para mejorar las capacidades como ingeniero industrial.

A la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, por la consistencia y todos los conocimientos brindados, por su entrega y profesionalismo de diferentes docentes de la carrera de ingeniería industrial, gracias a ellos ha sido posible mantener la perseverancia a lo largo de este periodo, Por otro lado, agradecerles a compañeros y amigos que siempre han estado ahí apoyando siempre para no desvanecer en los diferentes obstáculos en el camino de la carrera.

**Br. Lester Antonio Blas**

## **Dedicatoria**

### **A DIOS**

La presente Tesis está dedicada primeramente a DIOS por permitirme gozar de buena salud, sabiduría, humildad y persistencia para lograr mis objetivos y guiarme por el buen camino, cuando tienes a Dios siempre presente las puertas siempre se mantienen abiertas.

### **A MI FAMILIA**

A mi familia que sin duda alguna ha sido una de mis mayores apoyos a lo largo de mi carrera, por ser siempre quienes han estado pendiente de cada escalón que he dado en el transcurso de estos 5 años. En especial a mi padre **Eduardo Blas Dávila**, Que **DIOS** le tenga en su gloria, que fue uno de los grandes pilares al inicio de este largo camino que aún no termina y que sigue apoyándome desde arriba, a mi madre **Angela Lucia Guevara** que siempre con su apoyo ha sido el segundo pilar importante que me ha dado todo para cumplir mi objetivo y meta propuesta, y haberme formado como hombre y ser humano con valores, todos ellos han sido un apoyo importante a todos ellos está dedicado este trabajo final, ya que sin ellos no fuese posible haber llegado hasta este punto de mi vida.

**Br. Lester Antonio Blas**

## Valoración del Tutor



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA

2020: "AÑO DE LA EDUCACIÓN CON CALIDAD Y PERTINENCIA"

Managua, 9 de diciembre 2020

Ingeniero  
**ELIM CAMPOS**  
Director  
Departamento de Tecnología  
Su Despacho

Estimado Ingeniero Campos:

Sirva la presente para comunicarle que he dirigido y examinado trabajo monográfico realizado por los bachilleres: **Léster Antonio Blas Guevara, Yulian José Hernández Mora y David Moisés Grillo Caldera**, titulado: "Propuesta de mejora en la línea de producción Capital Mercury en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del periodo de marzo a noviembre del 2020".

Me complace afirmar que el trabajo de culminación desarrollado por los bachilleres se encuentra dentro de las indicaciones orientadas institucionalmente para las distintas formas de culminación de estudios de pregrado y tiene aplicación directa con el perfil de la carrera.

Los bachilleres en mención, han demostrado interés, perseverancia, disciplina, entrega y cumplimiento en su trabajo en el tiempo que les fue asignado.

Por lo anterior, considero que puede programarse la defensa final.

Atentamente,

PH.D. ELVIRA SILES BLANCO  
TUTORA  
INGENIERIA INDUSTRIAL

Cc. Archivo

*¡A la libertad por la Universidad!*

Rotonda Universitaria Rigoberto López Pérez, 150 metros al Este. | Recinto Universitario "Rubén Darío"  
Cod. Postal 663 – Managua, Nicaragua | Telf.: 2278 6769 / Ext. 6008 | www.unan.edu.ni

## Resumen

BWA Nicaragua Inc., planta donde se realizó el estudio, es una empresa líder en el mercado de la franela de algodón, con 65 años en el mercado, se ha transformado en un fabricante de prendas de vestir totalmente integrado con sólidas asociaciones de fábricas en Europa, China, Corea del Sur y Taiwán.

El trabajo monográfico se realizó en una de sus tres plantas específicamente la número 2 ubicada en el kilómetro 44.5 de la Carretera de La Boquita - Diriamba en las instalaciones de una empresa textil que no siguió operando en el mercado, infraestructuras que han sido una base para los inversionistas que se interesaron en trabajar con la mano de obra nicaragüense.

Para la realización de este trabajo monográfico se consideraron tanto fuentes primarias como secundarias, con respecto a las variables principales, se describe el proceso actual de la línea de producción 1 en la cual confeccionan pantalones de pijama estilo FT5JR411, las técnicas en las que se desarrollan cada una de las etapas y la propuesta de método actual, para lo que se incluyen herramientas como la técnica de las interrogantes, diagrama de proceso de operaciones y diagrama de bloque con el fin de representar las operaciones del proceso de confección de la pijama.

Actualmente en el proceso productivo de la línea 1 se observa que existen fallas con respecto a la estandarización de métodos, la organización de los materiales, la ubicación de los puestos y equipos de trabajo, lo que repercute en una excesiva cantidad de transportes y generación de demoras en el proceso productivo de la línea. Esta situación de desorganización genera cuellos de botellas, aumento de ciclos de procesos, baja productividad, cansancio en los operarios por realizar movimientos innecesarios y disminución de su ritmo de trabajo.

Como resultado de la investigación se resalta que la propuesta de balance de la línea 1, partiendo de que la confección del pantalón de pijama está dividida en 7 partes, redujo el número de operaciones de 29 a 25, además de los transportes, y el flujo entre estaciones

# Índice

<b>CAPITULO I.....</b>	<b>1</b>
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	5
1.3 OBJETIVOS.....	6
<i>1.3.1 Objetivo General</i> .....	6
<i>1.3.2 Objetivos Específicos</i> .....	6
<b>CAPITULO II .....</b>	<b>7</b>
2.1 MARCO REFERENCIAL.....	7
2.1.1 Antecedentes .....	7
2.1.2 Marco Teórico .....	9
2.1.2.1 Diagrama de Ishikawa .....	9
2.1.2.2 Línea de producción .....	9
2.1.2.3 Diagrama de flujo .....	10
2.1.2.3.1 Operación .....	10
2.1.2.3.2 Inspección.....	11
2.1.2.3.3 Transporte.....	11
2.1.2.3.4 Demora .....	11
2.1.2.3.5 Almacenamiento.....	11
2.1.2.4 Diagrama del proceso de operación.....	12
2.1.2.5 Estudio de Tiempos .....	12
2.1.2.5.1 El Tiempo Estándar .....	14
2.1.2.5.2 Cronometraje .....	14
2.1.2.5.3 Método De Regresos A Cero.....	15
2.1.2.5.4 Método Continuo.....	15
2.1.2.5.5 Actividad mínima exigible .....	15
2.1.2.5.6 Desempeño Estándar .....	16
2.1.2.5.7 Calificación del desempeño.....	16

2.1.2.6	El Sistema Westinghouse .....	16
2.1.2.7	Distribución de operaciones (Lay-out).....	17
2.1.2.7.1	Lay-out por producto o línea de ensamble .....	17
2.1.2.8	Balanceo de línea.....	18
2.1.2.8.1	Línea de fabricación y ensamble .....	18
2.1.2.8.2	Beneficios del balanceo de línea .....	19
2.1.2.8.3	Tipos de balanceo de línea .....	19
2.1.2.9	Eficacia .....	20
2.1.2.10	Eficiencia.....	20
2.1.2.11	Productividad .....	20
2.1.3	<i>Marco Legal</i> .....	21
2.1.4	<i>Preguntas Directrices</i> .....	23
<b>CAPITULO III.....</b>		<b>24</b>
3.1	DISEÑO METODOLÓGICO .....	24
3.1.1	<i>Enfoque del Estudio</i> .....	24
3.1.2	<i>Tipo de estudio</i> .....	24
3.1.3	<i>Universo</i> .....	24
3.1.4	<i>Población</i> .....	24
3.1.5	<i>Muestra</i> .....	25
3.1.6	<i>Técnicas utilizadas para la recolección de datos</i> .....	26
3.1.6.1	Entrevista de tipo participante .....	26
3.1.6.2	Entrevista No Estructural.....	26
3.1.6.3	Instrumentos para la recolección de datos .....	26
3.1.6.4	Descripción del procedimiento para la recolección de datos .....	26
<b>CAPITULO IV .....</b>		<b>28</b>
4.1	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	28
4.1.1	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	28
4.1.1.1	Descripción de las operaciones del proceso .....	29
4.1.1.2	Distribución de la planta.....	29
4.1.1.3	Maquinaria y equipos .....	30



4.1.1.4	Líneas de producción.....	31
4.1.1.5	Materia prima .....	32
4.1.1.6	Análisis del personal.....	2
4.1.1.7	Jornadas de trabajo .....	2
4.1.2	<i>Análisis de tiempos actuales SAM</i> .....	2
4.1.3	<i>Condiciones Ambientales</i> .....	35
4.1.3.1	Condiciones de seguridad.....	35
4.1.3.2	Protección personal.....	36
4.1.3.3	Prevención de accidentes.....	36
4.1.3.4	Ergonomía .....	36
4.1.3.5	Ambiente laboral .....	37
4.1.3.6	Control de calidad.....	37
4.1.3.7	Análisis Operacional.....	37
4.1.3.8	Análisis Situacional .....	43
4.1.3.9	Descripción de las operaciones línea Dillards.....	46
4.1.4	<i>Estudio de tiempos</i> .....	50
4.1.4.1	Selección del operario .....	50
4.1.4.2	Calificación del operario .....	50
4.1.4.3	Método para la toma de tiempos .....	51
4.1.4.4	Ritmo de Trabajo.....	54
4.1.4.5	Tiempo Estándar.....	56
4.1.5	<i>Balaceo de línea</i> .....	61
<b>CAPÍTULO V .....</b>		<b>69</b>
5.1.	CONCLUSIONES .....	69
5.2.	RECOMENDACIONES .....	70
<b>CAPITULO VI.....</b>		<b>71</b>
6.1.	ANEXOS.....	71

## Índice de Ilustraciones

<b>Ilustración 1 Diagrama de bloque .....</b>	<b>29</b>
<b>Ilustración 2 Diagrama de Ishikawa .....</b>	<b>43</b>
<b>Ilustración 3 Diagrama de Flujo Línea Dillard's.....</b>	<b>48</b>
<b>Ilustración 4 Diagrama de Proceso de Operaciones .....</b>	<b>49</b>
<b>Ilustración 5. Grafica tiempos promedios. ....</b>	<b>60</b>
<b>Ilustración 6.Grafica de tiempos Normales. ....</b>	<b>60</b>
<b>Ilustración 7.Gráfica de tiempos estándar. ....</b>	<b>61</b>
<b>Ilustración 8 Diagrama de Precedencia .....</b>	<b>65</b>
<b>Ilustración 9 Lay-Out Propuesto.....</b>	<b>68</b>
Tabla 1 Flujograma de Procesos .....	11
Tabla 2 Ley de Zona Franca .....	21
Tabla 3 Ley General de Higiene y Seguridad.....	22
Tabla 4. Operacionalización de las Variables.....	27
Tabla 5 Tiempos Estándar General BWA .....	34
Tabla 6 Tiempos Estándar BWA .....	35
Tabla 7 Técnica de las Interrogantes .....	40
Tabla 8 Total de Muestras .....	53
Tabla 9. Tiempos de Operación.....	58
Tabla 10 Takt Time.....	62
Tabla 11 Datos de Precedencia.....	64
Tabla 12 Suplementos Sistema Westinghouse .....	71
Tabla 13 Suplementos Constantes y variables.....	72
Tabla 14 Balanceo de Línea.....	73
Tabla 15. Tomas de Tiempo .....	73

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



## **CAPITULO I**

### **1.1 Introducción**

La Industria Textil y Confección en Nicaragua representa hoy en día es uno de los sectores que aportan a la economía del país. Sumado a esto, cifras de crecimiento del sector en los últimos años. Las exportaciones del país demuestran que este sector es uno de los más importantes para la economía nicaragüense, operando varias zonas francas a nivel de Nicaragua. Una de estas empresas es BWA S.A, que aporta al crecimiento de la economía.

BWA Nicaragua está ubicada en el kilómetro 44.5 de la Carretera de La Boquita - Diriamba en las instalaciones de una empresa textil que no siguió operando en el mercado, infraestructuras que han sido una base para los inversionistas que se interesaron en trabajar con la mano de obra nicaragüense.

BWA expandió sus operaciones a Nicaragua en 2017 para aprovechar las oportunidades libres de impuestos que presenta el DR-CAFTA, su giro es confeccionar prendas de vestir para el mercado estadounidense, cuenta con 6 líneas de producción. La línea No. 1 se dedica a la confección de camisas de vestir, está compuesta por 25 colaboradores con una experiencia de producción no favorables por una alta rotación de personal, presentando baja productividad debido a diferentes causas que se están generando como el abastecimiento de piezas, operarios innecesarios en la línea de producción, y el control en las operaciones en el proceso, dado este problema los supervisores de producción tienen que tomar decisiones para la mejora de este déficit de producción, para lograr cumplir con la demanda que establece el cliente.

Por ende, ¿Qué pasaría si la empresa no toma decisiones en un corto plazo para solucionar dicha problemática? si la empresa no toma las acciones necesarias para disminuir estas dificultades que presenta conllevaría pérdidas económicas, estaría en serios problemas con el cliente por lo cual perderían contrato por incumplimiento de entrega de los pedidos.

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



Para que este problema disminuya es de suma importancia aplicar técnicas y métodos en relación al estudio del trabajo, razón que motivó a realizar un estudio de tiempos para analizar capacidades y eficiencias de los trabajadores y determinar con este análisis el número de operarios requerido en cada área de las operaciones.

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



## **Planteamiento del problema**

En la Actualidad la Empresa BWA cuenta con tres plantas de producción, dos de ellas operando desde el 2018 y la planta 3 desde el 2019, estas tres plantas confeccionan diferentes prendas de vestir para el mercado Europeo, Americano y Asiático. Debido a esto se ha logrado ampliar las instalaciones con montajes de nuevas líneas de producción, es por ello que es necesario aplicar métodos que ayuden al desarrollo de la empresa.

La empresa BWA Nicaragua S.A es una empresa dedicada al diseño y confección de ropa de vestir, actualmente cuenta con 3 plantas, en las cuales se confeccionan camisas de vestir, chaquetas, suéter etc. en la planta 2 se confecciona camisas de vestir, chaquetas y pantalones de pijama recientemente en esta planta existe un problema dentro de una línea de producción debido a diferentes situaciones como la rotación del personal, control de los materiales, la distribución de carga en cada uno de los operarios en la línea de producción, y el control en las operaciones ya que se ingresan a la líneas operarios que no están entrenado eficiente.

La línea 1 DILLAR ubicada en planta 2, presenta una baja productividad debido a diferentes factores entre ellos, los materiales, puesto el control de ellos es ineficiente ya que en el área de ensamble llegan las piezas incompletas y con mal diseño, debido a que no existe un buen control de calidad en las diferentes piezas enviadas a ensamble. También la mano de obra es otro factor ya que se ve afectado por el ingreso de personal sin completa preparación, por otro lado, la carga de trabajo en las líneas de producción no está muy bien distribuida, lo que a su vez se generan cuellos de botella generando deficiencia en la productividad de la línea.

En base a esto los supervisores han tomado decisiones con la misión de incrementar los números en la producción de la línea, sin embargo no se ha logrado mantener la mejora en los procesos, es por ello que se ha destinado hacer un estudio de tiempo para el balance de línea, la cual es una de las metodologías que más impacto genera para la mejora de la productividad en este tipo de situaciones, capacidades y eficiencias de los trabajadores y

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



determinar con este análisis el número de operarios requerido en cada una de las operaciones, cabe mencionar que es de suma importancia destacar que este estudio generara alternativas que beneficiarían a la empresa y a los colaboradores.

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



## **1.2 Justificación**

El desarrollo de este estudio se enmarcará en base las perspectivas de nuestro desempeño profesional, al diseño, la planificación y el control, la disminución de los tiempos improductivos, el ordenamiento de las operaciones secuenciales, la flujogramación de los procesos, y sobre todo el aprovechamiento máximo de los recursos generados dentro de un sistema como lo es la línea de producción DILLAR de la empresa BWA S.A, este es el objetivo principal que le dará seguimiento al realizar este trabajo, mismo que se proyecta desde la óptica de mejora continua en las industrias mediante los estudios de métodos, y de tiempos.

Cabe señalar que estos tipos de estudios son de suma importancia para el crecimiento y desarrollo de las áreas productivas, logrando mediante este, la estandarización de las actividades que componen un sistema, tomando como referencia factores que involucran los niveles en cada actividad productiva.

Con este estudio se pretende beneficiar a la empresa, aportando con los conocimientos obtenidos para la mejora continua de los procesos de producción, el control de calidad, con sus respectivas propuestas de mejora, tomando en cuenta la información brindada por la empresa, es decir comparación con los datos que la empresa proporciona para el desarrollo de sus actividades, así como los SAM'S de las operaciones, y el tack-time que provee el cliente.

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

- ✚ Contribuir con el mejoramiento de la línea de producción Dillards estilo FT5JR411 en la Empresa BWA, para el aumento de los niveles de productividad.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- ✚ Describir el Proceso de Producción de la línea No. 1 DILLAR a través de la técnica de las interrogantes.
- ✚ Analizar la problemática en la línea de producción haciendo uso del diagrama de Ishikawa.
- ✚ Representar las operaciones de la línea de producción 1 DILLAR a través del diagrama de proceso de operaciones.
- ✚ Elaborar el estudio de tiempo para conocer los niveles de Productividad y eficiencia en la línea de producción 1 DILLAR
- ✚ Realizar el balanceo de línea para la estandarización de los tiempos de las operaciones en función de la demanda.



Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



## **CAPITULO II**

### **2.1 Marco Referencial**

#### **2.1.1 Antecedentes**

La empresa BWA Nicaragua ubicada en Diriamba, Carazo es una empresa joven que abrió operaciones en Nicaragua en el año 2018, es por ello que no existen estudios monográficos realizados en la empresa. Para la elaboración de este estudio, al momento de abordar el tema de propuesta de mejora de acuerdo a la ingeniería de métodos en la línea de producción Timberland, la empresa BWA Nicaragua S.A es una empresa joven es por ello que es de suma importancia mencionar que no existen estudios previos relacionados a nuestro trabajo, por lo tanto, no encontramos ningún documento o antecedente, ya que la empresa abrió operaciones en el año 2018.

#### **Estudios relacionados**

En primera instancia se encontró un estudio relacionado a este tema en estudio en la empresa BWA Nicaragua, elaborado por :Juan Pablo Orejuela Cabrera, Andrés Flórez González; el cual tiene por nombre “BALANCEO DE LÍNEAS DE PRODUCCIÓN EN LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA MEDIANTE PROGRAMACIÓN POR METAS” teniendo como objetivo proponer la formulación de un modelo para el balanceo de línea, utilizando la técnica de programación multi-objetivo por metas, aplicada a la industria farmacéutica con el fin de minimizar el número de estaciones, minimizar el tiempo de ciclo y el inventario en proceso, el cual brindo mejoras en la empresa (Juan Pablo Orejuela Cabrera, 2019).

Como segundo documento se encontró un artículo de investigación científica para la formulación de un modelo de balanceo de línea realizado por: Tomás A. R. Fucci el cual lleva por nombre “LINEAS DE MONTAJE – BALANCEO ¿SOLUCIÓN INTELIGENTE O GENERACIÓN DE PROBLEMAS?”, Este trabajo se enfoca en el balanceo o equilibrado de los procesos denominados “en línea” y en poner de manifiesto las dificultades y los

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



beneficios obtenidos en los niveles de producción, en la eficiencia y en los costos, sin dejar de mencionar la interacción con los recursos humanos que participan en las tareas de dichos procesos y en asimilar los tiempos de ciclo al takt time, el cual fue relevante y de suma importancia en la investigación (Fucci, 2014)

Como tercer documento se encontró un estudio realizado por: Mauricio López Acosta, Gilda María Martínez Solano, Aarón Fernando Quirós Morales y Jorge Alberto Sosa Ochoa, el cual tiene por nombre “BALANCEO DE LÍNEAS UTILIZANDO HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA” donde plantean la situación de la empresa o problemática, la cual se resume según la empresa en que La línea de producción BT Ibox de la empresa bajo estudio, lleva operando a la fecha diez meses (noviembre del 2010), por lo que se le considera un NPI (New Product Introduction). Debido a esto, aún no se han balanceado sus actividades, no se ha establecido el trabajo estándar, el tiempo estándar y el tiempo de ejecución (playbook), lo que ocasiona que la línea pueda estar trabajando con un numero inadecuado de operadores, que no se trabaje a un ritmo constante, que se trabaje de una forma incorrecta y no poder satisfacer la demanda de los clientes. Dicho estudio tiene por objetivo Balancear la línea de producción BT Ibox de la empresa UTC Fire & Security, mediante la aplicación de herramientas de manufactura esbelta, con el fin de establecer la cantidad necesaria de operadores unificando actividades para eliminar el tiempo de ocio sin afectar su productividad , logrando mejoras en el proceso e incremento de la productividad (Mauricio López Acosta, 2011).

Como cuarto documento se encontró un estudio realizado por El Ing. Andrés Jaramillo Garzón y Ing. Jorge Hernán Restrepo Correa el cual lleva por nombre “APLICACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN DINÁMICA PARA RESOLVER EL PROBLEMA SIMPLE DE BALANCEO DE LINEA DE ENSAMBLE.”, donde se aborda en forma reducida la aplicación de un algoritmo exacto para solucionar un problema simple de balanceo de línea de ensamble, el algoritmo utilizado es la programación dinámica, se muestran las ventajas y desventajas de usar este método para solucionar problemas de tipo combinatorial, obteniendo mejoras en el proceso (Andrés Jaramillo Garzon, 2010)

## **2.1.2 Marco Teórico**

### **2.1.2.1 Diagrama de Ishikawa**

El Diagrama de Ishikawa, también conocido como Diagrama de Espina de Pescado o Diagrama de Causa y Efecto, es una herramienta de la calidad que ayuda a levantar las causas-raíces de un problema, analizando todos los factores que involucran la ejecución del proceso. El Diagrama de Ishikawa presenta la relación existente entre el resultado no deseado o no conforme de un proceso (efecto) y los diversos factores (causas) que pueden contribuir a que ese resultado haya ocurrido. Su relación con la imagen de una espina de pescado se da debido al hecho de que podemos considerar sus espinas las causas de los problemas planteados, que contribuirán al descubrimiento de su efecto (Bastiani, 2018).

### **2.1.2.2 Línea de producción**

Según (Render, 2004), En la línea de ensamble se arman las partes fabricadas en una serie de estaciones de trabajo. Ambos son procesos repetitivos y en los dos casos, la línea debe estar “balanceada”, es decir, el tiempo que lleva realizar una tarea en una máquina debe ser igual o “estar balanceado” con el tiempo que lleva realizar el trabajo en la siguiente máquina de la línea de fabricación, del mismo modo que el tiempo que requiere un empleado en una estación de trabajo de la línea de ensamble debe estar “balanceado” con el tiempo que requiere el siguiente empleado en la siguiente estación de trabajo.

Entendemos como línea de producción al conjunto de operaciones secuenciales en las que se organiza un proceso para la fabricación de un producto. Para la fabricación de un gran número de unidades del mismo producto se requiere organizar un montaje en serie de las distintas operaciones requeridas para su transformación de materias prima en producto. Esto implica la organización del proceso en fases y operaciones que se asignan individualmente o por grupos de trabajo (Seampedia, 2018).

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



### **2.1.2.3 Diagrama de flujo**

Diagrama de flujo recorrido: es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, los transportes, las inspecciones, las esperas y los almacenamientos que ocurren durante un proceso. (CRIOLLO, 2007)

Un diagrama de flujo es una representación gráfica que desglosa un proceso en cualquier tipo de actividad a desarrollarse tanto en empresas industriales o des servicios y en sus departamentos, son importantes ya que ayudan a designar cualquier representación gráfica de un procedimiento, muestra la secuencia cronológica de las actividades que se realizan en el proceso de producción, pero de forma más detallada que en el diagrama de operaciones, es decir se utiliza para registrar costos ocultos no productivos tales como distancias recorridas, demoras y almacenamientos temporales, que al ser detectados pueden analizarse para tomar medidas y minimizarlos. (Manene, 2011)

Los objetivos de este diagrama son proporcionar una imagen clara de toda la secuencia de los acontecimientos del proceso. Por lo tanto, permite estudiar las fases del proceso en forma sistemática o mejorar la disposición de los locales y el manejo de los materiales con el fin de disminuir las demoras, comparar dos métodos y estudiar las operaciones y las inspecciones relacionadas dentro del mismo proceso. (CRIOLLO, 2007)

#### **2.1.2.3.1 Operación**

Esto ocurre cuando un objeto está siendo modificado en sus características, se está creando o agregando algo o se está preparando para otra operación, transporte, inspección o almacenaje. Una operación también se lleva a cabo cuando se está dando recibiendo información o se está planeando algo. (CRIOLLO, 2007).

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



### 2.1.2.3.2 Inspección

Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar y verificar la calidad o cantidad de cualesquiera de sus características. (CRIOLLO, 2007).

### 2.1.2.3.3 Transporte

Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección. (CRIOLLO, 2007)

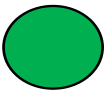


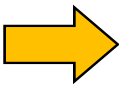


### 2.1.2.3.4 Demora

Ocurre cuando se interfiere en el flujo de un objeto o grupo de ellos. Con esto se retarda el siguiente paso planeado. (CRIOLLO, 2007).

### 2.1.2.3.5 Almacenamiento

Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son retenidos y protegidos contra movimientos o usos no autorizados. (CRIOLLO, 2007)

**Tabla 1** Flujograma de Procesos

ACTIVIDAD	SIMBOLO	REPRESENTA
Operación		Tarea Asignada. Procedimiento o Metodo
Inspeccion		Verifica la Calidad y/o Cantidad
Inspeccion y Operación		verificacion o supervision de Metodo y Procedimiento
Transporte		Traslado de Pieza
Almacen		Retiene o Almacena
Demora		Retrasa o Iinterfiere

Fuente (Benjamin W NIEBEL, 2007)

#### **2.1.2.4 Diagrama del proceso de operación**

El diagrama del proceso de operación es la representación gráfica de los puntos en los que se introducen materiales en el proceso y del orden de las inspecciones y de todas las operaciones, excepto las incluidas en la manipulación de los materiales; además, puede comprender cualquier otra información que se considere necesaria para el análisis; por ejemplo, el tiempo requerido, la situación de cada paso o si los ciclos de fabricación son los adecuados. (CRIOLLO, 2007)

Los objetivos de este diagrama son proporcionar una imagen clara de toda la secuencia de los acontecimientos del proceso. Por lo tanto, permite estudiar las fases del proceso en forma sistemática o mejorar la disposición de los locales y el manejo de los materiales con el fin de disminuir las demoras, comparar dos métodos y estudiar las operaciones y las inspecciones relacionadas dentro del mismo proceso. Los diagramas del proceso de la operación difieren ampliamente entre sí a consecuencia de las diferencias entre los procesos que representan. (CRIOLLO, 2007)

#### **2.1.2.5 Estudio de Tiempos**

Para (Bryan, 2016), el estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajos correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida.

Según (Lopez C. , 2001) el estudio de tiempos es aquella actividad que implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga, de las demoras personales y de los retrasos inevitables.

El estudio de tiempo se divide en dos procedimientos para hacer las tomas de tiempos necesarios, uno de esos es la toma de tiempo con el método continuo el cual consiste en dejar

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



correr el cronometro mientras dura el estudio, en esta técnica el cronometro se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas están en movimientos. (Martinez, 2017)

La siguiente técnica o método regreso a cero el cronometro se lee la terminación de cada elemento, y luego se regresa a cero de inmediato, al iniciarse el siguiente elemento el cronometro inicia de cero y se prosigue a hacer otra medición, así sucesivamente durante todo el estudio. (Martinez, 2017)

Las técnicas que permiten realizar una medición del trabajo son las siguientes:

#### **Técnicas directas:**

- Estudio de tiempos con Cronómetro
- Muestreo del Trabajo

#### **Técnicas indirectas:**

- Datos Estándares
- Sistema de tiempos predeterminados
- Estimación.

Metodología para su realización:

#### **Preparación:**

- Selección de la operación.
- Selección del trabajador.
- Actitud frente al trabajador.
- Análisis de comprobación del método de trabajo.
- Calcular el tiempo observado.

#### **Ejecución:**

- Obtener y registrar la información.
- Descomponer la tarea en elementos.
- Cronometrar.

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



- Calcular el tiempo observado

#### **Valoración:**

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

#### **Suplementos:**

- Análisis de mejora.
- Estudio de fatiga.
- Cálculo de suplementos y su tolerancia

#### **Tiempo estándar:**

- Error de tiempo estándar.
- Cálculo de frecuencia de los elementos.
- Cálculo de tiempo estándar.

##### **2.1.2.5.1 El Tiempo Estándar**

Es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, utilizando método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, desarrollando una velocidad normal que pueda mantener día tras día, sin mostrar síntomas de fatiga. (Benjamin W NIEBEL, 2007)

La suma de los tiempos elementales proporciona el estándar en minutos por pieza, usando un cronómetro minuterero decimal, o en horas por pieza, si se usa un cronómetro con décimas de hora. La mayoría de las operaciones industriales tiene ciclos relativamente cortos (menos de 5 minutos); en consecuencia, algunas veces resulta más conveniente expresar los estándares en horas por cientos de piezas. (Benjamin W NIEBEL, 2007)

##### **2.1.2.5.2 Cronometraje**

Consiste en la determinación del tiempo para emplear la realización de una tarea a la tarea norma o exigible, mediante su observación y su valoración de actividad, también se



Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



conoce como sistema Bedaux, aunque este estaba también relacionado con los sistemas de incentivos. El cronometraje industrial es la técnica de medición para registrar el tiempo y el ritmo de trabajo de los elementos de una tarea definida y realizada en condiciones determinadas, así como para analizar los datos con el fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea de en un nivel de ejecución preestablecido. (Martinez, 2017)

El cronometraje industrial es la técnica de medición para registrar el tiempo y el ritmo de trabajo de los elementos de una tarea definida y realizada en condiciones determinadas, así como para analizar los datos con el fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea de en un nivel de ejecución preestablecido. (Martinez, 2017)

#### **2.1.2.5.3 Método De Regresos A Cero**

El método de regresos a cero tiene tanto ventajas como desventajas en comparación con la técnica de tiempo continuo. Algunos analistas del estudio de tiempos usan ambos métodos, con la creencia de que los estudios en los que predominan los elementos largos se adaptan mejor a las lecturas con regresos a cero, mientras que los estudios de ciclo corto se ajustan mejor al método continuo. (Benjamin W NIEBEL, 2007)

#### **2.1.2.5.4 Método Continuo**

El método continuo para el registro de valores elementales es superior al de regresos a cero por varias razones. Lo más significativo es que el estudio resultante presenta un registro completo de todo el periodo de observación; como resultado, complace al operario y al sindicato. El operario puede ver que no se dejaron tiempos fuera del estudio, y que se registraron todos los retrasos y elementos extraños. Como todos los hechos se presentan con claridad, esta técnica para el registro de tiempos es más fácil de explicar y vender. (Benjamin W NIEBEL, 2007)

#### **2.1.2.5.5 Actividad mínima exigible**

Actividad mínima exigible(normal), es la que desarrolla un trabajador medio, entrenado en su trabajo y consiente de su responsabilidad bajo una dirección competente, utilizando el método operatorio preestablecido y trabajando sin el estímulo de una

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



remuneración con incentivos, estos ritmos pueden mantenerse fácilmente día tras días sin excesiva fatiga física ni mental y se caracteriza por la realización de un esfuerzo constante y razonable. (Adrews, 2018)

#### **2.1.2.5.6 Desempeño Estándar**

El desempeño estándar se define como el nivel de desempeño que logra un operario con mucha experiencia que trabaja en las condiciones acostumbradas a un ritmo ni muy rápido ni muy lento, pero representativo de uno que se puede mantener durante toda una jornada. (Benjamin W NIEBEL, 2007)

#### **2.1.2.5.7 Calificación del desempeño**

La calificación del desempeño debe hacerse sólo durante la observación de los tiempos elementales. A medida que el operario procede de un elemento al siguiente, usando el método prescrito, el analista debe evaluar con cuidado la velocidad, la destreza, los movimientos falsos, el ritmo, la coordinación, la eficacia y otros factores que influyen en la producción y juzgar el desempeño del operario respecto al desempeño estándar. Una vez registrado el desempeño, éste no debe cambiarse. Sin embargo, no implica esto que el observador elabore y emita siempre un juicio perfecto. Si la calificación es cuestionada, el trabajo o la operación debe volver a estudiarse para aprobar o desaprobado la evaluación que se registró. (Benjamin W NIEBEL, 2007)

La evaluación y calificación del desempeño constituye el proceso por el cual se estima el rendimiento global del empleado. La mayor parte de los empleados procura obtener retroalimentación sobre la manera en que cumple sus actividades y las personas que tienen a su cargo la dirección de otros empleados deben evaluar el desempeño individual para decidir las acciones que deben tomar. (Sales, 2012)

#### **2.1.2.6 El Sistema Westinghouse**

Uno de los sistemas de calificación que se han usado por más tiempo, que en sus inicios fue llamado de nivelación, fue desarrollado por la Westinghouse Electric Corporation (Lowry, Maynard y Stegemerten, 1940). Este sistema de calificación Westinghouse

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



considera cuatro factores para evaluar el desempeño del operario: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia. El sistema define la habilidad como “la destreza para seguir un método dado” y después la relaciona con la experiencia que se demuestra mediante la coordinación adecuada entre la mente y las manos. (Benjamin W NIEBEL, 2007)

### **2.1.2.7 Distribución de operaciones (Lay-out)**

Cuando se habla de lay-out o distribución de planta se refiere a la disposición de los elementos de la planta, es decir las líneas, las estaciones de trabajos, las áreas y almacenamiento, los pasillos y los espacios comunes que se compone una instalación productiva, se trata de un aspecto estratégico para cualquier tipo de empresa sea de manufactura o servicio, puede traducirse como “*disposición*” o “*plan*” suele utilizarse para nombrar al esquema de distribución de los elementos dentro un diseño. (Lopez J. , 2016)

#### **2.1.2.7.1 Lay-out por producto o línea de ensamble**

Cuando se habla de lay-out o distribución de la planta nos estamos refiriendo a la disposición de los elementos de la planta, es decir, las máquinas, las estaciones de trabajo, las áreas de almacenamiento, los pasillos y los espacios comunes que se compone una instalación productiva. Se trata de un aspecto estratégico para cualquier tipo de empresa, sea de manufactura o de servicios. (Pacheco, 2015)

En base a esto se puede decir que se basa en la secuencia de operaciones que hay que realizar durante la fabricación de un producto o prestación de un servicio, este tipo de lay-out es más utilizado en los procesos de producción repetitivos o de forma continua, por lo tanto son utilizados en procesos de alto volumen y poca variedad, en este tipo de distribución de planta cada producto, pieza información o cliente siguen una ruta predefinida que requieren la misma secuencia de actividades y donde la trayectoria de trabajo es en forma lineal.

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



### **2.1.2.8 Balanceo de línea**

Es una disposición de área de trabajo donde las operaciones consecutivas están colocadas inmediata y mutuamente adyacentes, donde el material se mueve continuamente a un ritmo uniforme a través de una serie de operaciones equilibradas. (CRIOLLO, 2007)

Consiste en la agrupación de las actividades secuenciales de trabajos en centros de trabajo, con el fin de lograr el máximo aprovechamiento de la mano de obra y equipo, de esa forma reducir o eliminar el tiempo ocioso, la idea fundamental de una línea de ensamble es que un producto se arma progresivamente a medida que es transportado, pasando frente a estaciones de trabajo relativamente fijos por un dispositivo de manejo de materiales, también permite determinar la eficiencia de la línea, y de esta forma saber qué tan continua es la línea o módulo de producción. (Campos, 2017)

El problema de balance de líneas de producción consiste en distribuir físicamente las tarea o procesos individuales entre estaciones o celdas de trabajo, con el objetivo es que cada estación de trabajo nunca esté ociosa.

#### Principios básicos para un balanceo de línea

- Principio de la mínima distancia recorrida.
- Principio del flujo de trabajo.
- Principio de la división del trabajo.
- Principio de intercambiabilidad.
- Principio de simultaneidad de las operaciones simultaneas.

Si los tiempos productivos que se requieren en todas las estaciones de trabajos fuesen iguales, y no existieran tiempos muertos la línea estaría perfectamente equilibrada (Campos, 2017).

#### **2.1.2.8.1 Línea de fabricación y ensamble**

La línea de fabricación construye componentes, tales como llantas para automóvil o partes metálicas para un refrigerador, en una serie de máquinas, una línea de ensamble junta las partes fabricadas en una serie de estaciones de trabajo.

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



Ambas pertenecen a los procesos repetitivos y en ambos casos la línea debe ser balanceada. Es decir, el trabajo llevado a cabo en una máquina o con por el operario, debe balancear el trabajo realizado en la siguiente máquina en la línea de fabricación.

La meta de la administración es crear un flujo continuo suave sobre la línea de ensamble, con un mínimo de tiempo ocioso en cada estación de trabajo de la persona. Una línea de ensamble bien balanceada tiene la ventaja de la gran utilización del personal, y de la instalación y equidad entre las cargas de trabajo de los empleados. (Campos, 2017)

#### **2.1.2.8.2 Beneficios del balanceo de línea**

- ✓ Reducción de costos y estandarización.
- ✓ Sistema de pago por productividad.
- ✓ Alcanzar a producción esperada en el tiempo requerido.
- ✓ Aumento de la productividad general y motivación personal.
- ✓ Eliminar inventarios y cuellos de botellas.
- ✓ Dar continuidad a los flujos de procesos.
- ✓ Se involucra al personal en la eliminación de los siete desperdicios más comunes (sobre producción, tiempos de espera, transporte, procesos, movimientos, productos defectuosos).

#### **2.1.2.8.3 Tipos de balanceo de línea**

Existen tres tipos de balanceo de líneas, el balance por método tradicional, el balance por el método peso posicional, y el balance por método heurístico; se explica brevemente cada uno de ellos.

- Tradicional, se balancea dependiendo del tiempo de la estación más tardada, la cual marcará el tiempo mayor de tiempo de ciclo por estación.
- Peso posicional, se saca el tiempo posicional de cada operación y se acomodan en orden descendiente de modo que las de mayor tiempo sean las estaciones que se atiendan primero en el reparto de operaciones.

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



- Heurístico, se realiza dependiendo de la cantidad de operadores o de estaciones que se tengan para hacer el balance de esa línea.

#### **2.1.2.9 Eficacia**

Es el grado de cumplimiento de los objetivos metas estándares etc. (CRIOLLO, 2007)

#### **2.1.2.10 Eficiencia**

Es la capacidad disponible en horas-hombres y horas-máquinas para lograr la productividad y se obtiene según los turnos que trabajaron en el tiempo correspondiente. (CRIOLLO, 2007)

#### **2.1.2.11 Productividad**

La productividad implica la mejora del proceso productivo, la mejora significa una comparación favorable entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de bienes y servicios producidos, por ende, la productividad es un índice que relaciona lo producido por un sistema (salidas o productos) y los recursos utilizados para generarlo (entradas o insumos) de este modo surgen algunos problemas como definir el sistema, indicar como pueden expresarse sus entradas y salidas para poder resolverlo. (Gardey, 2014)

Por consiguiente, es necesario aplicar métodos para la mejora de la productiva la cual es de suma importancia dentro de los procesos productivos, así mismo para que la empresa y colaboradores tengan un alto desempeño de calidad y competitividad.

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



### 2.1.3 Marco Legal

En este punto de este estudio se presentarán diferentes artículos o normativas que rigen a las zonas francas, es por ellos que se ha tomado en cuenta los siguientes artículos y normativas siguientes:

Ley 917, ley de Zonas francas de exportación

Decreto ejecutivo No 12-2016, aprobado el 28 de junio del 2016

Publicado en la Gaceta, Diario oficial No 153 del 16 de agosto de 2016

El presente decreto tiene por objeto establecer las normas reglamentarias y procedimientos en el marco de la ley No 196.

**Tabla 2 Ley de Zona Franca**

<b>Ley 917</b>		<b>Ley de Zona Franca</b>
<b>Artículo 62</b>		<b>Productos Defectuosos</b>
<b>Descripción</b>	Los Productos defectuosos podrán ser Introducidos al territorio Nacional pagando los derecho e impuestos de importación y siguiendo con los Procedimientos establecidos.	
<b>Artículo 63</b>		<b>Mermas y subproductos</b>
<b>Descripción</b>	La salida de subproductos y mermas será regulada conforme a normativa del marena, cundo las mermas representa una ganancia monetaria el importador deberá pagar de previo los derechos e impuestos	

*Fuente. La Gaceta 2007*

LEY GENERAL DE HIGIENE Y SEGURIDAD DEL TRABAJO (Ley No. 618)

LEY No. 618, Aprobada el 19 de abril del 2007

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



Publicado en La Gaceta No. 133 del 13 de Julio del 2007

**Tabla 3 Ley General de Higiene y Seguridad**

<b>Ley 618</b>		<b>Ley de Seguridad e Higiene</b>	
<b>Orden limpieza y Mantenimiento</b>			
<b>Descripción</b>	Esta ley tiene por objeto velar por las condiciones de los trabajadores y para las empresas para que presten los espacios de trabajo de forma eficiente para el desarrollo de la misma y de los empleadores, es decir ue ambos cumplas con ambas partes en beneficio de ambos y de desarrollo de país.		
<b>Artículo 79</b>			
<b>Descripción</b>	Las zonas de paso, vías, y circulación e los lugares de trabajos deberan permanecer libres de obstaculos de forma que sea posible utilizarlas sin dificultad. Los locales de servicios y de equipos deberan ser objeto de mantenimiento periodico y se limepiaran siempre que sea necesario		

*Fuente La Gaceta 2007*



Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



#### **2.1.4 Preguntas Directrices**

- ✓ ¿Qué limitantes presenta la línea de producción según las técnicas de las interrogantes?
- ✓ ¿Qué condiciones presenta la línea de producción en base a lo reflejado en el diagrama de Ishikawa?
- ✓ ¿Qué tipos de Procesos se ejecutan en la línea de producción para la generación de alternativas en la flujogramación?
- ✓ ¿De qué manera contribuirá el estudio de tiempo en la productividad de la línea?
- ✓ ¿Cómo mejoraría la productividad en la línea de producción mediante el balanceo de línea en función de la demanda del cliente?

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



## **CAPITULO III**

### **3.1 Diseño Metodológico**

#### **3.1.1 Enfoque del Estudio**

El tipo de enfoque fue mixto ya que en este se calculó el número de operarios necesarios para llevar a cabo el balanceo de la línea de producción y se calcularan los tiempos de elaboración de la prenda de vestir para conocer la productividad de esta, además de ello mediante la descripción de la información se conoció a detalle la situación actual de la línea de Producción

#### **3.1.2 Tipo de estudio**

El tipo de estudio que se realizó es del tipo descriptivo ya que mediante este se describirán el proceso de elaboración de la prenda de vestir, así mismo el tipo de maquinaria que se utiliza para realizar las diferentes operaciones y la secuencia de las mismas para el desarrollo del proceso.

#### **3.1.3 Universo**

Totalidad de individuos o elementos en los cuales puede presentarse determinada característica susceptible a ser estudiada, puede ser finito o infinito, no siempre puede ser estudiado en su totalidad (Calderon, 2017)

En este sentido el universo fueron las tres plantas de la empresa BWA, compuesta por 600 colaboradores aproximadamente distribuidos en los 7 departamentos

#### **3.1.4 Población**

Población es un conjunto de personas o individuos de una especie particular que habita en un área geográfica o espacio, y cuyo número de habitantes se determina normalmente por un censo (EcuRed, 2017)

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



Para este estudio la población fue la planta 2 compuesta por 3 líneas de producción que confeccionan diferentes prendas de vestir, destacándose la línea 1 Dillard's que cuenta con operarios y un habilitador.

### 3.1.5 Muestra

Una muestra es un sub conjunto de datos pertenecientes a un universo o población, en que se llevara a cabo la investigación, existen procedimientos y técnicas para obtener la cantidad de los componentes que se van estudiar (Lopez P. , 2004)

El tamaño de la muestra es probabilístico de carácter intencional, ya que esta línea 1 Dillard's cuenta con 96 operarios y un habilitador, su producción es irregular, razón por la cual se observa que será necesario un nuevo método de evaluación para lograr realizar un balance de línea.

Para obtener la muestra para este trabajo se tomó un nivel de confianza del 95%, un error de 5% y un índice estadístico de Z: 1.96

Los Cálculos de la muestra fueron los siguientes

$$n = \frac{NZ^2pq}{d^2(N - 1) + (p)(q)Z^2}$$

Se tomo para el cálculo de la muestra una Población de 96 Operarios de la línea de producción Dillard's

$$n = \frac{(96)(1.96)^2(0.5)(0.5)}{(5\%)^2(96-1)+(0.5)(0.5)(1.96)^2} = 76$$

Para llevar a cabo este estudio nuestra muestra hubiese sido valida con 76 operarios de la línea de producción Dillard's

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



### **3.1.6 Técnicas utilizadas para la recolección de datos**

#### **3.1.6.1 Entrevista de tipo participante**

La entrevista se realizó a los supervisores e ingenieros ya que conoce acerca del tipo de maquinaria y están en constante cercanía de las mismas, este es capaz de determinar el tipo de maquinaria que existe en la empresa, se entrevista a los operarios para conocer el desempeño que tienen las maquinarias.

La técnica más utilizada para obtener una información acerca de cómo se encontraba la línea, fue la técnica de la observación ya que mediante ella se logró conocer el proceso de elaboración de la camisa de vestir, además de ello fue de gran utilidad para la elaboración del diagrama de flujo de este módulo, y por consiguiente para realizar el estudio de capacidad.

#### **3.1.6.2 Entrevista No Estructural**

La técnica de la entrevista fue aplicada, de manera conversacional con los operarios en la que las preguntas que se formularon fueron en su mayoría preguntas abiertas y espontáneas, permitiendo que el flujo de la entrevista dicte las siguientes preguntas

#### **3.1.6.3 Instrumentos para la recolección de datos**

Para la recolección de datos se utilizó herramientas proporcionados por la empresa, así como el cronómetro, formatos de estudios y otros realizados para recolectar la información necesaria para el desarrollo de este trabajo.

#### **3.1.6.4 Descripción del procedimiento para la recolección de datos**

Para proceder en la recolección de información y datos se utilizó la técnica de la observación esta consistió en analizar atentamente el entorno donde se pretende conocer las causas que originan e interfieren con la baja productividad de la línea de ensamble, al conocer los problemas que ocasionan este déficit se procederá a tomar nota de cada punto.

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



### 3.1.7 Operacionalización de las Variables

**Tabla 4. Operacionalización de las Variables**

Variable	Indicador	Fuente	Técnica	Instrumento
Proceso de producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cumple meta</li> <li>No cumple meta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Supervisor</li> <li>Ingeniero</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entrevista no estructurada.</li> <li>Análisis y cálculo de capacidad de línea.</li> <li>Toma de tiempos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formato de cálculo de capacidad.</li> <li>Pizarra de control de metas de línea.</li> </ul>
Problemática de línea de ensamble.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alto</li> <li>Medio</li> <li>Bajo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Supervisor</li> <li>Ingeniero</li> <li>Jefe de planta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entrevista no estructurada.</li> <li>Observación directa.</li> <li>Documentación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diagrama Ishikawa.</li> </ul>
Operaciones de la línea de ensamble.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adecuada</li> <li>Inadecuada</li> <li>Optimo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Operarios</li> <li>Supervisor</li> <li>Ingeniero</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Observación directa.</li> <li>Entrevista no estructurada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lay-out.</li> <li>Diagrama de flujo.</li> <li>Guía de observación de directa.</li> </ul>
Nivel de productividad y eficiencia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adecuada</li> <li>Inadecuada</li> <li>Optimo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Operarios</li> <li>Supervisor</li> <li>Ingeniero</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Medición de tiempo por operación.</li> <li>Cálculo de producción por hora.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cronometro.</li> <li>Calculadora.</li> <li>Formato de tiempos.</li> <li>Pizarra de control de producción de línea.</li> </ul>
Tiempo óptimo de operación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adecuada</li> <li>Inadecuada</li> <li>Optimo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Operarios</li> <li>Operaciones de trabajo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Toma de tiempos.</li> <li>Estandarización de las operaciones con respecto al tak-time que provee el cliente.</li> <li>Balanceo de la línea.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lay-out de la línea.</li> <li>Formato de toma de tiempos.</li> <li>Hoja de cálculos en Excel.</li> </ul>

*Fuente. Elaboración Propia*

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriyamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



## **CAPITULO IV**

### **4.1 Análisis y discusión de los resultados**

#### **4.1.1 Descripción del proceso**

Las operaciones de la empresa abarcan desde la importación de materia prima, producción de prendas y servicios de corte, tendido, foleo y despacho de accesorios; los diferentes procesos tienen como finalidad principal el cumplimiento de los requerimientos del cliente para lograr su satisfacción en términos de calidad y puntualidad. Los procesos claves son dirigidos por el área de Logística, Ingeniería y Calidad. El primero se encarga de gestionar la relación con los clientes, planificar los pedidos para su posterior realización según el grado de necesidad, buscar como abastecer la planta con la materia prima necesaria para los pedidos, entre otras funciones. Luego, la gerencia de Ingeniería se encarga de planificar y controlar la confección de los pedidos en términos de recursos humanos, materiales y costo y el área de calidad se encarga desde la lavandería hasta el empaque del producto para su posterior entrega.

Debido a la cantidad y naturaleza del proceso la elaboración de los pijamas se realiza bajo una filosofía justo a tiempo, dicho de esa forma las operaciones son de flujo continuo hasta que la pijama es terminada, esta filosofía no permite que existan paradas innecesarias, mucho menos almacenamiento temporal ya que esto se considera un desperdicio. Debido a que el proceso es justo a tiempo, debe de existir una gran similitud en el tiempo de realización de cada una de las operaciones ya que estos tiempos son determinados por el tak-time.

Para poder describir el proceso productivo primero se tuvo que hacer uso de la observación directa con el fin de lograr una familiarización del proceso de producción del pijama, posteriormente se utilizaron herramientas como la flujogramación, uso de toma de tiempos y balanceo de línea.

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.

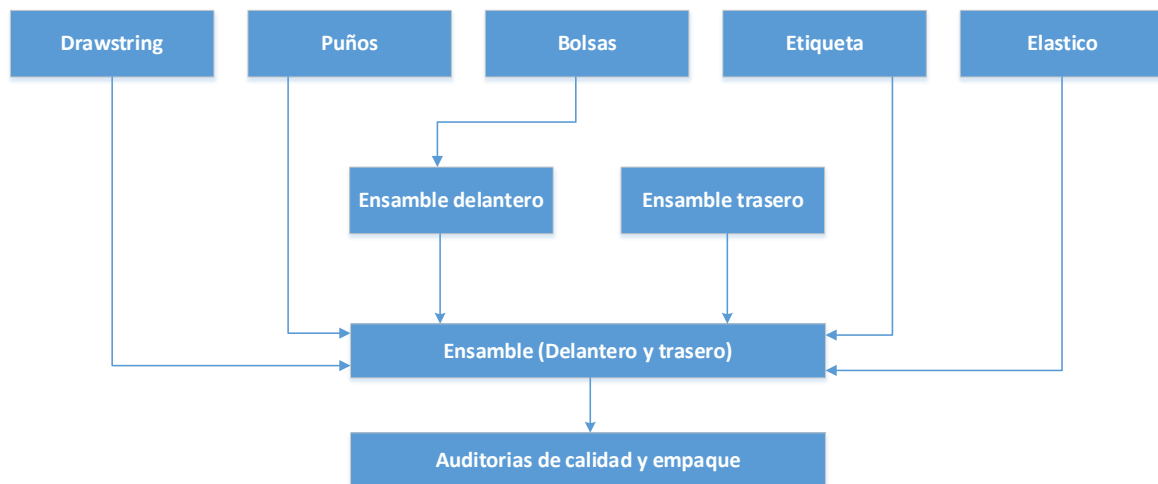


#### 4.1.1.1 Descripción de las operaciones del proceso

Todas las operaciones que se realizan para la elaboración de las prendas son manuales y se hace uso de maquinaria textil industrial. Las operaciones requieren habilidad en el uso de las máquinas y precisión al trabajar las piezas, ya que se debe mantener una velocidad constante en todas las operaciones para evitar demoras y mantener el ritmo de producción.

De forma general se muestra los componentes que inciden en el proceso en la confección de la pijama.

**Bosquejo diagrama de bloque dentro de una planta**



**Ilustración 1 Diagrama de bloque**

*Fuente. Elaboración Propia*

#### 4.1.1.2 Distribución de la planta

La zona franca está dividida por tres plantas, de las cuales la planta uno cuenta con un área total de 4,800 m<sup>2</sup>, la planta dos con un área total de 1,537 m<sup>2</sup> y la planta tres con un área total de 6,300 m<sup>2</sup>.

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



La planta 1 y 3 se divide en las siguientes áreas:

- ✓ muelle de carga y descarga
- ✓ bodega de tela e inspección
- ✓ áreas de corte y muestras
- ✓ Bodega de Trims
- ✓ Bodega de tela,
- ✓ Área de Corte y tendido
- ✓ Área de Partes
- ✓ áreas de ensamble
- ✓ oficinas administrativas.
- ✓ Oficinas de RR. HH
- ✓ Baños
- ✓ Área de Mantenimiento
- ✓ Lavandería
- ✓ Empaque
- ✓ Bodega de productos terminados

Estas áreas se pueden observar fácilmente según el mapa de la planta en la empresa, cuyo mapa se encuentra ubicada en anexo.

El Muelle de carga y descarga es el lugar en donde la materia prima, los insumos y los otros materiales necesarios como las maquinarias son descargadas para su posterior uso, también es el lugar en donde el producto terminado es cargado en el container para la disposición de sus clientes.

Las Bodegas de Trims es donde se almacenan los accesorios como: los zíperes, hilos, las tiras, los broches y otros materiales necesarios para la confección de prendas.

En la Bodega de tela se almacena las telas en que llegan a la empresa para inspección, esto se hace de acuerdo a los parámetros establecidos por la empresa tales como:

- ✓ Manchas de aceite
- ✓ Tela Podrida
- ✓ Puntadas sueltas
- ✓ Hilo Contaminado
- ✓ Quemaduras
- ✓ Puntadas saltadas
- ✓ Si esta cuenta con un número mayor de defectos de los que establece la empresa esta es notificada a los proveedores para su respectivo desembolso equivalente, las telas



Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



que pasan la inspección son enviadas a la bodega de tela, y después son enviadas al área de corte.

En Área de corte se encuentran las mesas de tendido donde dependiendo el tipo de tela se deja en un área destinada durante 12 horas relajándola, esto se hace ya que existe variedad en porcentaje de estructura, es decir existen telas que no son 100% COTTON y tienen un porcentaje de poliéster muy elevado por este motivo se deja relajando para que al momento que se tienda no se recoja la tela y quede de distinto tamaño entre las capas.

Una vez tendido el corte con la cantidad adecuada de capas, se pone el trazo encima de este y se procede a cortar con cortadoras manuales cabe destacar que estas personas usan sus respectivos equipos de protección personal, guante metálico de malla el cual protege la mano de los operarios ante accidentes, una vez cortada se separa las piezas por bultos y se codifican de acuerdo a la talla y estilo.

Las Áreas de ensamble es el lugar donde se encuentran ubicadas las líneas de producción de las distintas prendas, estas áreas se encuentran dividida por el área corte y bodega de tela. En las áreas de ensamble se encuentran máquinas planas, overlock, multiagujas, atracadoras, de rueda, doble aguja, botonadoras y ojaladoras. Todas estas máquinas se distribuyen en la línea de acuerdo con el diseño de la prenda que se está fabricando.

La Bodega de Productos terminados es el lugar donde las prendas son almacenadas en cajas, se colocan códigos en las cajas para la identificación que contienen el número de lote de producción y el código del pedido de producción, es este almacén se espera a ser puesta en el container para su exportación hacia su diferente destino.

La planta No. 2 cuenta únicamente con 3 líneas de producción completas ya que están diseñadas de forma modular de las cuales generalmente solo se confeccionan pantalones de pijama, long sleeve jersey (sudadera) y frannel shirt (manga larga).

Por consiguiente, las piezas cortas son llevadas desde la planta tres hasta la dos y también los accesorios y una vez terminada la pieza se traslada a planta tres al área de

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



lavandería y posteriormente al área de planchado y empaque y posteriormente a la bodega de producto terminado.

#### **4.1.1.3 Maquinaria y equipos**

En el proceso de fabricación de las prendas, se utiliza maquinaria textil de tipo industrial. Todas las máquinas son eléctricas y requieren una alimentación de 110 V y 220V, aunque la mayoría de las máquinas trabajan a 110 V. En la parte superior de las líneas pasan los mecanismos para la alimentación de las máquinas, de esta forma se evita la acumulación de cables de electricidad en el piso y evitando accidentes laborales ya que genera un gran riesgo

Las máquinas que se utilizan en el proceso de producción son las siguientes:

**Maquina Plana:** Es una de las máquinas más utilizadas ya que permite hacer costuras básicas en la mayoría de prendas. Tiene como principal función la de entrelazar un hilo superior con uno inferior a través de la tela haciendo una costura recta. Sirve tanto para tejido plano como para tejido de punto

**Máquina Overlock:** Es un tipo de máquina que crea un tipo de costura que se realiza sobre el borde de una o dos piezas de tela para definir el borde o encapsularlo, o bien para unir las dos piezas. Por lo general, una máquina de coser overlock corta los bordes de la tela a la vez que le son insertados. Las cortadoras automatizadas permiten a las máquinas overlock crear terminaciones de bordes en forma fácil y rápida.

**Máquina Multiaguja:** La máquina multiagujas es adecuada para la costura de materiales pesados, como Sisal-Cotón. La carga es automática a partir de rollos. La máquina está equipada con detectores del hilo que permiten parar el ciclo de trabajo solo pocas puntadas después de la rotura del hilo.

**Atracadora:** Es una máquina utilizada para hacer atraques, los cuales se utilizan para sujetar dos piezas antes de unirlos como pueden ser un bolsio o una abertura. Esta máquina utiliza únicamente 1 aguja al trabajar.

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



**Máquina de Ruedo Invisible:** Ampliamente utilizado para hacer el dobladillo manguito, pantalón, camisa, guantes, calcetines, el frente se adapta a diversos materiales como el algodón, la lana y poliéster.

**Máquina Doble Aguja:** La máquina de aguja doble permite hacer costuras de doble respunte como si fuera una recubridora. De este modo se puede coser puños y bajos en tela elástica con tu máquina de coser plana. La aguja doble también conocida como aguja gemela se puede utilizar en casi todas las máquinas que hacen zig zag.

**Botonadora:** máquina utilizada para pegar botones y broches; esta máquina se adapta a cualquier clase de botón, utiliza 1 hilo y trabaja con un voltaje de 110 V.

**Ojaladora:** La máquina ojaladora está diseñada para hacer ojales de diferentes tamaños y formas, en el caso del jean el ojal se hace en forma de lágrima. Se acciona manualmente y el pedal solo se usa para frenar el ciclo. Esta máquina utiliza 1 cuchilla, 1 hilo, 1 aguja y 2 fajas; trabaja con voltaje de 110 V.

**Remachadora:** utilizada para pegar remaches; esta máquina funciona por medio de una faja y un motor eléctrico de 110 V.

**Fusionadora:** máquina utilizada para pegar entretela; funciona sometiendo las telas a presión con una temperatura que puede alcanzar hasta los 148 C.

**Plancha Industrial:** planchas que trabajan a base de vapor con 110 V.

#### 4.1.1.4 Líneas de producción

La empresa cuenta con 3 plantas de producción de las cuales la planta No. 1 cuenta con 6 líneas de producción de las cuales se utilizan para la confeccion de distintos estilos solicitados por el cliente por temporada y en la que por lo general se generan camisas tipo

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



polo shirt, t-shirt, dress shirty franell shirt en la que se realizan regularmente 25 operaciones esto dependiendo del estilo de la prenda que se está realizando.

En la planta No. 2 se encuentran 3 líneas de ensamble la cual operan bajo un sistema de producción celular en la que se confeccionan camisas y pijamas, en esta línea de fabricación requiere aproximadamente de 32 operaciones.

La plantas planta No. 3 cuenta con 9 líneas de producción de las cuales se utilizan para la confección de distintos estilos solicitados por el cliente por temporada y en la que por lo general se generan camisas tipo polo shirt, t-shirt, dress shirty franell shirt y pijamas en la que se realizan regularmente 46 operaciones esto dependiendo del estilo de la prenda que se está realizando.

#### **4.1.1.5 Materia prima**

La materia prima que se utiliza para la fabricación de cualquier prenda que elaboran son importada de los Estados Unidos, esto se hace para aprovechar el DR-CRAFTA por lo que debe hacerse el pedido con 2 semanas de anticipación dependiendo si el cliente necesita de urgencia las prendas terminadas.

Los materiales que comúnmente se utilizan son los siguientes:

- telas (según los diseños por fabricar)
- Entretela
- Contraste
- Botones
- Cintas
- Elástico
- Hang tags
- etiquetas con indicaciones -
- etiqueta de talla
- etiquetas de marca
- elástico
- remaches
- botones
- zipper

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



Además, se utilizan los siguientes materiales para empaque:

- bolsas de Polyester
- cajas de muerto
- papel
- tape para cartón
- etiquetas para caja
- tape transparente de 2" y 3".
- cajas NP4

#### **4.1.1.6 Análisis del personal**

El personal que labora en la empresa ha sido seleccionado según presentación personal, capacidad en la operación asignada, experiencia, hábitos de orden y limpieza, responsabilidad y capacidad de aprendizaje.

La escolaridad de los empleados es de 6to de primaria en adelante, ya que académicamente sólo se requiere que sepan leer y escribir. Cuando un trabajador es nuevo, es sometido a una prueba de 1 meses, en la que se califican los factores mencionados anteriormente para asegurarse de que el trabajador tendrá un buen rendimiento en la línea de producción.

#### **4.1.1.7 Jornadas de trabajo**

De lunes a viernes se trabaja un turno único, teniendo un horario de 7:00 am a 4 pm, se le asignan 1 hora de almuerzo de las 12:00 a 1.00, cumpliendo una jornada de trabajo diario de 8 horas que cumple con lo establecido en el Artículo 51 del Código del Trabajo, que estipula que la jornada ordinaria de trabajo efectivo diurno no debe ser mayor de ocho horas diarias ni exceder de un total de cuarenta y ocho horas a la semana.

#### **4.1.2 Análisis de tiempos actuales SAM**

Se tomó el tiempo a las operaciones del proceso de elaboración del pijama estilo FT5JR406, ya que la empresa había definido sus tiempos estándar por operación se procedió a determinar la producción que se debería de generar con dichos tiempos.


Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



Los cuales arrojaban que la línea de producción del pantalón de pijama contaba con 96 operarios distribuidos entre las 34 operaciones y la cual se producía teóricamente 2,134 piezas al día, esto tomando la operación más lenta la cual era cerrar costados.

Con esto se pudo observar que los tiempos no eran similares y había una discrepancia muy grande con las demás operaciones y no se estaba cumpliendo la meta diaria por lo que se decidió realizar un estudio de tiempo para determinar la producción real y estandarizar los tiempos de la operación. A continuación, se muestran los tiempos de cada operación:

**Tabla 5 Tiempos Estándar General BWA**


B.W.A NICARAGUA											
											
Exclusive Brands											
ASIGNACION DE OPERARIOS											
Estilo :		FT2PV400-406		Descripción :		PIJAMA PANT + PINPING					
Cliente :		DILLAR									
SAM :		16.2629		Meta 9.6 Hrs:		2800		Minut /Per		576	
Sec Oper	Descripción de la operación	Maquina	Folder	P.TLA	SAN	Stan/Di	Operari	OP. REALE	CAP/IN	%	
0	FUSIONAR PUÑO SOLIDO SIN PREFUSIONAR	fusionadora			0.3208	1796	1.5594	2.00	3591	78%	
1	FIJAR PIPING A PUÑOS	plana	3/8		0.7214	798	3.5068	5.00	3992	70%	
2	FORMAR PUÑOS	plana			0.3567	1615	1.7340	2.00	3230	87%	
4	CERRAR BOLSAS LATERALES	over 4h			0.6601	873	3.2088	4.00	3490	80%	
5	PEGAR BINDING A BOLSAS	plana	3/8		0.3660	1574	1.7792	4.00	6295	44%	
6	PEGAR BOLSAS A DELANTERO	plana			0.5818	990	2.8282	3.00	2970	94%	
7	DECORAR BOLSA	plana			0.4431	1300	2.1540	3.00	3900	72%	
8	FIJAR BOLSAS	plana			0.5113	1127	2.4855	3.00	3380	83%	
10	CERRAR COSTADOS	over 5h			1.0847	531	5.2728	4.00	2124	132%	
11	CERRAR ENTREPIERNAS	over 5h			0.6439	895	3.1301	3.00	2684	104%	
12	CERRAR TRASEROS	over 5h			0.3502	1645	1.7024	2.00	3290	85%	
12	UNIR DELANTEROS	over 5h			0.2561	2249	1.2449	2.00	4498	62%	
13	HACER 2 OJALES	ojal			0.3729	1545	1.8127	2.00	3089	91%	
14	UNIR EXTREMOS DE WAISTBAND	plana			0.1695	3398	0.8240	2.00	6796	41%	
15	MEDIR Y CORTAR+ UNIR ELASTICO	over 3 h		luper ciego	0.1566	3678	0.7613	1.00	3678	76%	
17	FIJAR ELASTICO 3 LADOS	plana			0.4210	1368	2.0465	3.00	4105	68%	
16	UNIR ELASTICO A TIRA DE WAISTBAND	over 4h			0.6853	841	3.3313	4.00	3362	83%	
18	PEGAR BANDA A CUERPO	over 5h			0.5692	1012	2.7669	5.00	5060	55%	
20	UNIR DOS ETIQUETAS	plana			0.1204	4784	0.5853	0.60	2870	98%	
21	PEGAR LOOP(ETIQUETA)	plana			0.2934	1963	1.4263	1.42	2788	100%	
22	DECORAR ELASTICO	Cover			0.5099	1130	2.4787	3.00	3389	83%	
24	PEGAR PUÑOS TUBULAR	Cover			0.8597	670	4.1791	5.00	3350	84%	
25	SOBRE COSER PUÑOS	Cover			1.0784	534	5.2422	6.00	3205	87%	
26	TAQUERA PUNTAS DRAWSTRIN	plana			0.3116	1849	1.5147	3.00	5546	50%	
27	FIJAR DRAWSTRIN	plana			0.1282	4493	0.6232	2.00	8986	31%	
28	FIJARA DECORADO DE ELASTICO	plana			0.1618	3560	0.7865	2.00	7120	39%	
29	INSPECCIONAR PIJAMA	Manual			1.0720	537	5.2111	4.00	2149	130%	
					16.2629		63.6927	96		67%	

Fuente. Elaboración Propia.

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



**Tabla 6 Tiempos Estándar BWA**

BWA Exclusive Brands EST. 1952		B.W.A NICARAGUA		ASIGNACION DE OPERARIOS			
Estilo :	FT2PV400-406	Descripción :					
Cliente :	DILLAR						
SAM :	16.2629	Meta 8 Hrs:	2800	Minut /Per			576
Sec Oper	Descripción de la operación	Maquina	SAM	Stan/Dia	OP. REALES	CAP/INS	
0	FUSIONAR PUÑO SOLIDO SIN PREFUSIONAR	fusionadora	0.3208	1796	2.00	3591	
1	FIJAR PIPING A PUÑOS	plana	0.7214	798	5.00	3992	
2	FORMAR PUÑOS	plana	0.3567	1615	2.00	3230	
4	CERRAR BOLSAS LATERALES	over 4h	0.6601	873	4.00	3490	
5	PEGAR BINDING A BOLSAS	plana	0.3660	1574	4.00	6295	
6	PEGAR BOLSAS A DELANTERO	plana	0.5818	990	3.00	2970	
7	DECORAR BOLSA	plana	0.4431	1300	3.00	3900	
8	FIJAR BOLSAS	plana	0.5113	1127	3.00	3380	
10	CERRAR COSTADOS	over 5h	1.0847	531	4.00	2124	
11	CERRAR ENTREPIERNAS	over 5h	0.6439	895	3.00	2684	
12	CERRAR TRASEROS	over 5h	0.3502	1645	2.00	3290	
12	UNIR DELANTEROS	over 5h	0.2561	2249	2.00	4498	
13	HACER 2 OJALES	ojal	0.3729	1545	2.00	3089	
14	UNIR EXTREMOS DE WAISTBAND	plana	0.1695	3398	2.00	6796	
15	MEDIR Y CORTAR+ UNIR ELASTICO	over 3 h	0.1566	3678	1.00	3678	
17	FIJAR ELASTICO 3 LADOS	plana	0.4210	1368	3.00	4105	
16	UNIR ELASTICO A TIRA DE WAISTBAND	over 4h	0.6853	841	4.00	3362	
18	PEGAR BANDA A CUERPO	over 5h	0.5692	1012	5.00	5060	
20	UNIR DOS ETIQUETAS	plana	0.1204	4784	0.60	2870	
21	PEGAR LOOP(ETIQUETA)	plana	0.2934	1963	1.42	2788	
22	DECORAR ELASTICO	Cover	0.5099	1130	3.00	3389	
24	PEGAR PUÑOS TUBULAR	Cover	0.8597	670	5.00	3350	
25	SOBRE COSER PUÑOS	Cover	1.0784	534	6.00	3205	
26	TAQUERA PUNTAS DRAWSTRIN	plana	0.3116	1849	3.00	5546	
27	FIJAR DRAWSTRIN	plana	0.1282	4493	2.00	8986	
28	FIJARA DECORADO DE ELASTICO	plana	0.1618	3560	2.00	7120	
29	INSPECCIONAR PIJAMA	Manual	1.0720	537	4.00	2149	
			16.2629		96		

Fuente Elaboración Propia

### 4.1.3 Condiciones Ambientales

#### 4.1.3.1 Condiciones de seguridad

La línea de producción cuenta con señalización en el piso que indica el espacio requerido que debe ser utilizado para cada máquina en la producción, esto es representado por una línea amarilla la cual también indica el espacio limite en el que las personas que no están trabajando en las maquinas se acerquen al operario o la maquinaria. Los cables de la instalación eléctrica de las máquinas están colocados en forma aérea para evitar que sean un estorbo para los operarios. Las máquinas que se utilizan en el proceso de producción de ropa deben usarse de forma adecuada y con precaución, aunque son de bajo riesgo y no han ocasionado accidentes a los operarios.

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



Respecto a las condiciones de higiene, se puede mencionar el desprendimiento de pelusas en las operaciones que implican corte de tela; esta pelusa queda flotando en el ambiente por lo que se debe hacer uso de mascarillas, pero los trabajadores de la línea no cuentan con el uso de mascarillas al momento de trabajar. Para evitar que se ensucie el producto, se prohíbe el ingreso de comidas y bebidas a la planta. Se cuenta con personal de limpieza para limpiar constantemente el piso, debido a que se ensucia con restos de tela, hilos y pelusa.

#### **4.1.3.2 Protección personal**

Los dispositivos de protección que se utilizan son: el dedal para evitar pinchaduras en los dedos; mascarilla y lentes en las máquinas que desprenden mota, ya que esta queda flotando en el aire y es dañina para los ojos y vías respiratorias; también se utilizan guantes para el uso de líquidos de limpieza.

#### **4.1.3.3 Prevención de accidentes**

Actualmente no se cuenta con un programa de prevención de accidentes, ya que las instalaciones y los materiales que se manejan no presentan un alto riesgo para los operarios. Se prohíbe fumar dentro de la planta y se cuenta con 6 extinguidores para evitar el riesgo de incendios que puede ser ocasionado por la tela. También se cuenta con 2 salidas de emergencia.

#### **4.1.3.4 Ergonomía**

Actualmente no se han implementado principios ergonómicos en las estaciones de trabajo. Los operarios permanecen sentados mientras realizan su tarea. Se usan sillas normales y se asume que la altura de las mesas de trabajo es la adecuada para cada uno de los trabajadores. No existe un reporte de quejas sobre incomodidad en la estación de trabajo.



Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



#### **4.1.3.5 Ambiente laboral**

Se considera que el ambiente laboral es el adecuado para los trabajadores, ya que se cuenta con suficiente iluminación, el ruido de las máquinas es bastante tolerable, se cuenta con ventiladores en las estaciones de trabajo y en los días muy calurosos se abren los portones. Se cuenta también con música variada en el área de producción, ya que esto ayuda a mantener el ritmo de producción y evita que las personas se aburran.

#### **4.1.3.6 Control de calidad**

Actualmente se cuenta con un control de calidad en el proceso y en el producto terminado. En cada una de las líneas de producción, el supervisor se encarga de verificar la calidad en cada estación de trabajo, si la pieza no cumple con los requerimientos se la regresa al operario para que la procese de nuevo. Al final de la línea se hace una revisión de la prenda completa, en donde se revisa que la prenda no tenga saltos de costura, errores en las medidas o piezas mal colocadas. Posteriormente, la prenda se pasa al proceso de despite, en donde se revisa que la prenda no tenga defectos en la tela ni malas costuras, y se le quitan los hilos que quedan sueltos.

#### **4.1.3.7 Análisis Operacional**

Para llevar a cabo el desarrollo de este trabajo fue de suma importancia conocer a fondo cada proceso, Con la finalidad de realizar el análisis de las actividades realizadas seleccionadas se aplicaron la Técnicas de Interrogatorio. Durante esta etapa del estudio se sometió a cada de las operaciones de la confección del pijama, a una serie de preguntas en las que se colocó en tela de juicio cada actividad y se le buscó una justificación a cada respuesta. Las preguntas en técnicas de interrogatorio son:

1. ¿Qué se hace?
2. ¿Por qué se hace?
3. ¿Qué podría hacerse?
4. ¿Qué debería hacerse?
5. ¿Dónde lo hace?
6. ¿Por qué lo hace en ese lugar?

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



7. ¿Dónde podría hacerse?
8. ¿Dónde debería hacerse?
9. ¿Cuándo se hace?
10. ¿Por qué se hace en ese momento?
11. ¿Cuándo podría hacerse?
12. ¿Cuándo debería hacerse?
13. ¿Quién lo hace?
14. ¿Por qué lo hace esa persona?
15. ¿Quién podría hacerlo?
16. ¿Quién debería hacerlo?
17. ¿Cómo se hace?
18. ¿Por qué se hace de ese modo?
19. ¿Cómo podría hacerse?
20. ¿Cómo debería hacerse?

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



Debido a la naturaleza del proceso se decidió escoger únicamente 10 de las 20 preguntas para su posterior análisis

¿Qué se hace?

¿Por qué se hace?

¿Dónde lo hace?

¿Por qué lo hace en ese lugar?

¿Por qué se hace en ese momento?

¿Cuándo podría hacerse?

¿Quién lo hace?

¿Por qué lo hace esa persona?

¿Cómo se hace?

¿Por qué se hace de ese modo?

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



Después de efectuadas las preguntas de interrogatorio a todos los procesos industriales del ensamble de la pijama, se realizó un estudio de las respuestas obtenidas y se efectuó un análisis de la investigación realizada, que a continuación se describe.

**Tabla 7 Técnica de las Interrogantes**

INTERROGANTE	DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS
<b>¿QUÉ SE HACE?</b>	Se realizan una serie de operaciones de ensamble en donde las partes son añadidas conforme el ensamble semi-terminado se mueve de la estación de trabajo a la estación de trabajo en donde las partes son agregadas en secuencia hasta que se produce el ensamble final.	Actualmente se presentan retrasos (cuellos de botella), baja productividad en la línea debido a la incorrecta distribución de los puestos de trabajos y las cargas de trabajo no están equilibradas acorde al número de operarios necesarios.
<b>¿DÓNDE SE HACE?</b>	Las actividades se desarrollan en el módulo dos de la planta dos, la cual está ubicada entre planta uno y planta tres.	Podría ahorrarse el costo de mano de obra, si se analizaran cuantos operarios son necesarios en cada operación, ya que en algunas operaciones no están balanceadas según al número de operarios.
<b>¿CUÁNDO SE HACE?</b>	El trabajo se ejecuta de forma continua, durante todo el día (9.6 horas), los cinco días de la semana.	Al establecer una propuesta debe de compararse los costos de inversión actuales con los pronosticados según la nueva propuesta o alternativa.
<b>¿QUIÉN LO HACE?</b>	La línea de ensamble está compuesta por operarios del sexo masculino y femenino, los cuales están capacitados para desempeñarse con efectividad en sus labores.	Podría mejorarse el proceso supervisando continuamente el ritmo de los operarios, ya que algunos por estar distraídos o conversando con su compañero a la par, bajan el ritmo de producción. Sancionar a los operarios que no son disciplinados.
<b>¿CÓMO SE HACE?</b>	Los medios que utiliza: uso de máquinas de coser, fusionadora, mesas, y uso de mano de obra para unir, coser, transportar e inspeccionar las piezas.	Se buscará disminuir la fatiga y tiempos ocio del trabajador, simplificando su trabajo y buscar un método de reducir los costos para la empresa.

*Fuente Elaboración Propia*

### **Análisis del interrogatorio**

El análisis a las respuestas obtenidas de las preguntas de interrogación indicó que había algunos inconvenientes en los procesos que ameritaban acciones para resolverlos. A continuación, una descripción del análisis.

- 1- En muchas ocasiones los operarios se encuentran sin trabajo debido a que los trabajadores que se encargan de la operación antecesora no generan la cantidad de piezas necesarias para trabajar y también demoran mucho tiempo en trabajar la pieza. Una observación importante, es que el número de operarios establecidos en cada módulo no se encuentra en equilibrio con respecto a las demás operaciones, ejemplo; seis operarios realizando la misma operación, los cuales terminan una pieza en aproximadamente treinta y dos segundos, ellos se encargan de abastecer al siguiente modulo, en otras palabras, a la siguiente operación que es realizada por dos operarios, los cuales demoran aproximadamente un minuto en completar una pieza trabajada. Si podemos analizar no hay un balance en las cargas de trabajo, ya que cuando ellos terminan una pieza, los operarios del módulo anterior ya arrojaron dos piezas cada uno, lo cual genera un cuello de botella y es por ello que en varias ocasiones los trabajadores se encuentran sin trabajo (tiempo ocio).
- 2- Otro factor identificado es que algunas veces los facilitadores no suministran las piezas a los operarios, los cuales se levantaban de su puesto de trabajo para ir a traer piezas a los estantes o al puesto de trabajo anterior el cual quedaba a unos metros de distancia.
- 3- Los bultos de trabajo (veinticinco piezas amarradas por una tira) en repetidas ocasiones dichos bultos iban desordenados, las piezas en el bulto tienen que ir ordenadas para facilitar el ensamble. Las piezas tienen que llevar el mismo orden que tiene el bulto a ensamblar ya que las piezas son ordenadas según su talla e igualmente llevan una numeración en las cuales deben coincidir todas las piezas que conforman una prenda única. Las veces que se presentó este inconveniente el operario se miraba en la obligación

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



de ordenar dichos bultos para poder ensamblar las piezas, cabe destacar que este paro consumía tiempo el cual es traducido en disminución de piezas producidas.

- 4- Uno de los inconvenientes que más se presenta es que distintas máquinas de la línea presentaban fallas constantemente; una de ellas era que reventaban el hilo constantemente, la costura era de mala calidad y otras ocasiones el hilo se enredaba. Cada vez que se presentan fallas en las máquinas el operario estaba en la obligación de informar a su supervisor el cual notificaba al personal de mantenimiento de la falla e igualmente se activa un bombillo rojo en la línea el cual visualmente representa que una máquina de la línea está presentando fallas. El personal de mantenimiento demoraba en llevar al puesto y solucionar la falla.
- 5- El recurso humano en ocasiones se ve muy indisciplinado ya que pasa parte de su tiempo distraído, mirando quien pasa quien no pasa, conversando con su compañero a la par, se levanta constantemente para ir al baño. Cuando el supervisor le llama la atención al operario indisciplinado el baja su ritmo de trabajo, trabajando a la manera que él quiere, algunas veces por estar enojado debido al llamado de atención este aumenta su ritmo de trabajo, pero las piezas trabajadas presentan fallas en las costuras o mal alineamiento de los patrones, no ajustan correctamente las piezas que se unen o ensamblan.

#### 4.1.3.8 Análisis Situacional

El diagrama Ishikawa brinda una representación escénica, en la que se puede ver de manera relacional la espina central o el problema central que en este caso representa la baja productividad en la línea de producción Dillards, en cuanto a la elaboración de las causas, por los diferentes factores que fueron encontrados mediante la observación directa y la herramienta de las interrogantes en el proceso.



**Ilustración 2 Diagrama de Ishikawa**

*Fuente Elaboración Propia*

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



Con el fin de recolectar la mayor cantidad de información se siguió la siguiente metodología:

Se realizó observación directa de todo el proceso y cada una de las partes involucradas en él, se analizó el proceso desde que llegan los cortes a la planta para luego pasar por el proceso de transformación que es realizado por cada una de las etapas o puestos de trabajo por donde va pasando la pieza, hasta llegar a la última operación que es inspección.

Se realizó una breve reunión con los ingenieros a cargo de la planta número dos.

Según la información obtenida de los informes de relaciones con el cliente se capturaron causas que generan un proceso poco ágil y tediosos.

Se encontró que existen 6 causas básicas que hacen que el proceso sea dispendioso y no ágil.

a) Materiales

Durante la etapa de observación se encontraron con diferentes falencias que afectan directamente al proceso, uno de estos factores es el ineficiente suministro de piezas o bultos a los puestos de trabajo ya que el trabajador encargado de transportar los bultos se distrae conversando con los operarios, en vez de estar monitoreando quien está próximo de terminar el bulto para proceder a llevarle otro, un factor que causa bastante inconveniente y provoca que el operador de la línea se moleste es que las piezas de los bultos llegan de forma muy desordenadas, las numeraciones de piezas invertidas e igualmente las tallas. El operario se encarga de ordenarlas en el mismo orden en que están las piezas del otro bulto para poder realizar el ensamble con las piezas correctas.

b) Personal

Otro de los factores que se lograron identificar en la línea de producción el cual es uno de los más importante es la mano de obra o trabajadores, actualmente algunos de los operarios de dicha línea presentan un bajo desempeño, el cual no está generando la cantidad de piezas solicitadas por el departamento de ingeniería, también es importante mencionar que algunos operarios se distraen mucho durante la jornada de trabajos y estos al hacerles un llamado de atención se enfadan y bajan su ritmo de producción el cual es un acto de indisciplina por parte de él. En la línea se presentan distintas situaciones debido a la falta de



Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



supervisión. Un punto esencial que logramos identificar es que los trabajadores no son motivados por sus superiores.

c) Entorno

Analizando la planta de trabajo en donde está instalada la línea de producción en estudio, se observó a primera vista que el área de trabajo esta desordenada, las operaciones no están bien distribuidas según su flujo, los espacios entre cada puesto de trabajo son pequeños, se encuentran demasiados objetos en los pasillos, también los rack en donde se almacenan las piezas y prendas terminadas se encuentran saturados lo cual conlleva a que las piezas se coloquen encima de tarimas que son ubicadas en los pasillo, esto obstaculiza la circulación del personal y habilitadores.

d) Métodos

Una de las grandes debilidades que se identificaron es que actualmente el proceso es que se presentan ausencia de parámetros de calidad en cada puesto de trabajo, esto significa que en cada módulo de trabajo debe haber parámetros de calidad para aceptar o rechazarlas piezas. Otro factor es que no trabajan con los tiempos estándares establecidos solo se basan en un breve estudio de las capacidades diarias de los operarios e igualmente no hay un método de trabajo estandarizado, cada operario realiza la operación según lo orientado, pero algunos cambian ese método por uno personal y que les resulte más cómodo.

e) Maquinas

Al realizar la visita a la planta en donde se encuentra instalada la línea de producción, se procedió a realizar un recorrido por toda la línea en la cual se observó que algunos operarios trataban de reparar su máquina de trabajo ya que esta presentaba pequeñas fallas como mala calidad de la costura y reventaban hilos, en conclusión, dos de cada quince máquinas presentaban fallas leves, pero que atrasaban al proceso de ensamble. Estas fallas se deben a que no hay un plan de mantenimiento preventivo, ni un plan de limpieza. En la planta solo se realiza el mantenimiento correctivo es por ello que cuando se presentan fallas demoran en solucionar la falla, el tiempo de reparación depende de la magnitud de la magnitud de la falla.

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



#### **4.1.3.9 Descripción de las operaciones línea Dillards**

Actualmente la empresa cuenta con un boletín de operación el cual demuestra cada una de las operaciones que intervienen en el proceso de elaboración del pijama; En el mismo orden que se ilustra el diagrama de flujo actual, cabe destacar que durante la confección de la pijama no hay una secuencia lógica, esto ocurre ya que al momento de montar la línea de producción es utilizado dicho boletín de operaciones por lo que muchas veces no se utilizan principios de ingeniería para montar la línea en cambios de estilos que se generen.

#### **Secuencia de Operaciones del estilo Dillard's**

- 1. Fusionar Puño Solido sin Prefusionar:** Una vez traída los puños del área de corte con la entretela se procede a fusionar cada pieza según el número de bulto, a cantidad de piezas y la talla de la misma.
- 2. Cerrar Bolsas Laterales:** Se procede a asignar la cantidad de piezas por bulto para cerrar las bolsas delanteras de la pijama y ser entregada a la siguiente operación.
- 3. Pegar Binding a Bolsa:** Una vez entregada la materia prima se inicia la unión del BINDIG (pieza adicional) a la bolsa para un mejor diseño del producto.
- 4. Pegar Bolsa a delantero:** se procede a pegar la bolsa a la parte delantera de la pijama para posteriormente entregarla a la siguiente operación.
- 5. Decorar Bolsa:** Una ves pegada la bolsa se hace un decorado de bolsa con hilo de color diferente en la parte superior de la bolsa.
- 6. Fijar Bolsa:** Se Fija la bolsa para determinar el punto exacto de costura en la que lleva una distancia de  $3/4$
- 7. Unir Delanteros:** Se unen las dos piezas delanteras que componen la parte frontal de la pijama, este paso es fundamental para dar forma a la confección de la prenda.
- 8. Cerrar Traseros:** en este punto se Cierra las partes inferiores o traseras de la pijama para ser entregada a los que cierran ambas piezas.
- 9. Cerrar Costados:** Se procede a Cerrar las partes laterales de la pieza delantera y trasera de la prenda.

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



- 10. Cerra Entrepieernas:** En esta operación se Cierran las partes de las entrepieernas de la pijama para entregarla a la siguiente operación.
- 11. Hacer 2 Ojales:** Se hacen los Ojales donde se va ubicar el drawstrin.
- 12. Unir extremos de Waistband:** Se unen las partes extremas de la pijama para crear una forma circular a la pijama.
- 13. Medir y cortar elástico:** Se miden y se cortan los eslaticos para ser entregados a la siguiente operación.
- 14. Fijar Elástico:** Se fija el elástico al waistband para asegurar la medida exacta de la unión entre la pieza y el elástico.
- 15. Unir Elástico a Tiro de Waistband:** Se procede a realizar una unión entre el elástico y la tira del waistband.
- 16. Fijar Decorado de elástico:** Se fija un decorado apara asegurar el lineamiento de la siguiente operación.
- 17. Decorar Elástico:** Se decora el elástico a la tira del waistband para ajustar mayor fuerza a la pieza.
- 18. Pegar pretina a cuerpo:** Se pega la banda al cuerpo para completar la estructura de la prenda y dar paso a operación posterior.
- 19. Unir Y Pegar 2 etiquetas:** Se pegan dos etiquetas unidas ambas a la parte trasera de la banda con el cuerpo.
- 20. Fijar Piping a Puño:** Se pija una pieza en forma tubular al puño para crear mejor diseño de la pieza.
- 21. Formar Puños:** Se forman los puños circularmente para ser adheridos a la parte inferior del cuerpo de la prenda.
- 22. Pegar Puños a Tubular:** Se pega los puños al cuerpo para terminar la estructura de la prenda.
- 23. Sobre Coser Puños:** Posteriormente se sobrecosen los puños para resaltar el diseño de la prenda y asegurarla.
- 24. Taqueo de Puntas de Drawstrin:** se taquean las puntas del cordón para posteriormente entregarlos a la siguiente operación.

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



**25. Fijar Drawstrin:** Se fija el cordón en dos extremos interiores de la banda para asegurar la distribución del mismo.

### Diagrama de flujo de elaboración de pijama (Método actual)

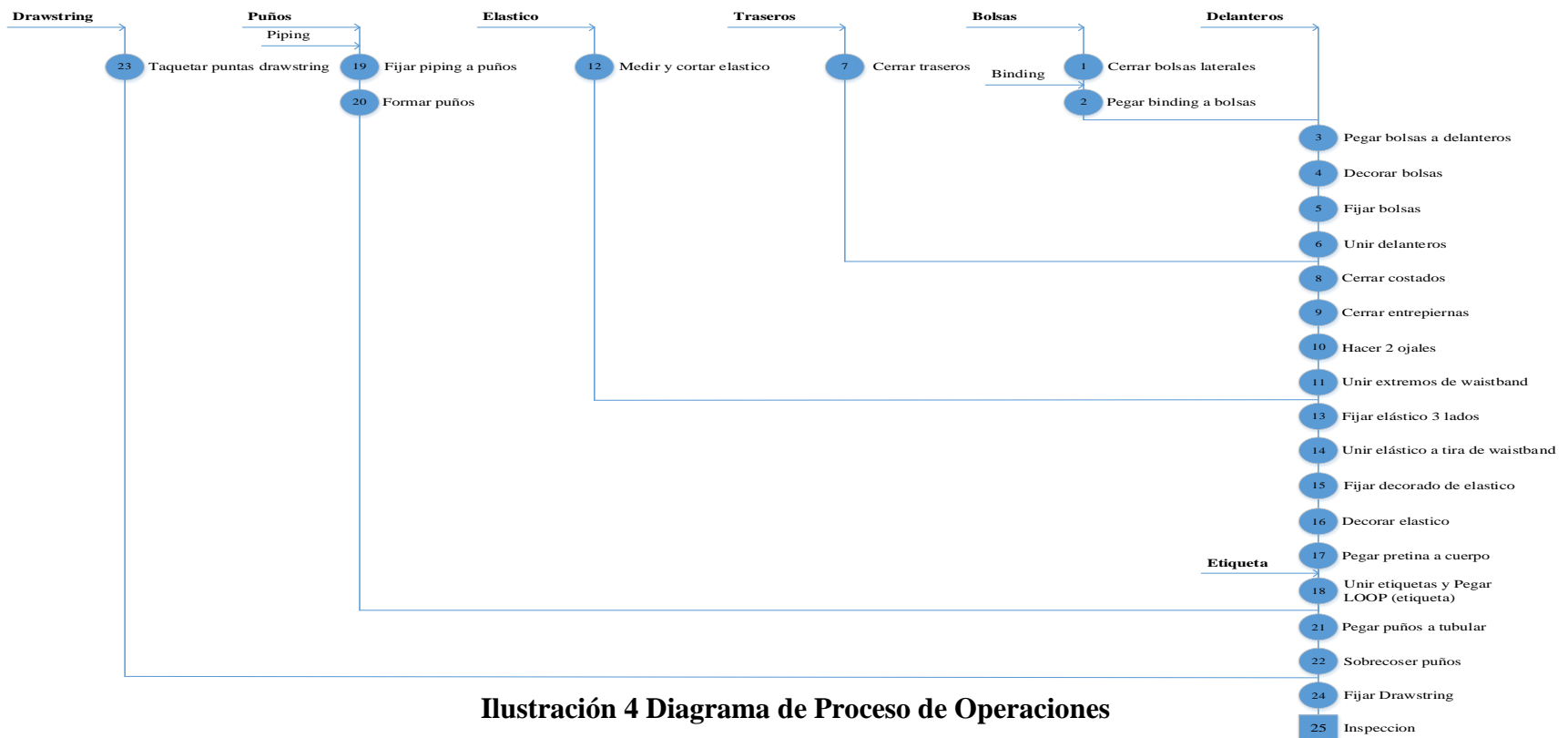


**Ilustración 3 Diagrama de Flujo Línea Dillard's**

*Fuente Elaboración Propia*

Debido a los problemas que genera esta distribución se propuso un nuevo gráfico y distribución apoyándose de un diagrama de proceso de operaciones ya que en este se puede ver directamente las distintas piezas que entran en el proceso productivo de la línea.

### Diagrama de Proceso de Operaciones Propuesto



**Ilustración 4 Diagrama de Proceso de Operaciones**

*Fuente Elaboración Propia*

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



#### **4.1.4 Estudio de tiempos**

##### **4.1.4.1 Selección del operario**

Para llevar a cabo el estudio de tiempos se debe elegir un operario promedio, que desempeñe su trabajo con consistencia; debe estar familiarizado con la operación y mostrar interés por hacer bien las cosas. De esta manera se asegura a que el tiempo que tomamos es un tiempo prudente para realizar la operación.

##### **4.1.4.2 Calificación del operario**

Existen 3 calificaciones de operarios. Una calificación de 85 a 99 para operarios inexpertos, calificación de 100 para operarios de desempeño normal y calificación de 101 a 120 para operarios expertos.

La calificación del operario se determina con base en el criterio de quien califica, que debe asignar una calificación al operario tomando en cuenta su habilidad y desempeño al realizar la operación. Luego de determinar la calificación que se le asigna al operario, se divide dentro de 100 para obtener el factor de desempeño.

Para la toma de tiempos se eligen operarios de desempeño normal, por lo que la calificación es de 100, teniendo un factor de desempeño 1. Este operario debe tener habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia promedio. Por lo general los operarios no superan la calificación de 100 debido a la rotación de puestos y al cambio de los diseños, ya que las piezas de cada diseño se trabajan de distinta forma y constantemente los operarios deben adaptarse a las nuevas operaciones.

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



#### 4.1.4.3 Método para la toma de tiempos

Debido a que las operaciones se realizan en intervalos muy cortos de tiempo se debe hacer uso del método continuo, tomando el tiempo para la elaboración de varias piezas por estación de trabajo y dividiendo este tiempo dentro del número de observaciones; de esta forma se obtiene el tiempo promedio por pieza.

Para la realización del estudio de tiempos fue necesario saber la cantidad de ciclos o de muestras a tomar por cada operación que se realiza en la línea de producción. Fue posible establecer un número más exacto mediante el uso de métodos estadísticos. Como el estudio de tiempos es un procedimiento de muestreo, se puede suponer que las observaciones se distribuyen normalmente respecto a una media poblacional desconocida con una varianza desconocida. Si se usa la media muestral “ $\bar{x}$ ” y la desviación estándar muestral “ $s$ ”, la distribución normal para una muestra grande lleva al siguiente intervalo de confianza.

$$\bar{x} \pm \frac{zs}{\sqrt{n}}$$

#### Ecuación 1 Intervalos de Confianza

*Fuente (Benjamin W NIEBEL, 2007)*

Donde

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (xi - \bar{x})^2}{n-1}}$$

#### Ecuación 2 Desviación Estándar

*Fuente (Benjamin W NIEBEL, 2007)*

Sin embargo, los estudios de tiempos suelen involucrar sólo muestras pequeñas ( $n < 30$ ); por lo tanto, debe usarse una distribución t. Entonces la ecuación del intervalo de confianza es:

$$\bar{x} \pm t \frac{s}{\sqrt{n}}$$

#### Ecuación 3 Intervalos de Confianza Distribución t

*Fuente (Benjamin W NIEBEL, 2007)*

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



El término  $\pm$  puede considerarse un término de error expresado como una fracción de X

$$kx = ts/\sqrt{n}$$

#### **Ecuación 4 Fracción Aceptable**

*Fuente (Benjamin W NIEBEL, 2007)*

Donde k = una fracción aceptable de x este valor se determina a través de la tablas T-Student.

Despejando n se obtiene

$$n = \left(\frac{ts}{k\bar{x}}\right)^2$$

#### **Ecuación 5 Numero de Muestras**

*Fuente (Benjamin W NIEBEL, 2007)*

También es posible despejar n antes de hacer el estudio de tiempos al interpretar datos históricos de elementos similares, o mediante una estimación real de X y S a partir de varias lecturas con regresos a cero con la variación más alta.

Para la determinación de las cantidades de números de muestras que se tenían que tomar en cuenta para las condiciones actuales de la línea, era necesario hacer uso de las tomas de tiempos realizadas durante un periodo de tiempo de la 7:00 am a las 11:30 am, además de los tiempos obtenidos en el diagnóstico realizado para la línea Dillard's, estos tiempos preliminares ayudó a los cálculos de la desviación estándar usando la ecuación 2 y la media estimada de cada operación para el posterior análisis del número óptimo de muestras a tomar haciendo uso de la ecuación 5.

$$n = \left(\frac{ts}{k\bar{x}}\right)^2$$

Donde:

n: es la cantidad de tomas de muestras según cada operación

t: el valor encontrado según los parámetros escogidos en la tabla de T-Student

s: la desviación estándar para cada uno de las operaciones

k: el coeficiente de error a utilizar o la exactitud con la que se trabajara

$\bar{x}$ : la media estimada de la operación

$$\text{Primera Operacion: } \frac{(1.833 * 0.8737)}{(0.05 * 12.84)} = 6.2214$$



Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



En la siguiente tabla se observan la media del tiempo, desviación estándar, valor obtenido por la tabla de T-Student y el coeficiente de error, esto se realizó con el objetivo de determinar los tamaños de muestras o números de ciclos requeridos necesarios a poder encontrar los tiempos entandares de operación

**Tabla 8 Total de Muestras**

Operación	PROMEDIO (X)	Desviación Estándar (s)	GL (t)	Error (k)	No. de Muestras	Total de Muestras
Cerrar Bolsas Laterales	12,842	0,873750536	1,833	0,05	6,22149134	10
Pegar Binding a Bolsa	40,808	0,431889904	1,833	0,05	0,150536011	10
Pegar Bolsa a delantero	40,834	1,368358303	1,833	0,05	1,509178938	10
Decorar Bolsa	34,683	0,514976806	1,833	0,05	0,296296792	10
Fijar Bolsa	27,894	0,461692538	1,833	0,05	0,3681875	10
Unir Delanteros	37,448	0,538574249	1,833	0,05	0,277983382	10
Cerrar Traseros	36,637	2,920860033	1,833	0,05	8,542138421	10
Cerrar Costados	65,883	1,271106692	1,833	0,05	0,500267395	10
Cerra Entrepieernas	39,85	0,502261552	1,833	0,05	0,213495211	10
Hacer 2 Ojales	30,786	1,151493716	1,833	0,05	1,880189122	10
Unir extremo. Waistband	14,217	0,804377606	1,833	0,05	4,302183568	10
medir y cortar elástico	5,55	0,245854519	1,833	0,05	2,637274559	10
Fijar Elástico	26,892	0,480434988	1,833	0,05	0,428951283	10
Unir Elástico a Tiro de Waistband	31,06	0,623306595	1,833	0,05	0,541234488	10
Fijar Decorado de elástico	31,805	2,787066359	1,833	0,05	10,32021488	10
Decorar Elástico	29,94	0,66653332	1,833	0,05	0,666077953	10
pegar pretina a cuerpo	44,972	0,529251043	1,833	0,05	0,186133251	10
Unir 2 etiquetas	12,519	0,414821247	1,833	0,05	1,475596536	10
Etiqueta	18,734	0,426697916	1,833	0,05	0,697212126	10
Fijar Piping a Puño	29,512	1,606042756	1,833	0,05	3,980172021	10
Formar Puños	30,352	0,484946732	1,833	0,05	0,343082344	10

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



Operación	PROMEDIO (X)	Desviación Estándar (s)	GL (t)	Error (k)	No. de Muestras	Total de Muestras
Pegar Puños a Tubular	31,394	0,626687943	1,833	0,05	0,535542932	10
Sobre Coser Puños	28,775	0,609339351	1,833	0,05	0,602660472	10
Taqueo de Puntas de Drawstrin	35,679	0,554245233	1,833	0,05	0,324312364	10
Fijar Drawstrin	41,422	2,540169723	1,833	0,05	5,054151584	10
Inspección	70,163	0,506645833	1,833	0,05	0,070077334	10

*Fuente Elaboración Propia*

#### 4.1.4.4 Ritmo de Trabajo

Se prosiguió a la valoración de los ritmos de trabajos para lo que se valoraron cuatro factores que influyen en los procesos en el momento de trabajo. La OIT brinda valoraciones estándares para estos factores los cuales sirvieron de guía para valorar los operarios de la línea Dillards, el proceso es de manera cualitativa, según observaciones desarrolladas en la línea de producción se procede a juzgar el nivel de cada uno de los cuatro aspectos que valoran según las tablas de Westinghouse que se pueden observar anexo .

Este método considera cuatro factores de forma cuantitativa y cualitativa para evaluar el desempeño del operario: habilidad, esfuerzo, condición y consistencia; de forma tal que se obtenga una tabla que muestre la clase, categoría y ponderación de cada uno de ellos.

En la "habilidad" se evalúa el aprovechamiento al seguir un método dado, el observador debe de evaluar y calificar dentro de seis (6) clases la habilidad desplegada por el operario: Superior, Excelente, Bueno, Promedio, Aceptable y Malo. Luego, esta clasificación de la habilidad se traduce a su equivalencia porcentual, que va de 15% a -22%.

El "esfuerzo" se valora como una demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia. El esfuerzo es representativo de la velocidad con que se aplica la habilidad y es normalmente controlada en un alto grado por el operario.

Las "condiciones" se estimarán las circunstancias que afectan solo al operador y no a la operación. Los elementos que pueden afectar las condiciones de trabajo incluyen:

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



temperatura, ventilación, monotonía, alumbrado, ruido, entre la valoración que se define en la tabla de la Westinghouse son desde 6% hasta -7% entre las cuales se considera: ideal, Excelente, Bueno, Promedio, Aceptable y Malo.

La consistencia se tomará en cuenta el grado de variación en los tiempos transcurridos, mínimos y máximos, en relación con la media, juzgado con arreglo a la naturaleza de las operaciones y a la habilidad y esfuerzo del operador.

Las valoraciones realizadas según las observaciones y criterios de los investigadores de los factores fueron las siguientes:

**Habilidad:** dentro de este aspecto se consideró la práctica o destreza que tienen los operarios de la línea Dillard's los cuales están calificados como trabajadores Buenos, promedio y Aceptable por la experiencia en sus puestos de trabajos siendo estos y a pesar que la empresa no tiene una metodología dada para operar la habilidad desplegada por el operario fue adquirida por la práctica de su trabajo.

**Esfuerzo:** fue valorado como C2-Bueno puesto que los operarios tienen que esforzarse en ese nivel para poder lograr sus metas de producción, ya que estos se les pagan un salario mínimo, pero se les paga un bono por producción lo cual hacen un esfuerzo por encima del promedio para cumplir sus metas y este ritmo de trabajo es mantenido por un alto grado por el operario, por lo cual se valoró de +0.02.

**Condiciones:** con las observaciones que se realizaron en la línea de producción juzgando los aspectos de condiciones brindadas a los operarios, se llegó a la conclusión de que las circunstancias laborales que brinda BWA a sus trabajadores adecuadas, por lo que la valoración fue de C-Buenas cuya puntuación fue de 0.02.

**Consistencia:** se demostró mediante las muestras tomadas de las operaciones que los operarios tienen muy buena consistencia de trabajo ya que los tiempos para cada una de las operaciones asignadas a los operarios no varía mucho de manera significativa con respecto al tiempo estándar en el transcurso del día de trabajo por lo cual se valoró como C-Bueno con un puntaje de +0.01

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



Una vez que los factores del ritmo de trabajo fueron determinados se encuentra la valoración estimada:

Valoración estimada: (Habilidad + Esfuerzo + Condición + Consistencia) + Constante 1

### ***Ecuación 6 Valoración Westinghouse***

*Fuente (CRIOLLO, 2007)*

$$\text{Valoración estimada} = (0.03+0.02+0.01+0+0.06) + 1 = 106$$

Se suman los puntajes de valorización y el resultado fue de 0.06, lo que significa que la valoración de la línea es de 106%.

Con estos datos y la toma de tiempo se procedió a determinar el tiempo normal.

$$T_n = T \text{ Promedio (Valoración \%)}$$

### ***Ecuación 7 Tiempo Normal***

*Fuente (CRIOLLO, 2007)*

$$\text{Tiempo normal: } 0.51 \times (110) = 0.56 \text{ min}$$

#### **4.1.4.5 Tiempo Estándar**

El último paso en la obtención del tiempo estándar actual, es la adición de los suplementos que requieren los operarios para la realización de sus operaciones designadas, para lo cual se necesitaron evaluar los tipos de suplementos que los operarios requieren.

Este método caracteriza los suplementos en constantes y variables. Los factores constantes agrupan las necesidades personales con un porcentaje de 5% y 7% para hombres y mujeres respectivamente; aparte de las necesidades personales, el grupo de factores constantes agrupa a un porcentaje básico de fatiga, el cual corresponde a lo que se piensa que necesita un

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



operario para que cumple su tarea en las condiciones deseadas, este porcentaje se valora comúnmente con un 4% tanto para hombres como para mujeres.

Los suplementos variables sólo se aplican cuando las condiciones de trabajo no son las adecuadas y no se pueden mejorar. Los factores que deben tenerse en cuenta para calcular el suplemento variable pueden ser:

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| a) Trabajo de pie.                        | b) Postura anormal.      |
| c) Levantamiento de peso o uso de fuerza. | d) Intensidad de la luz. |
| e) Calidad del aire.                      | f) Tensión visual.       |
| g) Tensión auditiva.                      | h) Tensión mental.       |
| i) Monotonía mental.                      | j) Monotonía física.     |

En la tabla Suplementos en anexo se muestra un resumen detallado de los valores por suplementos para cada uno de los incisos mencionados con anterioridad.

Teniendo las siguientes valoraciones de los suplementos variables:

- b) Postura anormal: incomoda (inclinado) 0 pts.
- f) Tensión visual: Trabajos de precisión o fatigosos 0 pts.
- i) Monotonía mental: Trabajo muy monótono 0 pts.
- j) Monotonía física: Trabajo aburrido 0 pts.

Por políticas de la empresa empresa en algunas operaciones no se consideran los suplementos variables.

La sumatoria de los suplementos variables es de 0 puntos, se obtienen que son 4 puntos de los suplementos constantes de necesidades personales y básicas por fatiga.

Teniendo los suplementos constante y variables se suman teniendo como resultados 4 puntos, esto indica que se tiene que añadir un 4% de suplementos a los tiempos básicos.

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



$$TE = T \text{ normal} + (\text{Suplementos})$$

### Ecuación 8 Tiempo Estándar

*Fuente (CRIOLLO, 2007)*

Para la línea de producción número Dillard's se tiene un tiempo observado total del ciclo de producción actual es de 17.12 min obtenidos mediante el diagrama de flujo que se puede observar en anexos, para poder estandarizar este tiempo fue preciso utilizar los datos obtenidos del ritmo de trabajo y los suplementos, datos necesarios para usar la ecuación 8 de tiempo normal.

$$\text{Tiempo estandar} = \text{Tiempo normal} * (1 + \text{suplementos})$$

$$\text{Tiempo estandar} = 0,51 + (4\%) = 0.56 \text{ min} \quad \text{Primera Operación}$$

Los tiempos estándar de las operaciones se demuestran en el siguiente gráfico.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los tiempos promedio, básico y estándar para la elaboración del estudio de tiempo.

**Tabla 9. Tiempos de Operación**

Operación	Tiempo Promedio	Tiempo Básico	Tiempo Estándar
Fusionar Puño Solido sin Prefusionar	0.47	0.51	0.56
Cerrar Bolsas Laterales	0.21	0.23	0.27
Pegar Binding a Bolsa	0.68	0.70	0.74
Pegar Bolsa a delantero	0.68	0.71	0.76
Decorar Bolsa	0.58	0.62	0.66
Fijar Bolsa	0.46	0.50	0.54
Unir Delanteros	0.62	0.67	0.71
Cerrar Traseros	0.61	0.65	0.70
Cerrar Costados	1.10	1.15	1.19
Cerra Entrepieñas	0.66	0.72	0.76
Hacer 2 Ojales	0.51	0.55	0.59
Unir extrm. Waistband	0.24	0.25	0.29
medir y cortar elastico	0.09	0.10	0.14

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



Fijar Elastico	0.45	0.47	0.51
Unir Elastico a Tiro de Waistband	0.53	0.57	0.62
Fijar Decorado de elástico	0.50	0.57	0.61
Decorar Elástico	0.52	0.54	0.58
pegar pretina a cuerpo	0.75	0.80	0.92
Unir 2 etiquetas	0.21	0.22	0.27
P.Etiqueta	0.31	0.36	0.40
Fijar Piping a Puño	0.49	0.53	0.58
Formar Puños	0.51	0.54	0.67
Pegar Puños a Tubular	0.52	0.57	0.61
Sobre Coser Puños	0.48	0.51	0.56
Taqueo de Puntas de Drawstrin	0.59	0.63	0.67
Fijar Drawstrin	0.69	0.75	0.79
Inspección	0.69	0.71	0.85

*Fuente Elaboración Propia*

Para el cálculo del tiempo promedio se tomaron en cuenta los datos registrados de las tomas de tiempo el cual arrojaron los siguientes resultados mostrados en la gráfica para cada operación, todo ello tomado en cuenta para el estudio completo del trabajo.

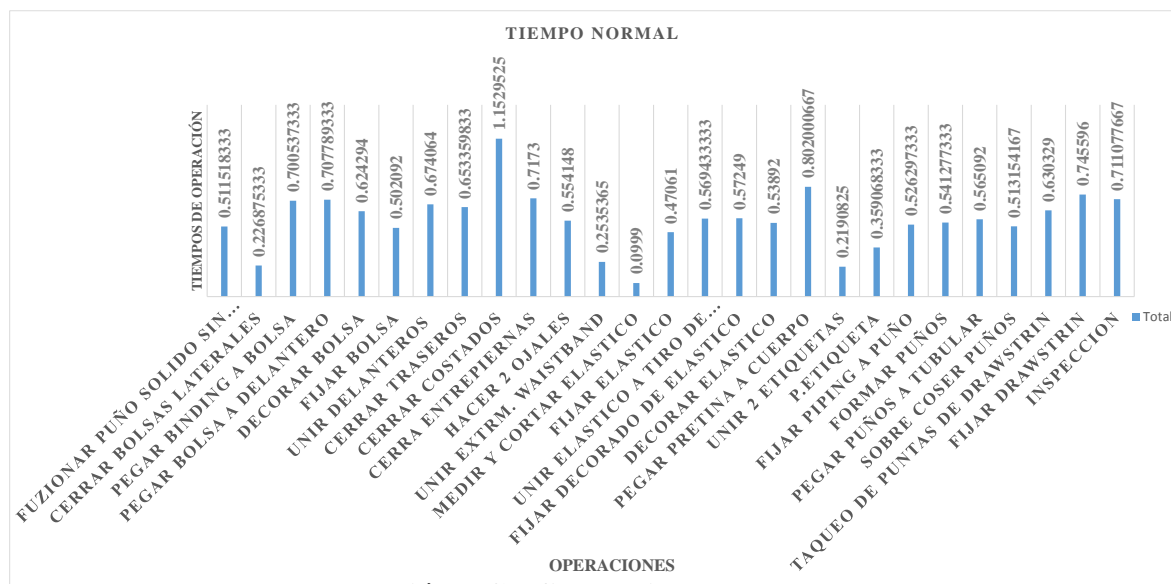
Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



**Ilustración 5. Grafica tiempos promedios.**

*Fuente Propia*

En la siguiente gráfica se muestran los datos obtenidos para un tiempo normal de las operaciones señaladas, obtenidas de la multiplicación del tiempo promedio por la valoración aplicada anteriormente en el estudio de tiempo, todo ello mostrado en anexos.



**Ilustración 6. Grafica de tiempos Normales.**

*Fuente Elaboración Propia*



Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



En la siguiente gráfica se muestra el tiempo ciclo o estándar de las operaciones, obtenidas mediante la suma del tiempo normal o básico más los suplementos aplicado para cada operación de la línea de producción 1 DILLAR'S



**Ilustración 7. Gráfica de tiempos estándar.**

*Fuente Elaboración Propia*

#### 4.1.5 Balanceo de línea

El balance de la línea brinda una idea del número de operarios necesarios para llevar a cabo la producción a un ritmo determinado.

A continuación, se determina el número de operarios necesarios en la línea, el cual está dado de la siguiente manera:

$$N = R * (\sum TS/E)$$

Fórmulas utilizadas:

$$MIN/DISP = HORAS TRABAJADAS * 60$$

$$TAKT TIME = TIEMPO DISPONIBLE / DEMANDA$$

Control de producción mediante la demanda del cliente TAK-TIME

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



**Tabla 10 Takt Time**

PCS	MIN/ DISP	TAKT TIME
2400	2400	1.00
480	480	1.00
60	60	1.00

*Fuente Elaboración Propia BWA*

Esta tabla permitió conocer el tiempo de la unidad producida por todo el sistema según la demanda del cliente, la cual nos reflejó un valor de 60 segundos por pieza producida

Para calcular el número de operadores necesarios para el arranque de la operación, se aplica la siguiente formula:

$$IP = \text{Unidades a fabricar} / \text{Tiempo disponible}$$

### **Ecuación 9 Índice de Producción**

*Fuente (CRIOLLO, 2007)*

Para el Cálculo del Índice de Producción se procedió a aplicar la ecuación anterior de la forma siguiente

$$IP = \frac{576}{(8) * (60)} = 1.2$$

$$NO = TE * X IP / E$$

### **Ecuación 10 Numero de Operarios Teóricos**

*Fuente (CRIOLLO, 2007)*

Para la operación 1 se muestra cómo se determinó el número de operario de la siguiente manera

$$NO = \frac{0.56 * 1.2}{0.40} = 2$$

En donde:

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



**IP:** Índice de productividad (Cantidad de Piezas Producidas por Unidad de Tiempo)

**NO:** Número de operadores para la línea

**TE:** Tiempo estándar de la pieza

**E:** Eficiencia planeada

**NOR:** Número de Operadores Reales

### **Diagrama de Precedencia**

Para la asignación de estaciones de trabajo se hizo el diagrama de precedencia usando el método por peso posicional el cual se utilizaron las siguientes formulas.

Diagrama de Precedencia se tomó la diagramación por el método de pesos posicional en la siguiente tabla se muestra la secuencia de las operaciones destinadas para las estaciones de trabajos y sus precedentes siguiendo los pasos siguientes:

Se elabora la precedencia de las operaciones para determinar la secuencia de las mismas.

Se procede a conceder el peso posicional de las operaciones sumando cada operación mas las sucesoras para determinar el pesos posicional de cada una de ellas.

Se procede a determinar el numero de estaciones necesarias para el sistema mediante la siguiente ecuación

$$TCS = TIRMP0 DISPONIBLE * \frac{EFIECIENCIA}{PIESAS PRODUCIDAS}$$

$$TCS = 480 * \frac{0.40}{60} = 3.2 \text{ min}$$

Se determina el tiempo entre estaciones mediante la siguiente fórmula

$$NE = \textit{timepo dsponible} / \textit{Piezas producidas}$$

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



$$TE = \frac{480}{151} = 3.1 \text{ min/estaciones}$$

Se determina el número de estaciones para el sistema de la siguiente manera

$$NE = \frac{TE}{TIEMPO ENTRE ESTACIONES}$$

$$NE = \frac{17.21}{3.1} = 5.41 \text{ ESTACIONES}$$

En la siguiente tabla se muestra los datos obtenidos de los pasos explicados anteriormente

**Tabla 11 Datos de Precedencia.**

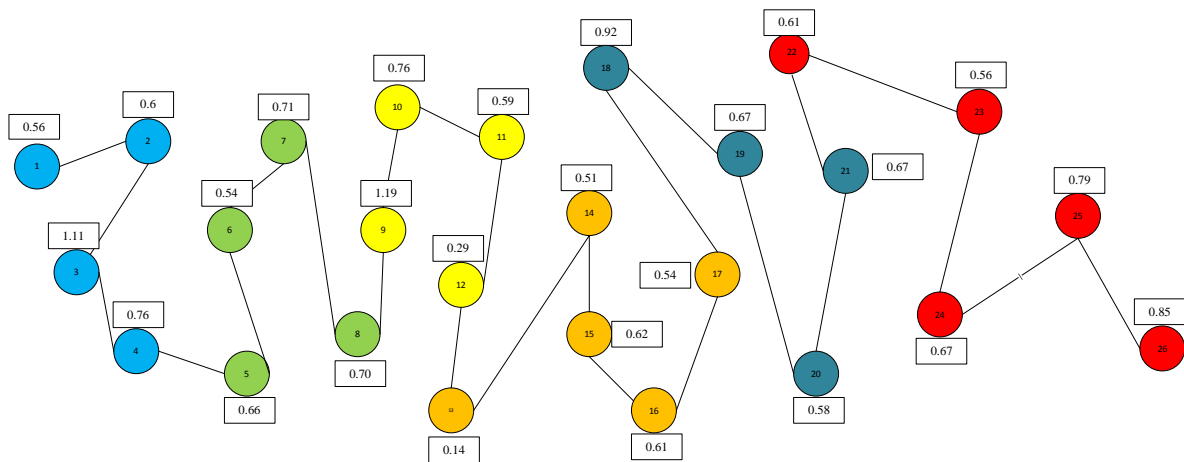
Secuencia de Operación	Operación	Tiempo	Tarea Precedente	PESO POSICIONAL	ESTACIONES DE TRABAJO	Suma de tiempos de Operaciones
A	Fuzionar Puño Solido sin Prefusionar	0.56	-	17.21	1,2,3,4	3.03
B	Cerrar Bolsas Laterales	0.6	A	16.65	5,6,7,8	2.61
C	Pegar Binding a Bolsa	1.11	B	16.05	9,10,11,12	2.97
D	Pegar Bolsa a delantero	0.76	C	14.94	13,14,15,16,17	3.2
E	Decorar Bolsa	0.66	D	14.18	18,19,20,21,	2.53
F	Fijar Bolsa	0.54	E	13.52	22,23,24,25,26	2.87
G	Unir Delanteros	0.71	F	12.98		
H	Cerrar Traseros	0.7	G	12.27		
I	Cerrar Costados	1.19	H	11.57		
J	Cerra Entrepiernas	0.76	I	10.38		
K	Hacer 2 Ojales	0.59	J	9.62		
L	Unir extrm. Waistband	0.29	K	9.03		
M	medir y cortar elastico	0.14	L	8.74		
N	Fijar Elastico	0.51	M	8.60		
Ñ	Unir Elastico a Tiro de Waistband	0.62	N	8.09		
O	Fijar Decorado de elastico	0.61	Ñ	7.47		
P	Decorar Elastico	0.54	O	6.86		
Q	pegar pretina a cuerpo	0.92	P	6.32		
R	Unir Y Pegar 2 etiquetas	0.67	Q	5.40		
S	Fijar Piping a Puño	0.58	R	4.73		
T	Formar Puños	0.67	S	4.15		
V	Pegar Puños a Tubular	0.61	T	3.48		
W	Sobre Coser Puños	0.56	V	2.87		
X	Taqueo de Puntas de Drawstrin	0.67	W	2.31		
Y	Fijar Drawstrin	0.79	X	1.64		
Z	Inspeccion	0.85	Y	0.85		

Fuente Elaboración Propia

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



DIAGRAMA DE PRECEDENCIA DE LA LINEA 1 DILLAR'S'



**Ilustración 8 Diagrama de Precedencia**

*Fuente Elaboración Propia*

Análisis: Mediante el diagrama de precedencia logramos determinar el número de estaciones que se establecerán para la secuencia de operaciones, y determinar cuántas de ellas son necesarias para mantener un flujo continuo justo a tiempo.

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



### Productividad de la línea Dillard's

Para el cálculo de la productividad se empleó la siguiente formula tomando en cuenta los datos reales actual para conocer el índice de productividad con la realizada en la propuesta del balance empleado en la línea 1 de Dillard's donde:

Calculo de la productividad

$$Productividad\ Mano\ de\ obra = \frac{Valor\ de\ produccion}{Factores\ productivos}$$

#### Productividad antes del balanceo

DATOS		
Piezas	2800	320
Operarios	96	
Horas	8	

$$Productividad\ Mano\ de\ obra = \frac{320}{96 \times 8} = 0.416$$

#### Productividad después del balanceo

DATOS	
Piezas	1210
Operarios	57
Horas	8

$$Productividad\ Mano\ de\ obra = \frac{1210}{57 \times 8} = 2.65$$

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



Una vez obtenido los resultados de la productividad en ambos escenarios un antes y un después podemos concluir que nuestra propuesta en términos de ingeniería es rentable para la empresa, por el motivo que se reducen el número de operarios y si esto se reduce directamente disminuyen los costos de la mano de obra, e igualmente aumenta la eficiencia ya que al disminuir el número de operarios se procura construir un línea de producción del cien por ciento, la cual consiste en dejar o juntar a todos los operarios más rápidos y eficiente en la misma línea de ensamble. Cabe destacar que el resultado de la productividad antes del balanceo se tomó el número de piezas que realmente se estaba utilizando ya que ellos tenían una meta de dos mil ochocientas piezas pero al observar el proceso para validar esta información nos dimos cuenta que no cumplían ni con el cincuenta por ciento del objetivo del día, es por ello que nos basamos en una producción de trecientas veinte piezas la cual es obtenida de un máximo de cuarenta piezas por ora multiplicada por la jornada laboral de ocho horas.

Según los datos obtenidos mediante el balance el índice de productividad incrementaría un 30% en relación a la productividad actual de la línea.

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



### Propuesta de Lay-Out de la línea de producción 1 Dillard's

## LAY-OUT PROPUESTO PARA LINEA 1 DILLAR'S

**LINEA: N° 1**  
**ESTILO: FT2PV400-406**  
**ELABORADO POR: LESTER BLAS**  
**DAVID GRILLO**  
**YULIAN HERNANDEZ**  
**FECHA: 12/11/2020**

CONSOLIDADO DE MAQUINARIA	
MAQUINARIA	CANTIDAD
FUSIONADORA	2
PLANA	26
OVER 5H	11
COVER 1 AG	6
OVER 4H	4
OJAL	2
<b>TOTAL</b>	<b>51</b>

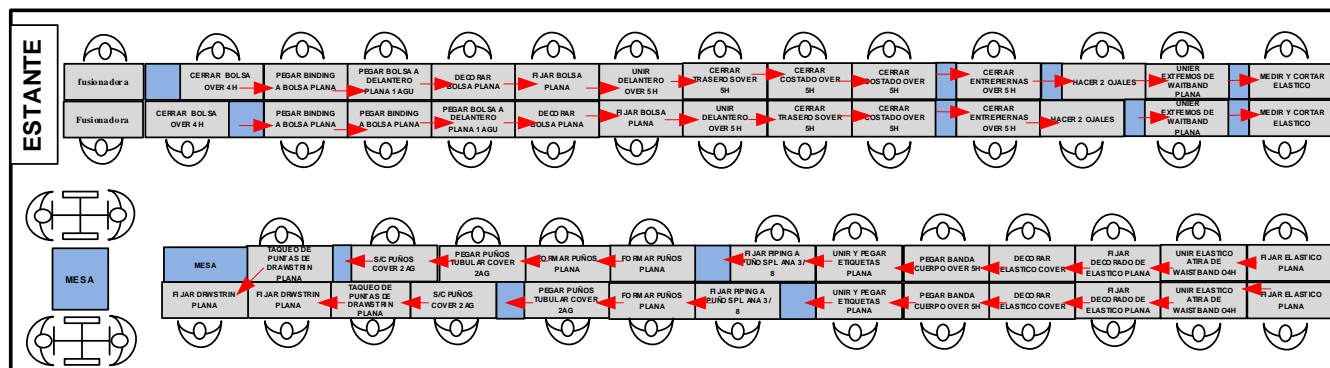


Ilustración 9 Lay-Out Propuesto

Fuente. Elaboración Propia

Análisis: Mediante el balanceo de líneas se logró estandarizar las operaciones, a su vez se determinó el número de operarios y el número de máquinas que se distribuirán en la línea de producción 1 DILLAR'S dando como resultado una disminución de 29 máquinas en comparación con la distribución antes del estudio.



Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



## **CAPÍTULO V**

### **5.1. Conclusiones**

Basado en el estudio que hemos realizado en la empresa BWA con respecto al resultado obtenido durante el análisis de los datos en la aplicación de la técnica de las interrogantes para el balance de la línea logramos identificar las posibles causas de la problemática relacionada con la productividad en la línea de producción 1 DILLAR'S

Por otro lado, el análisis aplicado con la técnica de las 5 M mediante el diagrama de causa y efecto (Ishikawa) se logró identificar las posibles causas que originan un bajo nivel de productividad, tomando en cuenta todos los aspectos necesarios en la línea de estudio.

Mediante la flujogramacion para el desarrollo y distribución de la línea podemos concluir diciendo que, basado en la elaboración del diagrama de procesos, se logró una mejor distribución de operaciones para el aumento de la productividad, la secuencia de las operaciones y el flujo del trabajo.

Por consiguiente, mediante el estudio de tiempo se logró determinar el tiempo estándar de las operaciones y de todo el sistema tomando en cuenta los suplementos y las valoraciones aplicables según cada actividad u operación, además de ello se verifico la cantidad de piezas que se producen en el módulo para comprobar si se cumplía con la cantidad de piezas según el estándar proporcionado por la empresa el cual no se cumplía debido diferentes acontecimientos.

También en la aplicación del balanceo de línea por el método tradicional o normal se logró estandarizar cada una de las operaciones, se balanceo la cantidad de operarios necesarios que se establecerán en todo el sistema, mediante esto la secuencia de las operaciones es justo a tiempo a cada estación de trabajo, es decir se ha logrado un mejor nivel productividad en un 20% con respecto a la producción real mediante el balanceo de línea.

Par finalizar, todo lo relacionado durante el desarrollo de este estudio podemos decir que es de suma importancia elaborar estudios productivos que nos ayuden a conocer la situación actual de la empresa o bien de los sistemas de producción, mediante estos se logra un análisis,

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



y una pronta propuesta de mejora que sea benéfica en el incremento en la productividad, la calidad del proceso, y sobre todo que el sistema cumpla con los objetivos establecidos.

## **5.2. Recomendaciones**

1. Se debe de llevar un estudio de tiempos cada 15 días para conocer detalladamente el nivel de eficiencia y productividad de la línea, todo esto mediante gráficos y datos que detallen toda la información necesaria para conocer la situación actual de la planta.
2. El departamento de ingeniería debe de llevar un seguimiento la información proporcionada por los supervisores en base a la producción real diaria de las líneas de producción.
3. El departamento de ingeniería debe de ejecutar que todos los cambios en las líneas de producción se detallen en un formato para conocer a fondo los cambios y movimientos que se ejecutan.

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



## CAPITULO VI

### 6.1. Anexos

Tabla 12 Suplementos Sistema Westinghouse

<b>Sistema Westinghouse</b>					
<b>HABILIDAD</b>			<b>ESFUERZO</b>		
0,15	A1	Superior	0,13	A1	Superior
0,13	A2	Superior	0,12	A2	Superior
0,11	B1	Excelente	0,1	B1	Excelente
0,08	B2	Excelente	0,08	B2	Excelente
0,06	C1	Bueno	0,05	C1	Bueno
0,03	C2	Bueno	0,02	C2	Bueno
0	D	Promedio	0	D	Promedio
-0,05	E1	Aceptable	-0,04	E1	Aceptable
-0,1	E2	Aceptable	-0,08	E2	Aceptable
-0,16	F1	Malo	-0,12	F1	Malo
-0,22	F2	Malo	-0,17	F2	Malo
<b>CONDICIONES</b>			<b>CONSISTENCIA</b>		
0,06	A	Ideal	0,04	A	Perfecta
0,04	B	Excelente	0,03	B	Excelente
0,02	C	Bueno	0,01	C	Buena
0	D	Promedio	0	D	Promedio
-0,03	E	Aceptable	-0,02	E	Aceptable
-0,07	F	Malo	-0,04	F	Mala

Fuente (CRIOLLO, 2007)

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



**Tabla 13 Suplementos Constantes y variables**

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES			
	Hombres	Mujeres	
<b>A. Suplemento por necesidades personales</b>	5	7	
<b>B. Suplemento base por fatiga</b>	4	4	

2. SUPLEMENTOS VARIABLES			
	Hombres	Mujeres	
<b>A. Suplemento por trabajar de pie</b>	2	4	4
<b>B. Suplemento por postura anormal</b>			2
Ligeramente incómoda	0	1	
incómoda (inclinado)	2	3	
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	
<b>C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)</b>			
Peso levantado [kg]			
2,5	0	1	
5	1	2	
10	3	4	
25	9	20	
35,5	22	máx	
<b>D. Mala iluminación</b>			
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	
Bastante por debajo	2	2	
Absolutamente insuficiente	5	5	
<b>E. Condiciones atmosféricas</b>			
Índice de enfriamiento Kata			
16		0	
8		10	
<b>F. Concentración Intensa</b>			45
Trabajos de cierta precisión		0	0
Trabajos precisos o fatigosos		2	2
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos		5	5
<b>G. Ruido</b>			
Continuo		0	0
Intermitente y fuerte		2	2
Intermitente y muy fuerte		5	5
Estridente y fuerte			
<b>H. Tensión mental</b>			
Proceso bastante complejo		1	1
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos		4	4
Muy complejo		8	8
<b>I. Monotonía</b>			
Trabajo algo monótono		0	0
Trabajo bastante monótono		1	1
Trabajo muy monótono		4	4
<b>J. Tedio</b>			
Trabajo algo aburrido		0	0
Trabajo bastante aburrido		2	1
Trabajo muy aburrido		5	2

Fuente. (OIT 2007)

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



**Tabla 14 Balanceo de Línea**

BWA NICARAGUA											
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA											
BALANCE DE PRODUCCION LINEA ENSEMBLE No 2											
Codigo Operación	CODIGO DE OPERACIÓN	Operación	SAM/PZS	TE(MIN)	NO. OPERARIO TEORICOS	OPERARIOS REALES	TIEMPO MAS TARDADO	TIEMPO ESTANDAR ASIGNADOS POR OPERACION	PZS/HR	PZS/Dia	EFF(%)
1	2	Fusionar Puños sin prefusionar	0,3208	0,56	1,680	2	0,28	0,4	150	1440	1,00
2	3	Cerrar Bolsas Laterales	0,660	0,6	1,800	2	0,30	0,4	150	1440	1,00
3	4	Pegar Binding a Bolsa	0,366	1,11	3,330	3	0,37	0,4	150	1440	1,00
4	3	Pegar Bolsa a delantero	0,582	0,76	2,280	2	0,38	0,4	150	1440	1,00
5	3	Decorar Bolsa	0,443	0,66	1,980	2	0,33	0,4	150	1440	1,00
6	3	Fijar Bolsa	0,511	0,54	1,620	2	0,27	0,4	150	1440	1,00
7	4	Unir Delanteros	0,256	0,71	2,130	2	0,36	0,4	150	1440	1,00
8	4	Cerrar Traseros	0,350	0,7	2,100	2	0,35	0,4	150	1440	1,00
9	5	Cerrar Costados	1,085	1,19	3,570	3	0,40	0,4	150	1440	1,00
10	4	Cerra Entrepiernas	0,644	0,76	2,280	2	0,38	0,4	150	1440	1,00
11	2	Hacer 2 Ojales	0,373	0,59	1,770	2	0,30	0,4	150	1440	1,00
12	4	Unir extrm. Waistband	0,170	0,29	0,870	2	0,15	0,4	150	1440	1,00
13	3	medir y cortar elastico	0,157	0,14	0,420	2	0,07	0,4	150	1440	1,00
14	3	Fijar Elastico	0,421	0,51	1,530	2	0,26	0,4	150	1440	1,00
15	3	Unir Elastico a Tiro de Waistband	0,6853	0,62	1,860	2	0,31	0,4	150	1440	1,00
16	4	Fijar Decorado de elastico	0,162	0,61	1,830	2	0,31	0,4	150	1440	1,00
17	3	Decorar Elastico	0,510	0,54	1,620	2	0,27	0,4	150	1440	1,00
18	5	pegar Banda a cuerpo	0,569	0,81	2,430	2	0,41	0,4	150	1440	1,00
19	2	Unir 2 etiquetas	0,120	0,27	0,810	1	0,27	0,4	150	1440	1,00
20	2	P.Etiqueta	0,293	0,4	1,200	1	0,40	0,4	150	1440	1,00
21	5	Fijar Piping a Puño	0,721	0,58	1,740	2	0,29	0,4	150	1440	1,00
22	4	Formar Puños	0,357	0,67	2,010	3	0,22	0,4	150	1440	1,00
23	4	Pegar Puños a Tubular	0,860	0,61	1,830	2	0,31	0,4	150	1440	1,00
24	4	Sobre Coser Puños	1,078	0,56	1,680	2	0,28	0,4	150	1440	1,00
25	5	Taqueo de Puntas de Drawstrin	0,312	0,67	2,010	2	0,34	0,4	150	1440	1,00
26	4	Fijar Drawstrin	0,128	0,79	2,370	2	0,40	0,4	150	1440	1,00
27	6	Inspeccion	1,072	0,85	2,550	4	0,21	0,4	150	1440	1,00
							57		3900		

*Fuente Elaboración Propia*

Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del período de marzo a noviembre del 2020.



**Tabla 15. Tomas de Tiempo**

Operación	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TOTAL	PROMEDIO	VALORACION	T.BASICO	SUPLEMENTOS	T.CICLO	PCS/HR
Fuzionar Puño Solido sin Prefusionar	27.19	28.3	27.38	27.5	28.02	28.16	28.17	28.4	28.3	27.59	4.65	0.47	110%	0.51	0.05	0.56	107
Cerrar Bolsas Laterales	31.09	31.55	32.93	31.01	31.59	32.16	32.38	30.97	31.68	31.06	5.27	0.53	106%	0.56	0.04	0.60	100
Pegar Binding a Bolsa	62.08	62.17	62.79	61.47	62.11	61.62	62.32	62.35	61.36	62.81	10.35	1.04	103%	1.07	0.04	1.11	54
Pegar Bolsa a delantero	42.35	40.20	38.76	42.54	40.02	41.79	38.88	40.59	41.22	41.99	6.81	0.68	104%	0.71	0.05	0.76	79
Decorar Bolsa	35.71	35.04	34.01	34.41	34.67	35.07	35.00	34.34	34.28	34.30	5.78	0.58	108%	0.62	0.04	0.66	90
Fijar Bolsa	27.10	28.49	27.82	28.13	28.05	28.10	27.19	27.98	28.40	27.68	4.65	0.46	108%	0.50	0.04	0.54	111
Unir Delanteros	37.20	37.4	37.09	38.53	36.84	37.31	38.01	37.32	36.88	37.90	6.24	0.62	108%	0.67	0.04	0.71	84
Cerrar Traseros	38.98	39.29	32.8	37.66	32.57	37.79	34.7	39.83	33.5	39.25	6.11	0.61	107%	0.65	0.05	0.70	85
Cerrar Costados	66.19	66.79	65.02	66.03	66.74	65.64	66.60	65.24	65.42	66.16	11.00	1.10	105%	1.15	0.04	1.19	50
Cerra Entrepiezas	39.51	40.61	40.35	39.59	40.46	39.10	40.04	39.87	39.38	39.59	6.64	0.66	108%	0.72	0.04	0.76	79
Hacer 2 Ojales	32.62	30.15	31.82	29.35	29.43	30.42	31.77	31.83	30.68	29.79	5.13	0.51	108%	0.55	0.04	0.59	101
Unir extrm. Waistband	13.68	15.90	13.59	13.79	13.80	13.26	14.16	14.25	14.57	15.17	2.37	0.24	107%	0.25	0.04	0.29	204
medir y cortar elastico	5.62	5.79	5.12	5.53	5.83	5.40	5.44	5.37	5.47	5.93	0.93	0.09	108%	0.10	0.04	0.14	429
Fijar Elastico	27.46	26.57	26.80	26.53	27.80	26.56	26.38	26.49	27.12	27.21	4.48	0.45	105%	0.47	0.04	0.51	118
Unir Elastico a Tiro de Waistband	30.70	30.27	31.01	31.39	31.83	31.70	31.84	30.19	30.55	31.12	5.18	0.52	110%	0.57	0.05	0.62	97
Fijar Decorado de elastico	31.76	31.76	32.31	32.4	32.06	31.04	31.91	31.06	31.64	31.11	5.28	0.53	108%	0.57	0.04	0.61	98
Decorar Elastico	28.01	29.50	29.10	29.12	28.50	28.35	29.10	28.50	29.15	29.07	4.81	0.48	105%	0.50	0.04	0.54	110
pegar Banda a cuerpo	39.47	39.69	39.67	38.82	38.45	38.67	38.57	39.03	38.53	38.82	6.5	0.65	107%	0.70	0.11	0.81	74
Unir 2 etiquetas	12.16	12.08	12.15	13.08	12.85	12.90	12.30	13.10	12.40	12.17	2.09	0.21	105%	0.22	0.05	0.27	223
P.Etiqueta	19.31	18.50	18.39	18.31	18.90	19.11	19.38	18.19	18.47	18.78	3.12	0.31	115%	0.36	0.04	0.40	150
Fijar Piping a Puño	30.40	30.10	29.54	29.45	30.72	30.18	30.28	29.85	29.50	25.10	4.92	0.49	107%	0.53	0.05	0.58	104
Formar Puños	29.50	30.40	31.02	31.10	30.45	30.16	30.55	29.85	30.14	30.35	5.06	0.51	107%	0.54	0.13	0.67	89
Pegar Puños a Tubular	30.4	31.29	32.2	31.18	30.59	32.05	31.9	31.67	31.79	30.87	5.23	0.52	108%	0.57	0.04	0.61	99
Sobre Coser Puños	28.01	29.20	29.40	28.17	28.19	29.16	29.34	29.16	29.18	27.94	4.80	0.48	107%	0.51	0.05	0.56	107
Taqueo de Puntas de Drawstrin	36.81	35.40	35.10	35.72	36.10	35.81	34.98	35.62	35.19	36.06	5.95	0.59	106%	0.63	0.04	0.67	90
Fijar Drawstrin	39.71	45.37	39.5	38.45	39.01	39.94	44.64	44.35	41.59	41.66	6.90	0.69	108%	0.75	0.04	0.79	76
Inspeccion	69.77	69.49	70.01	70.05	71.16	70.31	70.47	69.92	70.72	69.73	6.90	0.69	103%	0.71	0.14	0.85	71
															<b>Tiempo Estandar</b>	17.12	2973

*Fuente. Elaboración Propia*