



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE MECÁNICA INDUSTRIAL

**ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN EL PROCESO DE
PRODUCCIÓN DE UNA INDUSTRIA MANUFACTURERA DE
ROPA**

OSCAR ALEXIS CASTILLO RIVAS

Asesorado por Inga. María del Rosario Colmenares Samayoa

Guatemala, febrero de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN EL PROCESO DE
PRODUCCIÓN DE UNA INDUSTRIA MANUFACTURERA DE
ROPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

OSCAR ALEXIS CASTILLO RIVAS

ASESORADO POR: INGA. MARÍA DEL ROSARIO COLMENARES SAMAYOA
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO: Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I: Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II: Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III: Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV: Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V: Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO: Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO: Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR: Inga. Norma Ileana Sarmiento Zerceda
EXAMINADOR: Ing. Juan José Peralta Dardón
EXAMINADOR: Ing. Erwin Danilo González Trejo
SECRETARIO: Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE UNA INDUSTRIA MANUFACTURERA DE ROPA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Mecánica Industrial con fecha de mayo de 2004.

Oscar Alexis Castillo Rivas

DEDICATORIA

A Dios nuestro Señor

Creador del cielo y la tierra, ya que es él quien me da los medios para alcanzar mis sueños.

A mis padres

Oscar Osbaldo Castillo e Irma Yolanda Rivas, por su incondicional apoyo. Infinitas gracias, ya que sin su ayuda no hubiera llegado hasta aquí.

A mis hermanos

Edwin, Jorge y Mario por su apoyo.

A mis amigos en general

Por su valiosa ayuda y los momentos compartidos a lo largo de mi carrera

AGRADECIMIENTOS

A mi asesora

Inga. María del Rosario Colmenares, por el tiempo dedicado y su ayuda en la elaboración de este trabajo.

A la Facultad de Ingeniería

Por darme la oportunidad de formarme profesionalmente en sus instalaciones.

Al Departamento de Física

Por el apoyo y los amigos que me ha brindado.

Y a todos los que han hecho posible este logro.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XIV
1. GENERALIDADES	
1.1. Descripción de la empresa	1
1.1.1. Reseña histórica	1
1.1.2. Actividad que realiza la empresa	2
1.1.3. Descripción y distribución del edificio	2
1.1.4. Ubicación del edificio	6
1.1.5. Organización interna de la empresa	6
1.2. Base teórica	8
1.2.1. Estudio de tiempos	8
1.2.2. Estudio de movimientos	8
1.2.3. Principios de economía de movimientos	8
1.2.4. Calificación del desempeño	9
1.2.5. Diseño del lugar de trabajo	9
1.2.6. Diagrama de operaciones	9
1.2.7. Diagrama de flujo	10
1.2.8. Diagrama de recorrido	11
1.2.9. Diagrama bimanual	12
1.2.10. Balance de líneas	15
1.2.11. Factores ambientales	15

2.	SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN	
2.1.	Descripción del proceso	17
2.1.1.	Descripción de las operaciones del proceso	17
2.1.2.	Distribución de la planta	17
2.1.3.	Maquinaria y equipo	18
2.1.4.	Líneas de producción	23
2.1.5.	Materia prima	23
2.1.6.	Manejo de materiales	24
2.1.7.	Análisis del personal	25
2.1.8.	Jornadas de trabajo	25
2.2.	Análisis de tiempos actuales	25
2.3.	Condiciones ambientales	28
2.3.1.	Condiciones de seguridad e higiene	28
2.3.2.	Protección personal	29
2.3.3.	Prevención de accidentes	29
2.3.4.	Ergonomía	29
2.3.5.	Ambiente laboral	30
2.4.	Control de calidad	30
3.	SITUACIÓN PROPUESTA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN	
3.1.	Características del proceso	31
3.1.1.	Distribución de la planta	31
3.1.2.	Diagramación	34
3.1.3.	Maquinaria y equipo	54
3.1.4.	Líneas de producción	55
3.1.5.	Materia prima	55
3.1.6.	Manejo de materiales	56
3.1.7.	Características del personal	57
3.1.8.	Jornadas de trabajo	57

3.2.	Estudio de tiempos	58
3.2.1.	Selección del operario	58
3.2.2.	Calificación del operario	58
3.2.3.	Método para la toma de tiempos	59
3.2.4.	Concesiones	61
3.2.5.	Cálculo de tiempos	62
3.2.5.1.	Tiempo cronometrado	62
3.2.5.2.	Tiempo normal	64
3.2.5.3.	Tiempo estándar	65
3.2.6.	Cálculo de eficiencia	67
3.2.7.	Balance de línea	69
3.3.	Condiciones ambientales	72
3.3.1.	Condiciones de seguridad e higiene	72
3.3.2.	Protección personal	73
3.3.3.	Prevención de accidentes	73
3.3.4.	Ergonomía	74
3.3.5.	Ambiente laboral	75
3.4.	Mantenimiento de maquinaria y equipo	75
3.4.1.	Mantenimiento preventivo	75
3.4.2.	Mantenimiento correctivo	76
3.5.	Control de calidad	76
3.5.1.	Control de calidad en recepción de materia prima	76
3.5.2.	Control de calidad en proceso de producción	77
3.5.3.	Control de calidad en producto terminado	77
3.6.	Incentivos	77
4.	PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS	
4.1.	Metodología de implementación	79

4.2.	Documentación de procedimientos	79
4.2.1.	Procedimiento de control de materiales	80
4.2.2.	Procedimiento de estudio de tiempos	81
4.2.3.	Procedimiento de estudio de movimientos	82
4.2.4.	Procedimiento de control de calidad	82
4.2.5.	Procedimiento de mantenimiento de maquinaria y Equipo	83
4.3.	Guía de capacitación de personal	84
5.	SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA	
5.1.	Evaluación de resultados	87
5.2.	Revisión de la guía de capacitación	87
5.3.	Programación de reuniones	88
5.4.	Utilización de formatos	88
5.4.1.	Estudio de tiempos	88
5.4.2.	Medición de eficiencia	90
5.4.3.	Medición de productividad de mano de obra	92
5.4.4.	Control de calidad en la línea	93
	CONCLUSIONES	94
	RECOMENDACIONES	96
	BIBLIOGRAFÍA	97
	APÉNDICES	98
	ANEXO	100

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Plano de distribución del primer nivel del edificio	4
2	Plano de distribución del segundo nivel del edificio	5
3	Organigrama de la empresa	7
4	Símbolos del diagrama de operaciones	10
5	Símbolos utilizados en el diagrama de flujo	11
6	Fotografías de máquinas de coser industriales	21
7	Partes básicas del pantalón	27
8	Plano de distribución del primer nivel	32
9	Plano de distribución del segundo nivel	33
10	Diagrama de operaciones del proceso	35
11	Diagrama de flujo del proceso	39
12	Diagrama de recorrido	43
13	Diagrama bimanual de las operaciones	45
14	Piezas principales del pantalón	98
15	Equipo de protección	99

TABLAS

I	<i>Therbligs</i> efectivos	13
II	<i>Therbligs</i> no efectivos	14
III	Tiempos para elaboración de pantalón #68 1799G	26
IV	Tabla westinghouse	60
V	Tiempos cronometrados para la elaboración de pantalón	63
VI	Tiempo normal de las operaciones para elaboración de pantalón	64
VII	Tiempos estándar para la elaboración de pantalón	66
VIII	Tiempos estándar y tiempos estándar permitidos	68
IX	Número de operarios por estación	70
X	Determinación de operación más lenta	71
XI	Formato utilizado para el estudio de tiempos	89
XII	Formato para la medición de eficiencia	91
XIII	Formato para la medición de productividad de mano de obra	92
XIV	Formato para el control de calidad en la línea	93
XV	Concesiones o suplementos industriales	100

GLOSARIO

Adorno de bolsa	Costura que se hace con máquina doble aguja en el borde exterior de la bolsa.
Afiance	Pequeña costura que se hace en los extremos del borde exterior de la bolsa.
Atraque	Pequeña costura temporal para mantener dos o más piezas en una posición mientras se cosen.
Azorado	Operación que consiste en verificar que la tonalidad en el color de las piezas por utilizar sea uniforme.
BPT	Bodega de producto terminado.
Caja de muerto	Caja de cartón utilizada para empaquetar vestidos y faldas largas. Dimensiones: 0.95x0.50x0.33 metros.
Caja NP4	Caja utilizada para empaquetar cualquier producto terminado. Dimensiones: 0.30x0.30x0.54 m.

Concesión	Suplemento utilizado para compensar la fatiga y las demoras en el trabajo.
Costado	Cada una de las dos partes laterales del pantalón.
Despite	Operación que consiste en quitar los hilos sueltos que le quedan a las prendas de vestir.
Elementos extraños	Demoras en el trabajo debido a causas no comunes, por ejemplo al toser.
Entrepierna	Parte interior de las mangas del pantalón.
Ergonomía	Adaptación de la estación de trabajo a la comodidad del trabajador.
Falso de bolsa	Parte interna de las bolsas del pantalón.
Fusionadora	Máquina utilizada para pegar entretela, sometiendo las telas a presión con altas temperaturas.
<i>Hangtags</i>	Etiqueta de cartón colocada en la prenda de vestir con bala plástica.
Operario	Persona que realiza una o varias operaciones en la línea de producción.

Pretina	Pieza que sujeta al pantalón de la cintura por medio de un elástico.
Pretinado	Operación que consiste en elaborar la pretina del pantalón.
Ruedo	Costura que se realiza en la parte inferior de las mangas del pantalón.
<i>Therbligs</i>	Nombre con el que se denomina a los movimientos de las manos.
Tiro circular	Costura que une las dos mitades del pantalón.

RESUMEN

El estudio de tiempos y movimientos es una técnica muy útil, sobre todo en las empresas donde la mayoría de las operaciones son manuales, como en el caso de las empresas maquiladoras de ropa.

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

El estudio de tiempos y movimientos permite detectar operaciones que estén causando retrasos en la producción y mejorar la eficiencia de la línea.

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

Se debe mantener la calidad en cada operación para evitar pérdidas de tiempo en reproceso de producto terminado.

En la industria textil, el estudio de tiempos y movimientos es de gran necesidad para mantener una buena eficiencia, debido a la variedad de diseños que se fabrican y a que las operaciones varían conforme al diseño.

Para el cumplimiento de los tiempos estándar definidos, es necesario que los operarios cuenten con la capacitación adecuada al ingresar a la empresa, para que adquieran una buena habilidad y no tengan problema en implementar los tiempos determinados.

OBJETIVOS

General

Desarrollar un estudio de tiempos y movimientos en el proceso de producción de ropa para mejorar los tiempos de producción.

Específicos

1. Hacer un análisis de la situación actual de la empresa.
2. Proporcionar información a la empresa sobre la situación actual en que se ejecutan las operaciones.
3. Aplicar los conocimientos teóricos sobre el estudio de tiempos y movimientos.
4. Hacer un análisis de las operaciones que se realizan en la línea de producción.
5. Buscar la forma de mejorar la eficiencia de las líneas de producción.
6. Establecer tiempos y movimientos en cada operación para que sirva de guía al supervisar la eficiencia de las operaciones.
7. Detectar las operaciones que podrían causar retrasos en la producción.
8. Evaluar los resultados de la implementación de los cambios en el proceso.

INTRODUCCIÓN

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

El estudio de tiempos y movimientos consiste en analizar la situación actual de la empresa respecto a factores que intervienen en el proceso de producción, así como la distribución de la planta, maquinaria y equipo utilizados en las líneas de producción, manejo de materiales, personal, jornadas de trabajo y condiciones ambientales, ya que debe existir una adecuada combinación de estos factores para lograr una producción eficiente.

Se debe definir una situación propuesta con base en la teoría encontrada en varias fuentes de información especializadas en el tema para mejorar la situación actual de la empresa y, de esta forma, optimizar sus recursos para la producción de ropa.

Después de realizar el estudio de tiempos y movimientos, se deben analizar los resultados y definir la forma en que se le dará seguimiento al estudio para llevar un control de los tiempos y movimientos y mejorar el proceso constantemente.

1. GENERALIDADES

1.1. Descripción de la empresa

1.1.1. Reseña histórica

Esta empresa inició en el año 1973 como un taller de sastrería en donde se elaboraban pantalones de vestir para caballero, y contaba solamente con 3 operarios. A finales de los años 70, el número de operarios se incrementó a 15 y se contaba con almacenes para la distribución de los pantalones, uno ubicado en la 6ª avenida de la zona 1 y otro en la zona 8; se contaba también con vendedores en el interior de la república. Esto hasta el año 1985.

Después de mantenerse en el mercado como empresa líder en la elaboración y distribución de pantalones de vestir para caballero identificados con la marca ESCHER, al lado de otras marcas como Emporium y Saúl E. Méndez, se optó por cerrar las tiendas y el canal de distribución para dedicarse solamente a la venta y confección de prendas de vestir de alta calidad para dama y caballero a tiendas por departamentos como Siman, Kismet y ZAZ. Al mismo tiempo, se confeccionaba producto de más bajo precio para los almacenes Paiz en la capital y en el interior del país. Esto hasta el año 1996.

A principios del año 1997, el país sufrió una recesión y, a consecuencia del contrabando, las pacas y los sobrantes de maquila, las ventas bajaron, por lo que se tuvo que optar por el cambio de actividad de la empresa.

En el año 1998 se inició un estudio con el Ministerio de Economía para calificar según las exigencias del Decreto 29-89 del Congreso de la República (Ley de fomento y desarrollo de la actividad exportadora y de maquila), que regula a las empresas maquiladoras de ropa de exportación. Se iniciaron así operaciones a nivel internacional, teniendo como principal comprador a Estados Unidos. Este periodo abarca hasta la fecha.

1.1.2. Actividad que realiza la empresa

La empresa es una maquiladora de ropa de exportación, que se dedica a la importación de materia prima libre de impuestos, el ensamble y la producción de materia prima y prendas de vestir. El producto final es exportado hacia los Estados Unidos, siguiendo los estándares de calidad y las fechas programadas por el cliente comprador.

1.1.3. Descripción y distribución del edificio

El edificio donde se encuentra instalada la empresa es de dos niveles, con paredes de ladrillo y piso de cemento en ambos niveles. En el primer nivel el techo es de concreto, mientras que en el segundo nivel tiene techo de lámina galvanizada. El área superficial del terreno donde se ubica el edificio es de 20 metros de ancho por 25 metros de largo.

En el primer nivel se encuentran 2 plantas de producción. En la planta No. 1 se localizan 3 líneas de ensamble con un total de 39 máquinas, un baño para hombres, un baño para mujeres, una pila y un depósito de agua. En la planta No. 2 se localizan 3 líneas de ensamble con un total de 32 máquinas, una línea de despiste de 14 mesas, el departamento de mecánica, la oficina de gerencia, la oficina de recepción y el departamento de control de calidad.

En el primer nivel hay un total de 71 máquinas entre las 2 plantas. Entre estas se encuentran máquinas planas, de *overlock*, elásticas y atracadoras.

En el segundo nivel se encuentra: 1. El área de azorado; en esta área hay estanterías en donde se almacena tela cortada, y se localiza también una mesa donde se realiza la operación de azorado. 2. La bodega de accesorios, en donde se almacenan piezas como botones, *zippers*, etc. 3. La bodega de máquinas, en donde se almacenan máquinas que se sacan en caso de necesitar más máquinas en las líneas de producción. 4. El área de plancha en donde se localizan 10 mesas de planchado. 5 La bodega de producto terminado. 6. La bodega de empaque. 7. El área de doblado, en donde se localizan mesas para doblar la ropa. 8. El área de empaque, en donde se localizan mesas en las cuales se empaca el producto terminado. 9. El área de control de calidad, donde se localizan mesas en las cuales se revisa el producto terminado. 10. El área de limpieza, en donde se localizan mesas en las cuales se limpia la ropa quitándole los hilos que quedan sueltos. En este nivel se encuentran también 2 máquinas remachadoras y una fusionadora.

En la planta no se cuenta con área de corte ni bodega de materia prima, debido a que el corte de tela se realiza en otra planta. La tela llega cortada a la planta y se almacena en el área de azorado.

A continuación se encuentran los planos de distribución del edificio (figura 1 y figura 2).

Figura 1. Plano de distribución del primer nivel del edificio

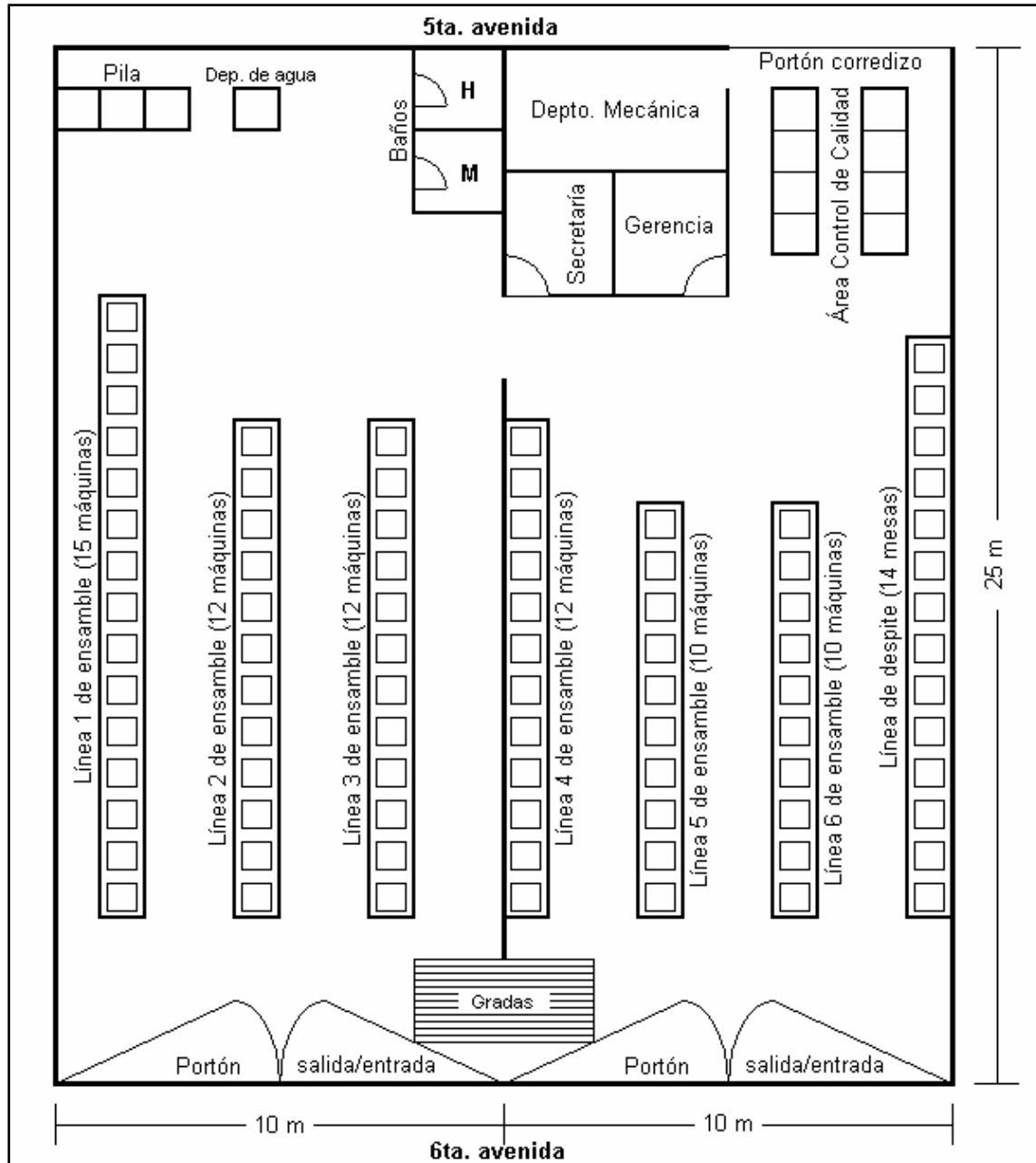
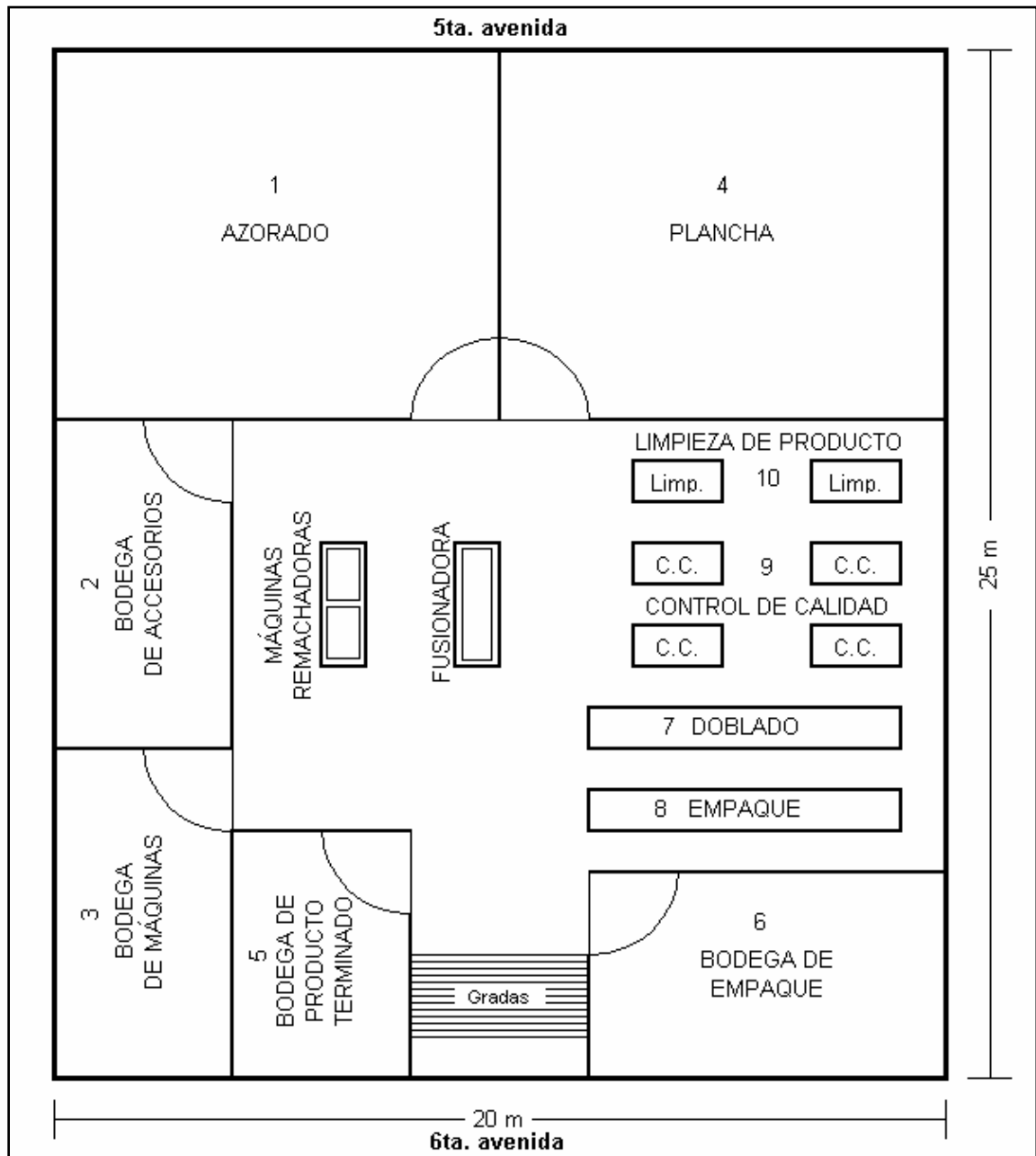


Figura 2. Plano de distribución del segundo nivel del edificio



1.1.4. Ubicación del edificio

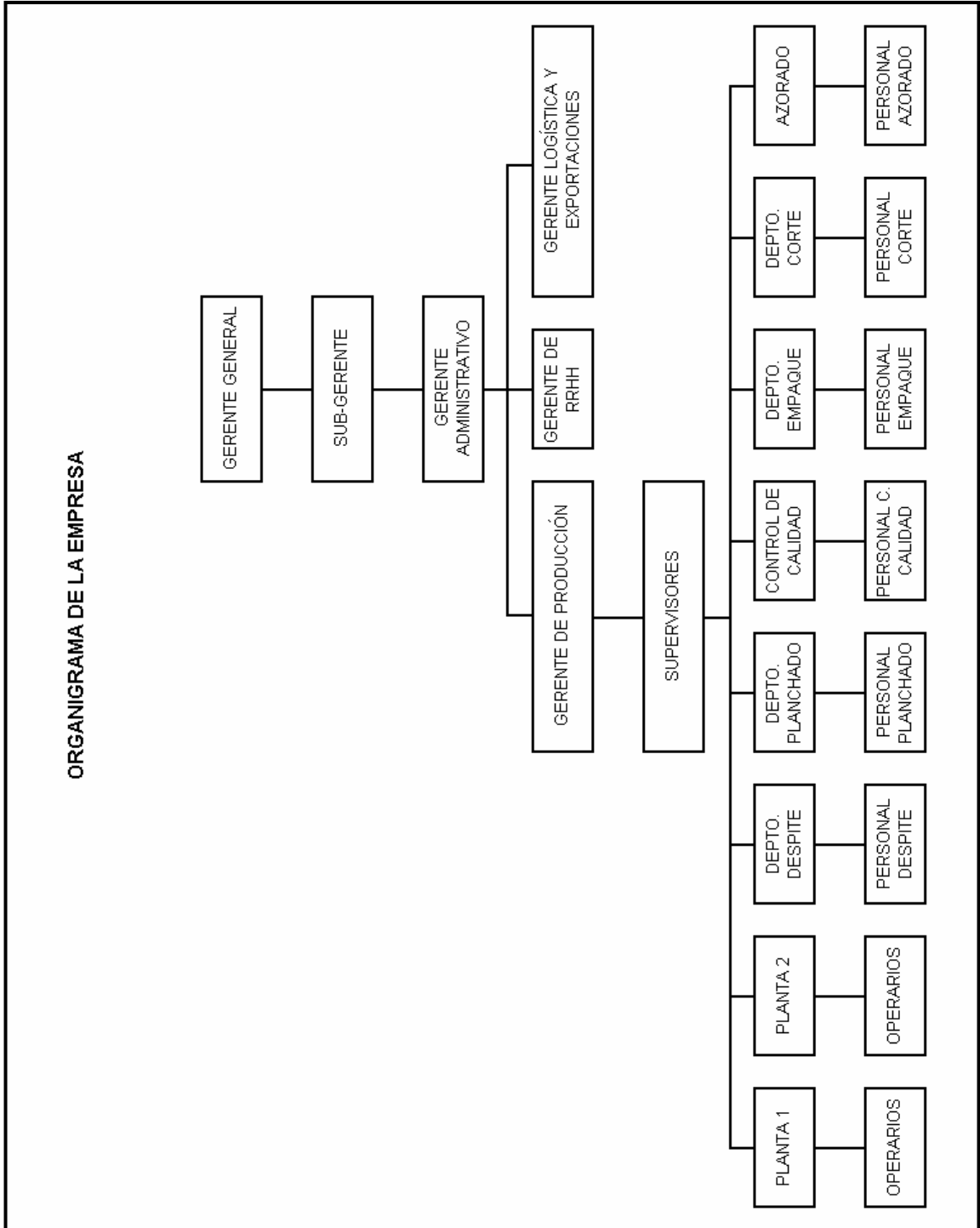
Las instalaciones de la empresa se encuentran ubicadas en la 5ª avenida 10-45, Col. San Francisco II de la Zona 6 del municipio de Mixco. Este lugar cumple con los requerimientos de la empresa, ya que cuenta con disponibilidad de mano de obra, fácil acceso, medios de transporte, calles y avenidas asfaltadas, agua potable, servicio telefónico, servicio de extracción de basura, servicio de la empresa eléctrica. Este último servicio es el más indispensable para las operaciones de la empresa.

1.1.5. Organización interna de la empresa

La organización interna de la empresa está formada por el área administrativa y operativa. El área administrativa se compone de: gerencia general, sub-gerencia, gerencia administrativa, gerencia de recursos humanos, gerencia de producción y gerencia de logística y exportaciones. El área operativa está integrada por 126 personas distribuidas de la siguiente forma: 54 operarios en las líneas de producción, 10 en el área de plancha, 15 ayudantes, 13 personas en el área de despite, 19 personas en al área de empaque, 2 guardias de seguridad, 1 encargado de limpieza, 1 secretaria, 2 personas en el área de azorado, 3 supervisores, 1 mecánico, 1 bodeguero y 4 inspeccionistas.

A continuación se muestra el organigrama de la empresa (figura 3).

Figura 3. Organigrama de la empresa



1.2. Base teórica

1.2.1. Estudio de tiempos

El estudio de tiempos es una técnica utilizada para determinar el tiempo estándar permitido en el cual se llevará a cabo una actividad, tomando en cuenta las demoras personales, fatiga y retrasos que se puedan presentar al realizar dicha actividad. El estudio de tiempos busca producir más en menos tiempo y mejorar la eficiencia en las estaciones de trabajo.

1.2.2. Estudio de movimientos

El estudio de movimientos consiste en analizar detalladamente los movimientos del cuerpo al realizar una actividad con el objetivo de eliminar los movimientos inefectivos y facilitar la tarea. Este estudio se combina con el estudio de tiempos para obtener mejores resultados respecto a la eficiencia y la velocidad con que se lleva a cabo la tarea.

1.2.3. Principios de economía de movimientos

La capacidad humana para la realización de tareas depende del tipo de fuerza, el músculo que se utiliza en la realización de la tarea y la postura de la persona al realizar dicha tarea. Por eso se debe diseñar el trabajo de acuerdo con las capacidades físicas del individuo para lograr un mejor rendimiento en la realización del trabajo.

1.2.4. Calificación del desempeño

El desempeño del operario es un factor muy importante en el estudio de tiempos y movimientos, ya que este sirve para ajustar los tiempos normales de las tareas. Para calificar el desempeño del operario, se deben evaluar con cuidado factores como la velocidad, destreza, movimientos falsos, ritmo, coordinación, efectividad y otros según el tipo de tarea.

1.2.5. Diseño del lugar de trabajo




Con el diseño del lugar de trabajo, se busca que el entorno, las herramientas y el equipo de trabajo se ajusten al trabajador y de esta forma contribuyan a una mayor producción y eficiencia, así como a la disminución de lesiones ocasionadas por herramientas y equipo. El lugar de trabajo debe diseñarse de modo que sea ajustable a una variedad amplia de individuos.

1.2.6. Diagrama de operaciones

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de las operaciones e inspecciones que se realizan en las líneas de producción, así como las entradas de materia prima y materiales que se utilizan en el proceso de fabricación de los productos.

Al construir el diagrama de operaciones se utilizan 3 símbolos: un círculo que representa una operación, un cuadrado que representa una inspección y un círculo dentro de un cuadrado el cual representa una inspección que se realiza junto con una operación.

Figura 4. Símbolos del diagrama de operaciones

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	DESCRIPCIÓN
	Operación	Transformación de la materia prima
	Inspección	Revisión de calidad de la pieza trabajada
	Inspección y operación	Realizar una operación y revisar la calidad

La figura anterior muestra una descripción de los símbolos utilizados en el diagrama de operaciones.







1.2.7. Diagrama de flujo

El diagrama de flujo 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. El diagrama de flujo 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.

El diagrama de flujo además de registrar las operaciones e inspecciones, muestra las siguientes actividades: transporte, representado con una flecha; almacenamiento, el cual se representa con un triángulo equilátero sobre uno de sus vértices; y demora, la cual se representa con una letra D mayúscula.

A continuación se describen los símbolos utilizados en el diagrama de flujo (figura 5).

Figura 5. Símbolos utilizados en el diagrama de flujo

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	DESCRIPCIÓN
	Operación	Transformar la materia prima
	Inspección	Revisar la calidad de la pieza trabajada
	Inspección y operación	Realizar una operación y revisar la calidad
	Transporte	Trasladar un material de un lugar a otro
	Almacenamiento	Almacenar el producto o materia prima
	Demora	Material en espera de ser procesado

1.2.8. Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido es una representación gráfica de la distribución de la planta en la que se muestra la localización de las actividades del diagrama de flujo. El diagrama de recorrido se construye colocando líneas de flujo al plano de distribución de la planta. Las líneas indican el movimiento del material de una actividad a otra. La dirección del flujo se debe indicar con pequeñas flechas sobre las líneas de flujo.

El diagrama de recorrido es una herramienta muy útil, ya que permite visualizar mejor las distancias entre cada una de las operaciones y la forma en que estas se encuentran distribuidas en la planta.

1.2.9. Diagrama bimanual

El diagrama bimanual muestra los movimientos realizados por ambas manos del operario. El objetivo de este diagrama es presentar una operación con suficiente detalle como para poder ser analizada y de esta forma mejorarla.

Frank y Lilian Gilbreth denominaron los movimientos de las manos con el nombre de *therbligs*, los cuales se dividen en efectivos y no efectivos. Los *therbligs* efectivos son los que implican un avance directo en el progreso del trabajo, pueden acortarse pero no eliminarse; mientras que los no efectivos son los que no hacen avanzar el progreso del trabajo, estos, de ser posible, deben eliminarse.

A continuación se muestra la descripción de los *therbligs* efectivos y no efectivos (tabla I y tabla II).

Tabla I. *Therbligs* efectivos

THERBLIG	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Alcanzar	AL	Movimiento con la mano vacía desde y hacia el objeto; el tiempo depende de la distancia; en general precede a soltar y va seguido de tomar.
Mover	M	Movimiento con la mano llena; el tiempo depende de la distancia, el peso y el tipo de movimiento; en general está precedido por tomar y seguido de soltar o posicionar
Tomar	T	Cerrar los dedos alrededor de un objeto; inicia cuando los dedos hacen contacto con el objeto y termina cuando se logra el control; depende del tipo de tomar; en general está precedido por alcanzar y seguido por mover.
Soltar	S	Dejar el control de un objeto; por lo común es el <i>therblig</i> más corto.
Preposicionar	PP	Posicionar un objeto en un lugar predeterminado para su uso posterior; casi siempre ocurre junto con mover, como al orientar una pluma para escribir.
Usar	U	Manipular una herramienta al usarla para lo que fue hecha; se detecta con facilidad.
Ensamblar	E	Unir dos partes que van juntas; se detectan con facilidad en el avance del trabajo.
Desensamblar	DE	Opuesto al ensamble, separación de partes que están juntas; en general precedido de posicionar o mover; seguido de soltar.

Fuente: Benjamín, Niebel, **Ingeniería Industrial**. Pág 141

Tabla II. Therbligs no efectivos

THERBLIG	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Buscar	B	Ojos o manos que deben encontrar un objeto; inicia cuando los ojos se mueven para localizar un objeto.
Seleccionar	SE	Elegir un artículo entre varios; comúnmente sigue a buscar.
Posicionar	P	Orientar un objeto durante el trabajo; en general va precedido de mover y seguido de soltar (en contraste a <i>durante</i> para reposicionar).
Inspeccionar	I	Comparar un objeto con un estándar, casi siempre con la vista, pero también puede ser con otros sentidos.
Planear	PL	Hacer una pausa para determinar la siguiente acción; en general se detecta como una duda antes del movimiento.
Retraso inevitable	RI	Más allá del control del operario debido a la naturaleza de la operación; por ejemplo, la mano izquierda espera mientras la derecha termina un alcance más lejano.
Retraso evitable	R	Sólo el operario es responsable del tiempo ocioso, como al toser.
Descanso para contrarrestar la fatiga	D	Aparece en forma periódica, no en todos los ciclos; depende de la carga de trabajo físico.
Sostener	SO	Una mano detiene un objeto mientras la otra realiza un trabajo provechoso.

1.2.10. Balance de líneas

Todos los operarios que realizan operaciones distintas en una línea de producción trabajan como una unidad, por lo que la velocidad de producción de la línea depende del operario más lento.

El balance de líneas permite determinar el número de operarios que se asignan a cada estación de trabajo de la línea de producción para cumplir con una tasa de producción determinada. También permite determinar la eficiencia de la línea, y de esta forma saber qué tan continua es la línea o módulo de producción.

1.2.11. Factores ambientales

El ambiente del trabajo debe ofrecer al trabajador condiciones de comodidad y seguridad, ya que se ha comprobado que las plantas con buenas condiciones de trabajo producen más que las plantas con malas condiciones de trabajo.

Las buenas condiciones del ambiente de trabajo, además de incrementar la producción, elevan el ánimo del trabajador, reducen el ausentismo, la rotación de personal y los retrasos, y mejoran la seguridad y las relaciones públicas de los trabajadores.

Los factores ambientales que se deben tener en cuenta para mejorar la productividad son los siguientes: iluminación, ruido, temperatura, ventilación y seguridad.

Iluminación: este factor es muy importante en la estación de trabajo, ya que de este depende directamente la visibilidad. Por eso se debe contar con una iluminación adecuada, aunque depende también de otros factores como el ángulo visual en que se encuentra el objeto y el contraste del objeto con el fondo.

Ruido: el ruido es más sencillo de controlar en su fuente y, aunque no afecta directamente la productividad, puede causar pérdida auditiva a los trabajadores cuando son sometidos en exposiciones prolongadas a ruidos que superan los 90 decibeles.

Temperatura: el clima causa un efecto variable en la productividad según la motivación del individuo. La comodidad del clima está en función de la cantidad y velocidad en el cambio del aire, la temperatura y la humedad.

Ventilación: es necesario contar con un sistema de ventilación adecuado al lugar de trabajo para mantener una buena temperatura, humedad y cambio de aire para eliminar contaminantes y mejorar la evaporación del sudor.

Seguridad: la seguridad del lugar de trabajo se debe enfocar en las condiciones inseguras; se debe contar con un buen mantenimiento de las instalaciones, equipo y herramientas de trabajo y se debe proteger adecuadamente a los trabajadores. Debe existir participación de parte de los empleados y de la administración de la empresa.

2. SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

2.1. Descripción del proceso

La elaboración de ropa se realiza en un proceso continuo de fabricación, ya que las operaciones van seguidas una de la otra hasta que la prenda queda terminada. Debido a que el proceso es continuo, existe una gran similitud en el tiempo de realización de cada una de las operaciones, y cuando la operación requiere mucho más tiempo, se utiliza más de una estación de trabajo para mantener el ritmo de la línea.

2.1.1. Descripción de las operaciones del proceso

Todas las operaciones que se realizan para la elaboración de ropa 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.

2.1.2. Distribución de la planta

La planta de producción se divide en diferentes áreas en cada uno de sus niveles de la siguiente forma:

En el primer nivel se encuentran las áreas de ensamble, control de calidad y despunte. En el área de ensamble se encuentran máquinas planas, *overlock*, multiaguja, atracadoras, de ruedo, doble aguja, botonadoras y ojaladoras. Todas estas máquinas se distribuyen en línea de acuerdo con el diseño de la prenda que se está fabricando, ya que el número de máquinas por utilizar depende del número de piezas que lleva la prenda (ver figura 1, capítulo 1).

Cada vez que se fabrica un nuevo estilo, se redistribuyen las máquinas en las líneas de ensamble de acuerdo con el número de piezas que requiera dicho estilo.

En el segundo nivel se encuentran las áreas de azorado, plancha, doblado, empaque, control de calidad, limpieza de producto, remache, bodega de empaque, bodega de producto terminado, bodega de máquinas, bodega de accesorios y una máquina fusionadora (ver figura 2, capítulo 1).

2.1.3. Maquinaria y equipo

En el proceso de fabricación de ropa, 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. Se cuenta con tres contadores de energía eléctrica por medio de los cuales se distribuye la corriente a todas las máquinas de las líneas. Las máquinas que se utilizan en el proceso de producción son las siguientes:

Máquina plana: utilizada para realizar costuras de puntada recta; utiliza 1 hilo y trabaja con un voltaje de 110 V.

Máquina *overlock*: esta máquina se utiliza para limpieza de bordes, ya que hace un corte en el borde y le agrega una costura para evitar que el borde de la tela se deshile. Utiliza dos agujas, 5 hilos y trabaja con un voltaje de 110 V.

Máquina multiaguja: utilizada para sobrecoser elásticos; esta máquina utiliza 12 agujas, 24 hilos y trabaja con un voltaje de 110 V.

Atracadora: máquina utilizada para hacer atraques, los cuales se utilizan para sujetar dos piezas antes de unirlos. Esta máquina utiliza 1 aguja, 1 hilo y trabaja con un voltaje de 110 V.

Máquina de ruedo invisible: máquina utilizada para hacer ruedos, cuya costura es casi invisible. Utiliza 1 aguja curva, 1 hilo y trabaja con un voltaje de 110 V.

Máquina doble aguja: utilizada para hacer costuras de dos puntadas, que son paralelas. Esta máquina utiliza 2 agujas, 2 hilos y trabaja con un voltaje de 110 V.

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: máquina que se utiliza para hacer ojales de cualquier medida. 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 300° F.

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

A continuación se muestra la fotografía de cada máquina en la figura 6, indicando las dimensiones (ancho x largo x alto), así como el tipo de instalación eléctrica que utiliza.

Figura 6. Fotografías de máquinas de coser industriales

Máquinas de coser industriales página 1 de 2








	
<p>MÁQUINA PLANA Dimensiones: 0.24x0.43x0.34 m. Instalación eléctrica: 110 V</p>	<p>MÁQUINA OVERLOCK Dimensiones: 0.34x0.38x0.36 m. Instalación eléctrica: 110 V</p>
	
<p>MÁQUINA MULTIAGUJA Dimensiones: 0.40x0.39x0.38 m. Instalación eléctrica: 110 V</p>	<p>MÁQUINA ATRACADORA Dimensiones: 0.30x0.45x0.38 m. Instalación eléctrica: 110 V</p>
	
<p>MÁQUINA DE RUEDO INVISIBLE Dimensiones: 0.28x0.45x0.36 m. Instalación eléctrica: 110 V</p>	<p>MÁQUINA DOBLE AGUJA Dimensiones: 0.26x0.43x0.36 m. Instalación eléctrica: 110 V</p>

Figura 6. Fotografías de máquinas de coser industriales

Máquinas de coser industriales página 2 de 2

	
<p>MÁQUINA BOTONADORA Dimensiones: 0.30x0.36x0.32 m. Instalación eléctrica: 110 V</p>	<p>MÁQUINA OJALADORA Dimensiones: 0.26x0.44x0.34 m. Instalación eléctrica: 110 V.</p>
	
<p>MÁQUINA REMACHADORA Dimensiones: 0.50x0.60x1.37 m. Instalación eléctrica: 110 V.</p>	<p>MÁQUINA FUSIONADORA Area de fusión: 0.65x0.90 m. Instalación eléctrica: 220 V</p>
	
<p>PLANCHA INDUSTRIAL Dimensiones: 0.12x0.25x0.13 m. Instalación eléctrica: 110 V</p>	

Además, se utilizan los siguientes materiales para empaque:

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

2.1.6. Manejo de materiales

Los materiales por utilizar para la elaboración de ropa se importan de Estados Unidos. El pedido de materiales se hace con base en el estilo que se va a trabajar y se pide con anticipación, ya que si se traen por vía aérea tardan 3 días en llegar a la empresa, y si se traen por barco tardan 2 semanas.

Cuando se hace la recepción del material en la empresa, lo primero que se hace es revisar contra el pedido las cantidades de material que llegan, así como la calidad del mismo. Cualquier anomalía en la cantidad o calidad de los materiales se debe reportar en un plazo máximo de 3 días para que sea reemplazado.

Después de la recepción y revisión de los materiales, estos son entregados a los supervisores de cada línea para que los distribuyan entre los operarios según la pieza que trabajará cada uno.

2.1.7. 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 3ro. 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 2 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.

2.1.8. Jornadas de trabajo

De lunes a viernes se trabajan 2 horarios. El primero de 8:00 a 13:00 hrs. y el segundo de 14:00 a 17:00 hrs. El día sábado se trabaja de 8:00 a 12 hrs. En los dos horarios se dan 15 minutos de refacción.

Las horas extras se trabajan de la siguiente manera: 2 horas diarias por operario de lunes a viernes y 1 hora por operario el día sábado.

2.2. Análisis de tiempos actuales

Se tomó el tiempo a las operaciones del proceso de elaboración del pantalón estilo #68 1799G. Para la toma de los tiempos se empleó el método continuo, ya que las operaciones se realizan en intervalos cortos de tiempo.

A continuación se muestran los tiempos tomados de cada operación (tabla III).

Tabla III. Tiempos para elaboración de pantalón #68 1799G

Operación	Tiempo para 10 pzas.	Tiempo/10
Azorado	0.173 min.	0.017 min.
Limpieza de falso de bolsa	1.782 min.	0.178 min.
Adorno de bolsas delanteras	2.717 min.	0.272 min.
Afiance de falso de bolsas	3.133 min.	0.313 min.
Afiance de bolsas de costados	4.383 min.	0.438 min.
Sobrecostura de bolsas	3.533 min.	0.353 min.
Unión de costados	3.167 min.	0.317 min.
Cerrado de entrepiernas	4.083 min.	0.408 min.
Tiro circular	4.833 min.	0.483 min.
Pegado de etiqueta	3.933 min.	0.393 min.
Limpieza de ruedo	3.083 min.	0.308 min.
Elaboración de ruedo invisible	2.883 min.	0.288 min.
Pegado de elástico de cintura	3.133 min.	0.313 min.
Sobrecostura de pretina	2.983 min.	0.298 min.
Inspección de pantalón	2.583 min.	0.258 min.

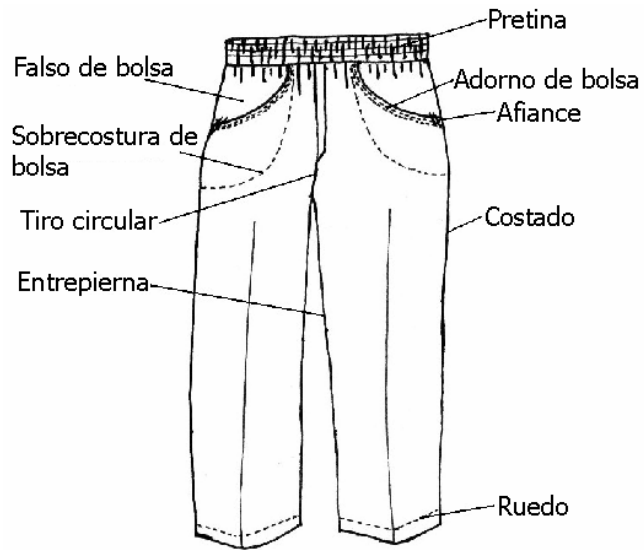
Según los datos mostrados en la tabla anterior, la velocidad aproximada de la línea es de 0.483 min/pza, o sea $1/0.483 = 2.070$ pzas/min. Se dice que esta es la velocidad de la línea, ya que es el tiempo requerido por la operación más lenta.

Como se puede observar, los tiempos de las operaciones son similares, aunque hay operaciones con una gran diferencia de tiempo con respecto a la operación siguiente, por lo que se debe buscar la forma de que los tiempos sean más uniformes para disminuir el tiempo de fabricación por pantalón.

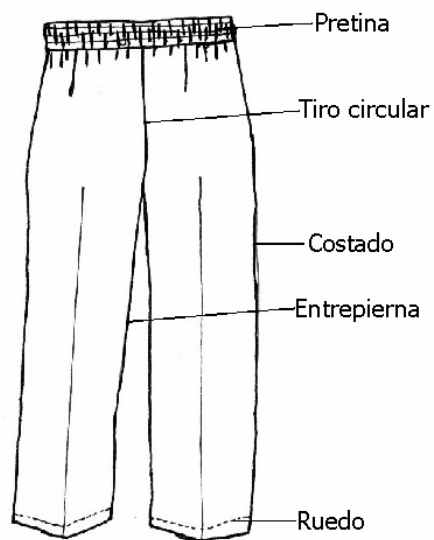
A continuación se muestran las partes básicas que lleva un pantalón (figura 7).

Figura 7. Partes básicas del pantalón

Parte frontal



Parte trasera



2.3. Condiciones ambientales

2.3.1. Condiciones de seguridad e higiene

Respecto a las condiciones de seguridad de la planta se puede mencionar el riesgo de caída en las gradas que van al segundo nivel, ya que estas no tienen pasamanos y son resbaladizas. Se cuenta con la respectiva señalización en el piso, la cual indica el espacio que debe ser utilizado para colocar las máquinas al armar las líneas de producción. Los cables de la instalación eléctrica de las máquinas están colocados en alto 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.

Respecto a las condiciones de higiene, se puede mencionar el desprendimiento de mota en las operaciones que implican corte de tela; esta mota queda flotando en el ambiente por lo que se debe hacer uso de mascarillas. 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, ya que este se ensucia con restos de tela, hilos y mota.

2.3.2. 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.

2.3.3. 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 3 extinguidores para evitar el riesgo de incendios que puede ser ocasionado por la tela. También se cuenta con 2 salidas de emergencia.

2.3.4. 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 se han presentado quejas sobre incomodidad en la estación de trabajo.

2.3.5. 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.

2.4. 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 despunte, 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.

La última revisión se hace en el área de empaque, en donde se revisa que el producto quede bien doblado y empacado.

3. SITUACIÓN PROPUESTA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

3.1. Características del proceso

3.1.1. Distribución de la planta

Las operaciones que se llevan a cabo en el proceso de elaboración de prendas de vestir se realizan en tiempos muy cortos y van seguidas una de la otra, por lo que la distribución debe ser en línea. El flujo de las operaciones debe ser lo más continuo posible y deben minimizarse las distancias entre las operaciones, por lo que se sugiere que el flujo de producción sea del segundo nivel al primero, quedando la distribución de la siguiente forma:

Primer nivel: 1. el área de plancha, 2. área de control de calidad final, 3. área de doblado, 4. área de empaque, 5. área de carga y descarga, 6. departamento de mecánica, 7. bodega de accesorios, 8. bodega de empaque, 9. bodega de producto terminado, 10. oficina de gerencia y 11. oficina de recepción. También se ubicarán 2 máquinas remachadoras y 1 fusionadora, las cuales no se utilizan en todos los estilos.

Segundo nivel: Se sugiere eliminar la bodega de máquinas y distribuir todas las máquinas en las líneas de producción, ubicando 86 máquinas en 6 líneas, en las cuales se trabajarán 2 o 3 estilos a la vez, dependiendo del número de operaciones de cada estilo. Se ubicará también el área de azorado y el área de control de calidad del producto que sale de las líneas de producción.

A continuación se muestra el plano de distribución (figuras 8 y 9).

Figura 8. Plano de distribución del primer nivel

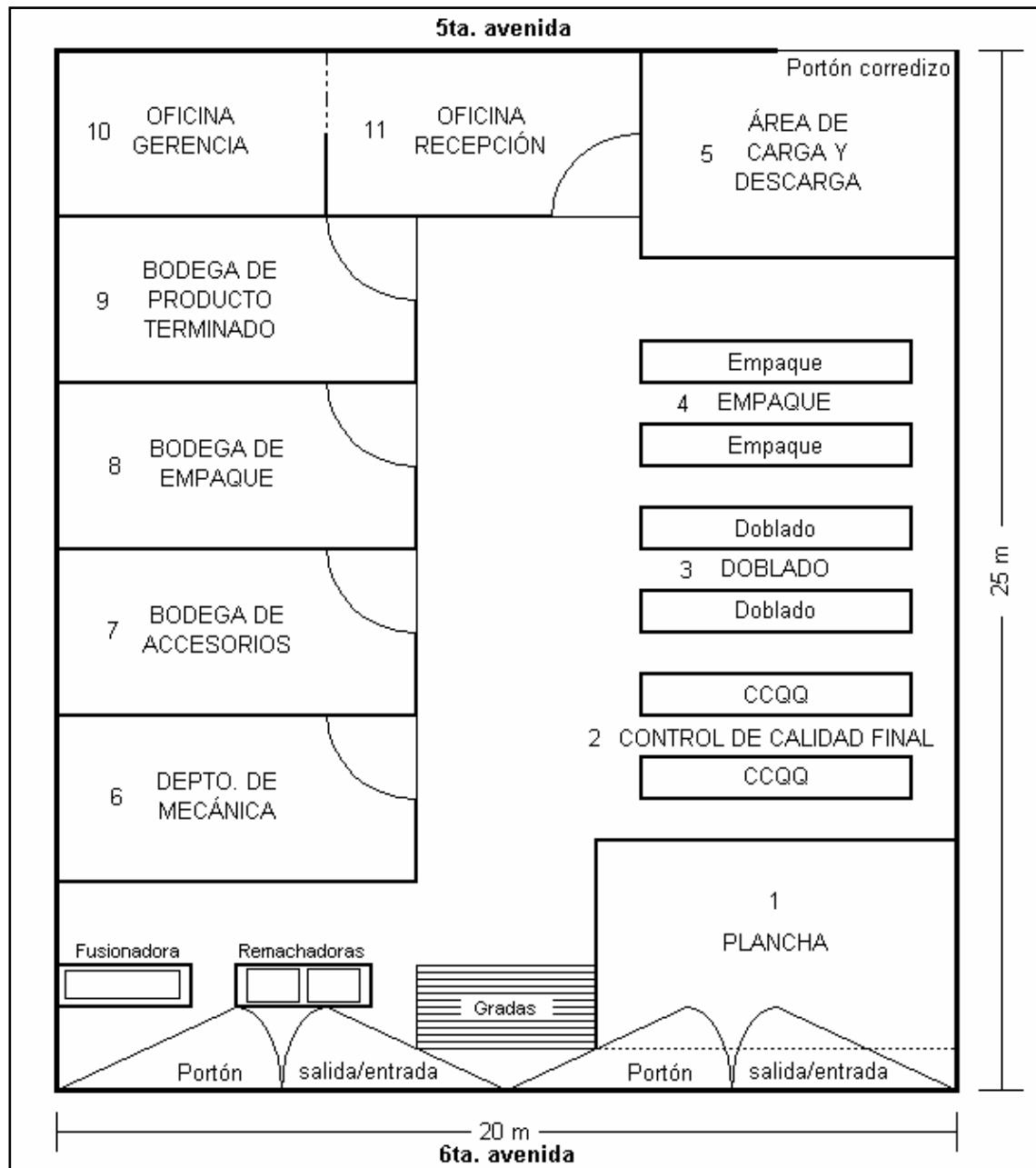
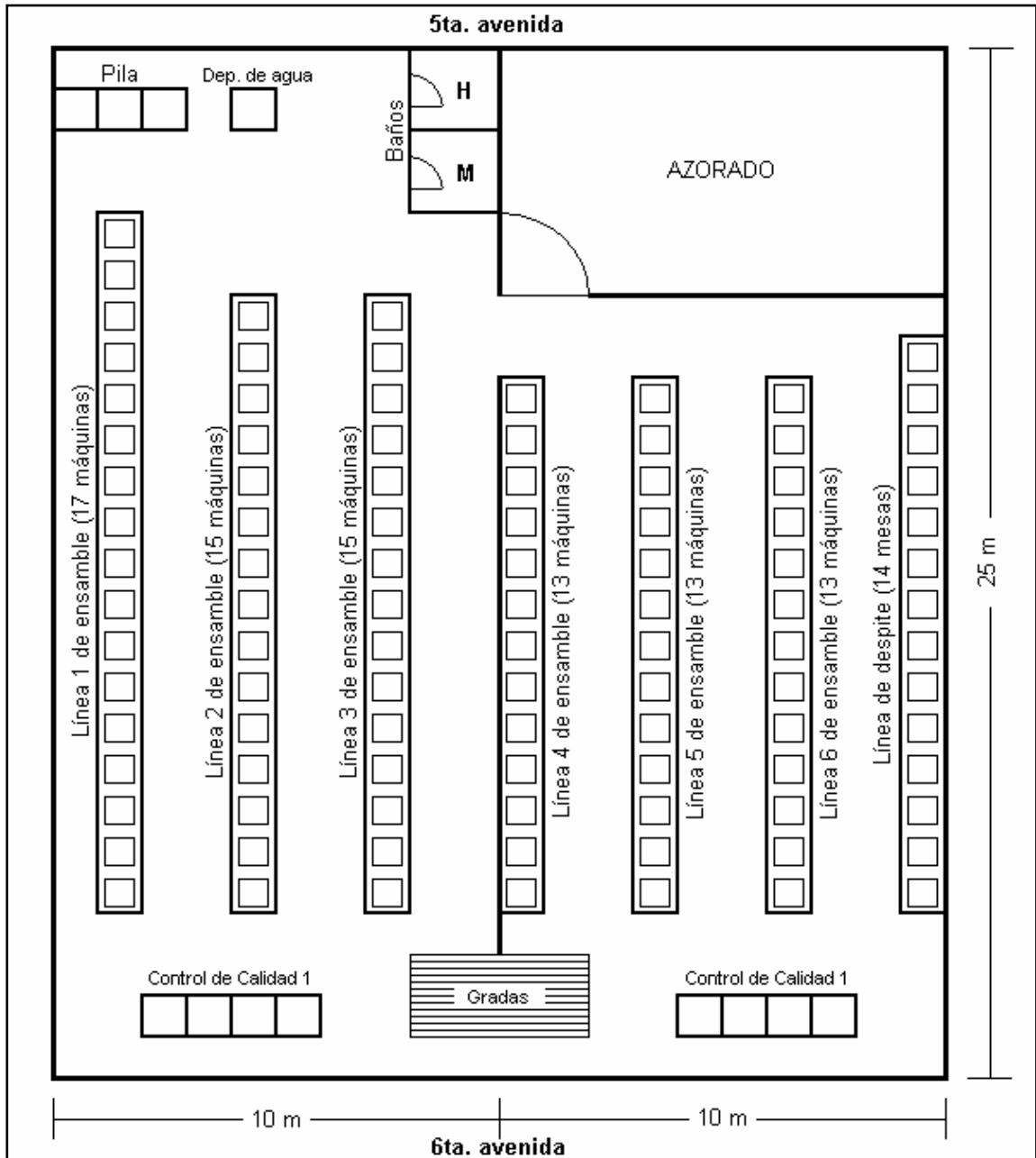


Figura 9. Plano de distribución del segundo nivel



3.1.2. Diagramación

Para la diagramación del proceso de producción de un pantalón básico se toma como base el siguiente procedimiento:

1. montaje de falso de bolsa
2. planchado de falso de bolsa
3. sobrecostura de bolsa
4. costura de bolsa a $\frac{1}{4}$
5. sobrecostura de falso de bolsa
6. unión de falsos de bolsa
7. limpieza de bolsa
8. unión de costados
9. unión de entrepierna
10. unión de tiro circular
11. limpieza de ruedo
12. costura de ruedo
13. afiance de elástico
14. pretinado
15. pegado de pretina
16. limpieza de pretina
17. atraque de bolsa
18. etiquetado
19. despite
20. control de calidad
21. plancha de costado de mangas
22. plancha de costado superior
23. plancha de quiebres de mangas
24. control de calidad final
25. doblado
26. empaque

Figura 10. Diagrama de operaciones del proceso

Diagrama de operaciones

Artículo: Pantalón estilo #68 1876
Fecha: Julio 2004
Inicia en: Montaje de falso de bolsa
Termina en: Empaque
Analista: Oscar Castillo
Método: Propuesto

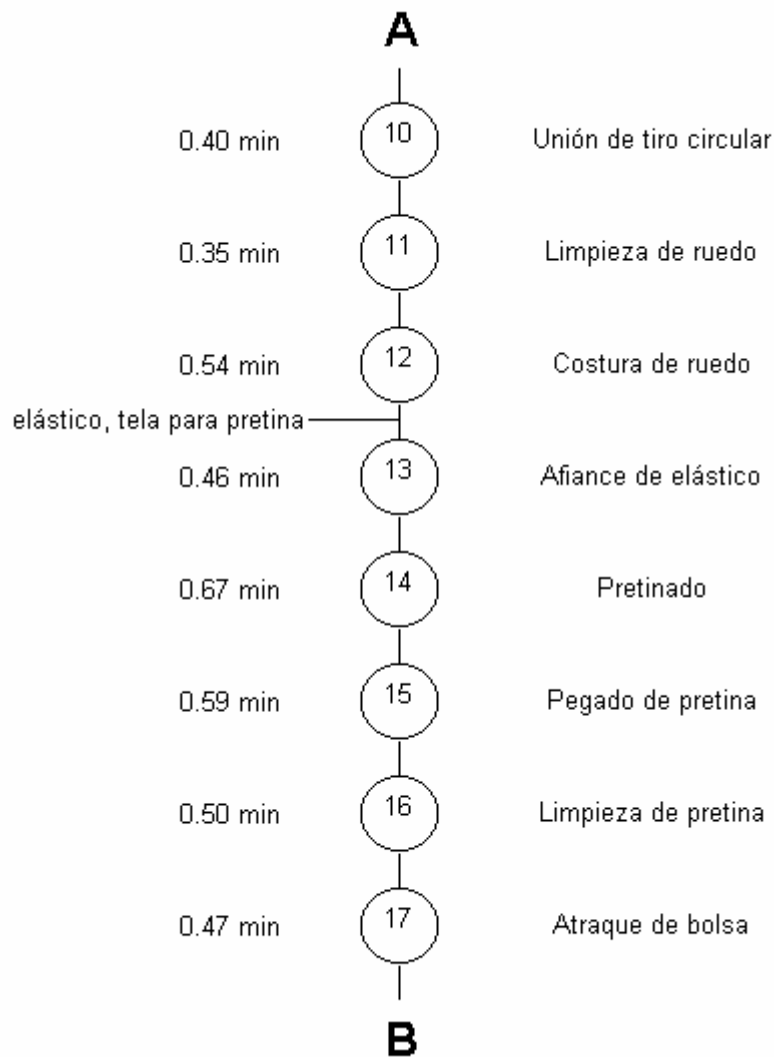


Figura 10. Diagrama de operaciones del proceso

Diagrama de operaciones

Artículo: Pantalón estilo #68 1876
Fecha: Julio 2004
Inicia en: Montaje de falso de bolsa
Termina en: Empaque
Analista: Oscar Castillo
Método: Propuesto

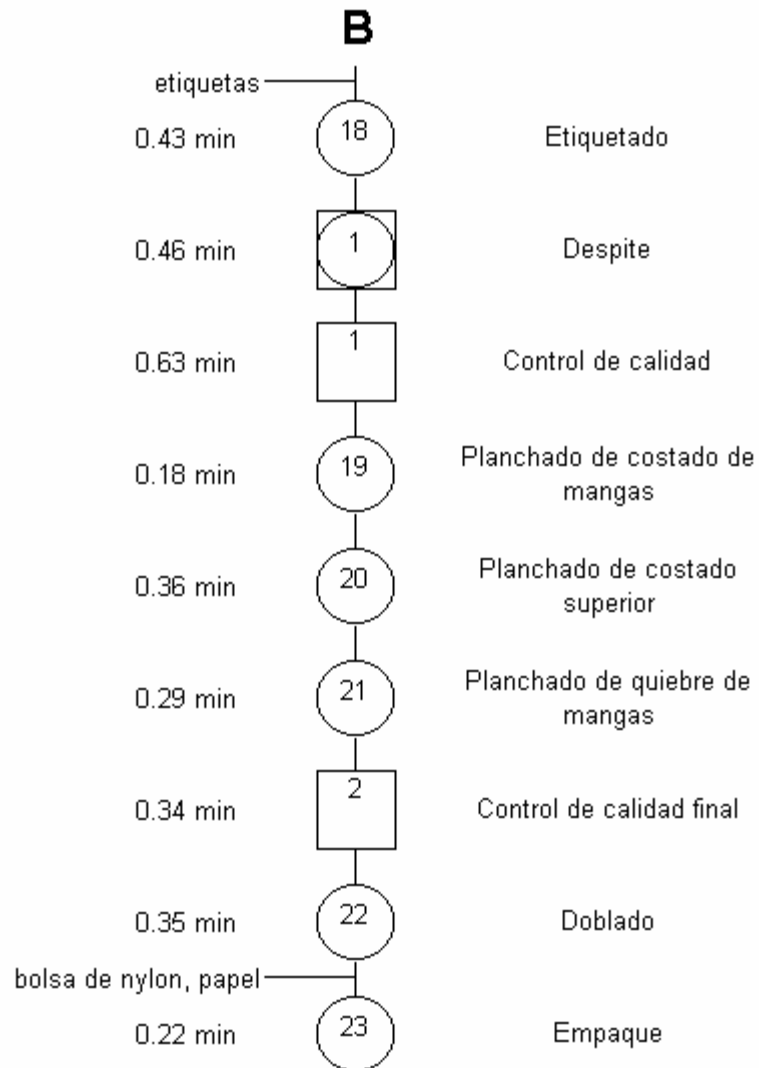


Figura 10. Diagrama de operaciones del proceso

Diagrama de operaciones

Artículo: Pantalón estilo #68 1876
Fecha: Julio 2004
Inicia en: Montaje de falso de bolsa
Termina en: Empaque
Analista: Oscar Castillo
Método: Propuesto

Pág. 4 de 4

RESUMEN			
Símbolo	Significado	Cantidad	Tiempo
○	Operación	23	10.32 min
□	Inspección	2	0.97 min
◻	Combinada	1	0.46 min
Total			11.75 min

En la figura anterior, se muestra el diagrama de operaciones para la elaboración de pantalones. En el diagrama se muestra el flujo de las operaciones e inspecciones del proceso.

A continuación se muestran los diagramas de flujo, de recorrido y bimanual (figuras 11, 12 y 13 respectivamente).

Figura 11. Diagrama de flujo del proceso

Diagrama de flujo

Artículo: Pantalón estilo #68 1876

Pág. 1 de 4

Fecha: Julio 2004

Inicia en: Área de azorado

Termina en: Almacén en bodega de producto terminado

Analista: Oscar Castillo

Método: Propuesto

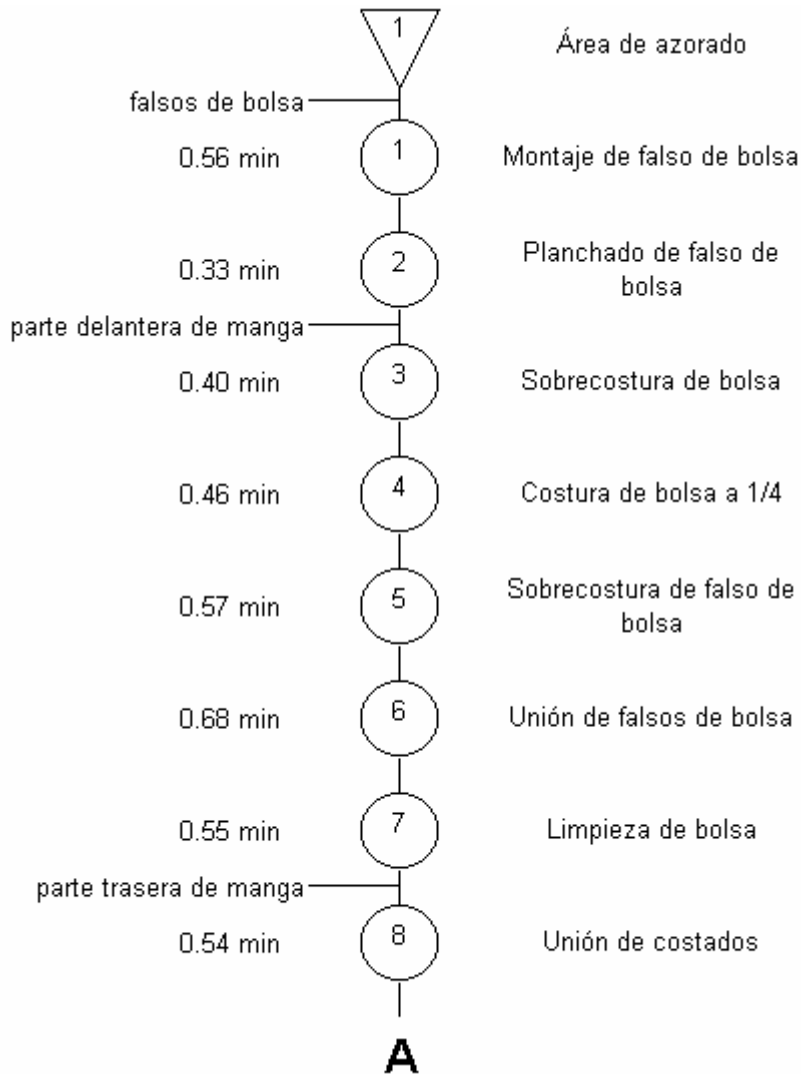


Figura 11. Diagrama de flujo del proceso

Diagrama de flujo

Artículo: Pantalón estilo #68 1876

Pág. 2 de 4

Fecha: Julio 2004

Inicia en: Área de azorado

Termina en: Almacén en bodega de producto terminado

Analista: Oscar Castillo

Método: Propuesto

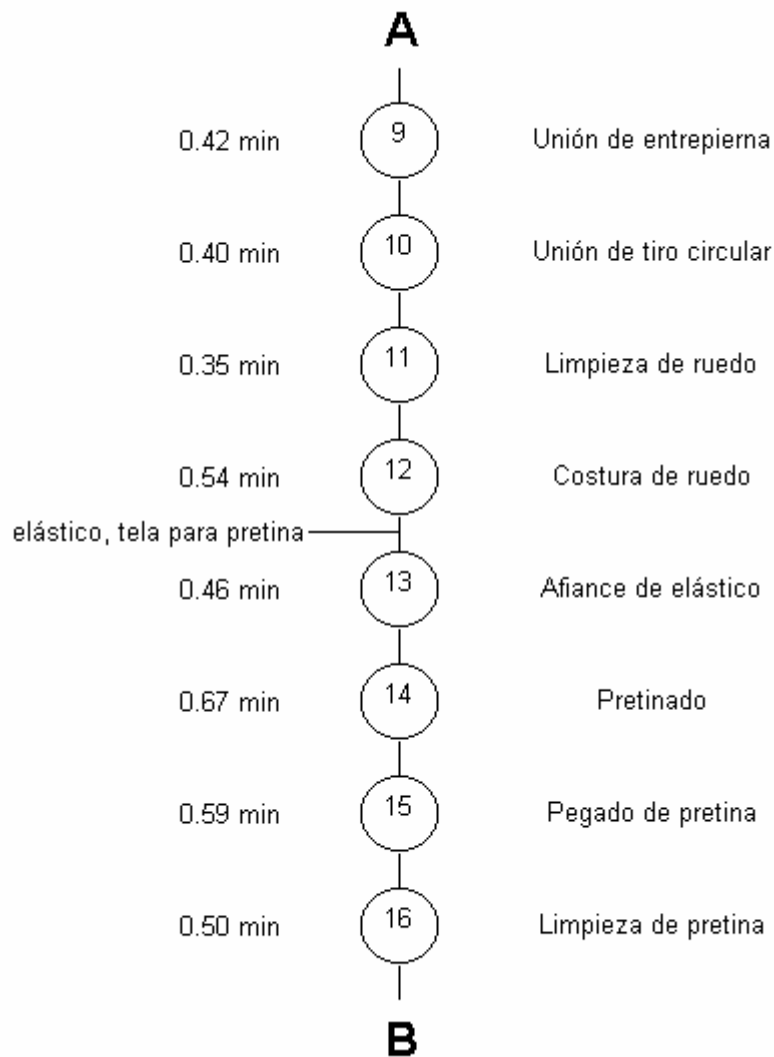


Figura 11. Diagrama de flujo del proceso

Diagrama de flujo

Artículo: Pantalón estilo #68 1876

Pág. 3 de 4

Fecha: Julio 2004

Inicia en: Área de azorado

Termina en: Almacén en bodega de producto terminado

Analista: Oscar Castillo

Método: Propuesto

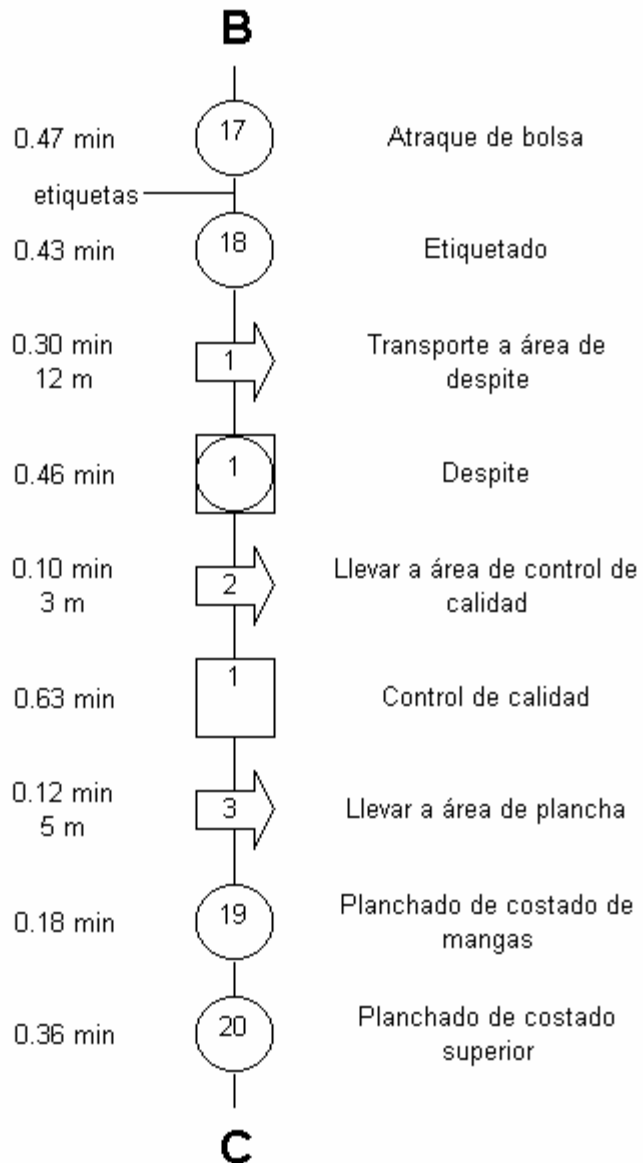


Figura 11. Diagrama de flujo del proceso

Diagrama de flujo

Artículo: Pantalón estilo #68 1876

Pág. 4 de 4

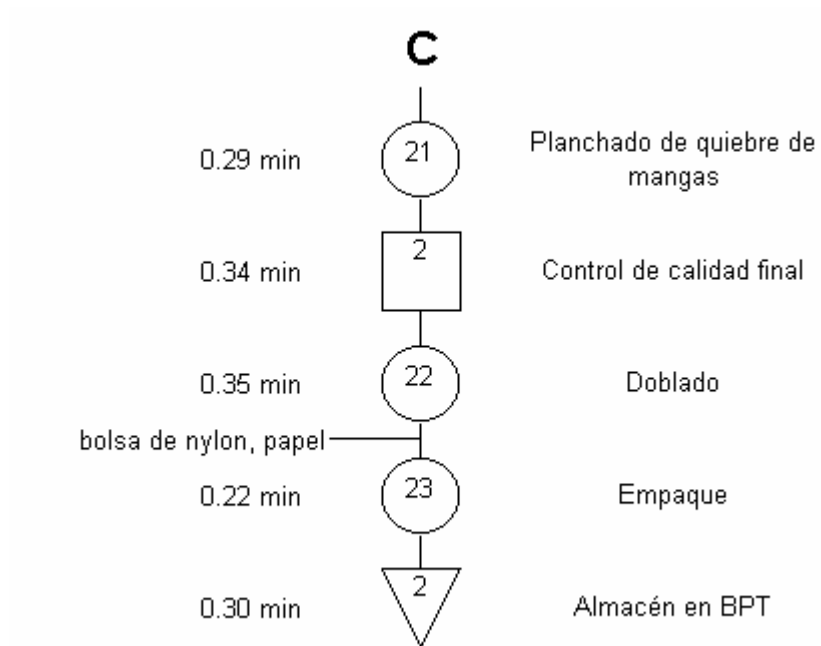
Fecha: Julio 2004

Inicia en: Área de azorado

Termina en: Almacén en bodega de producto terminado

Analista: Oscar Castillo

Método: Propuesto



RESUMEN				
Símbolo	Significado	Cantidad	Tiempo	Distancia
○	Operación	23	10.32 min	
□	Inspección	2	0.97 min	
◻	Combinada	1	0.46 min	
⇒	Transporte	3	0.52 min	20 m
∇	Almacén	2	0.30 min	
Total			12.57 min	20 m

Figura 12. Diagrama de recorrido

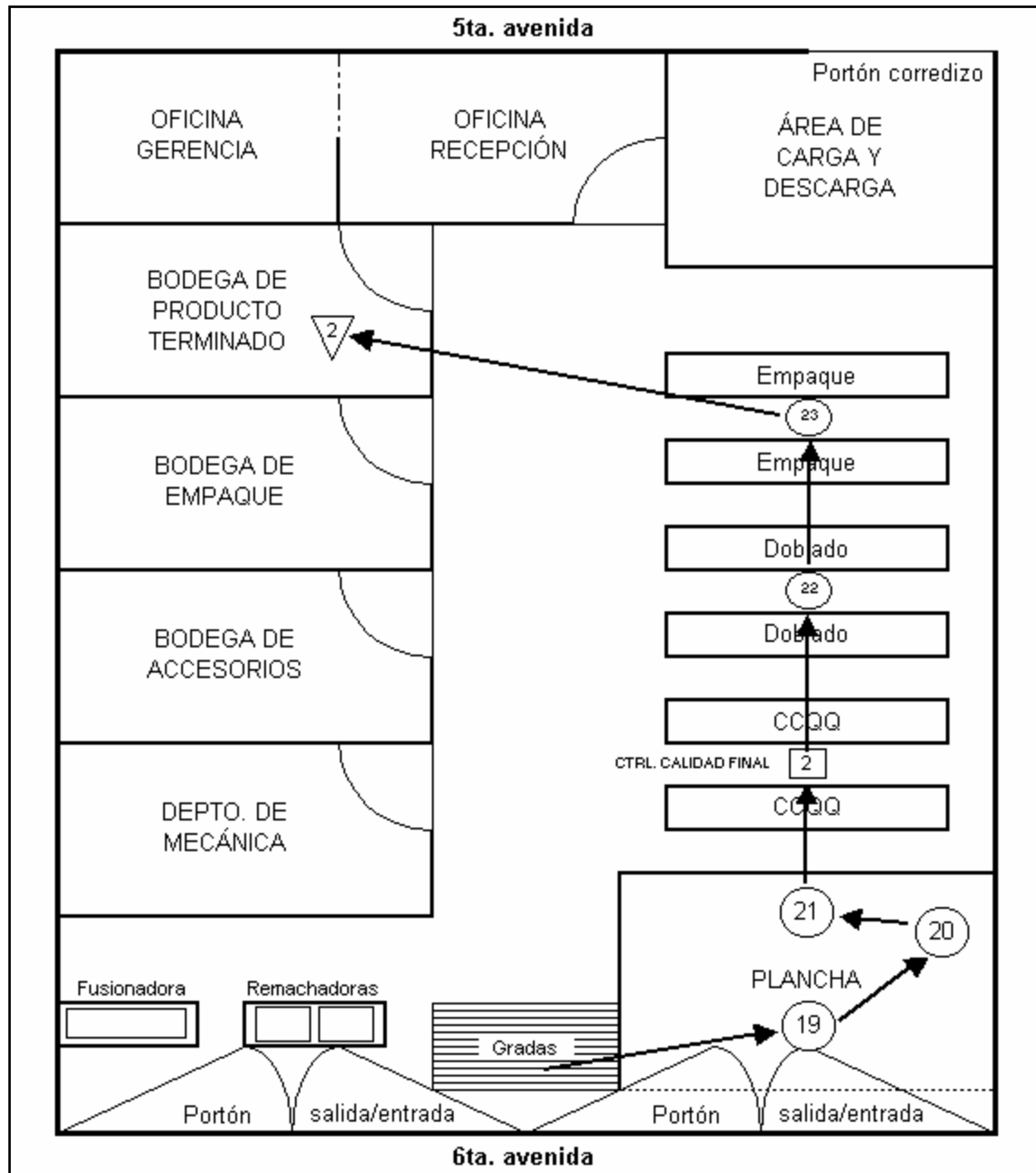


Figura 13. Diagrama bimanual de las operaciones

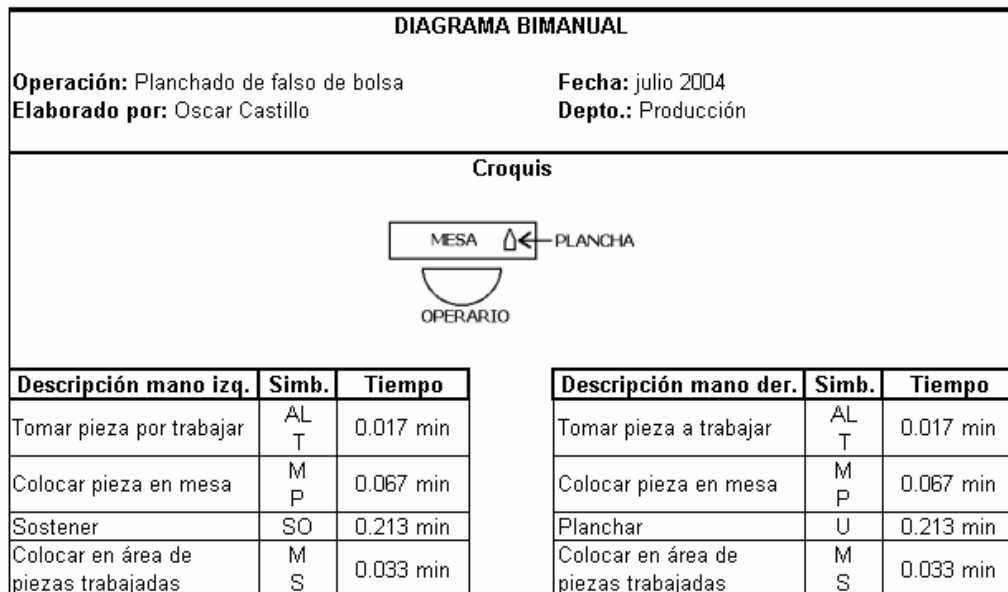
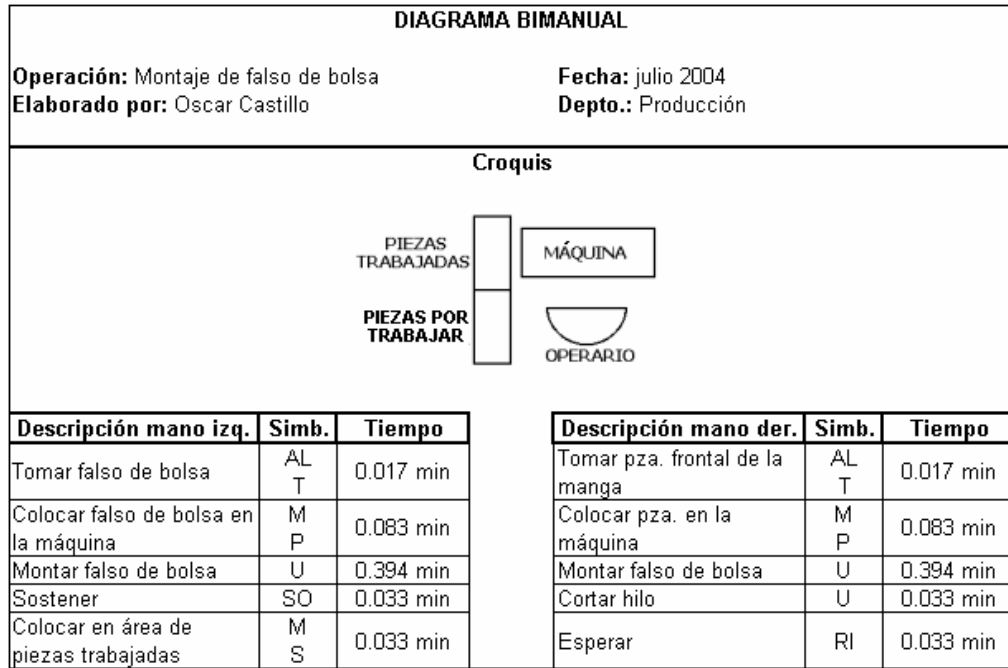


Figura 13. Diagrama bimanual de las operaciones

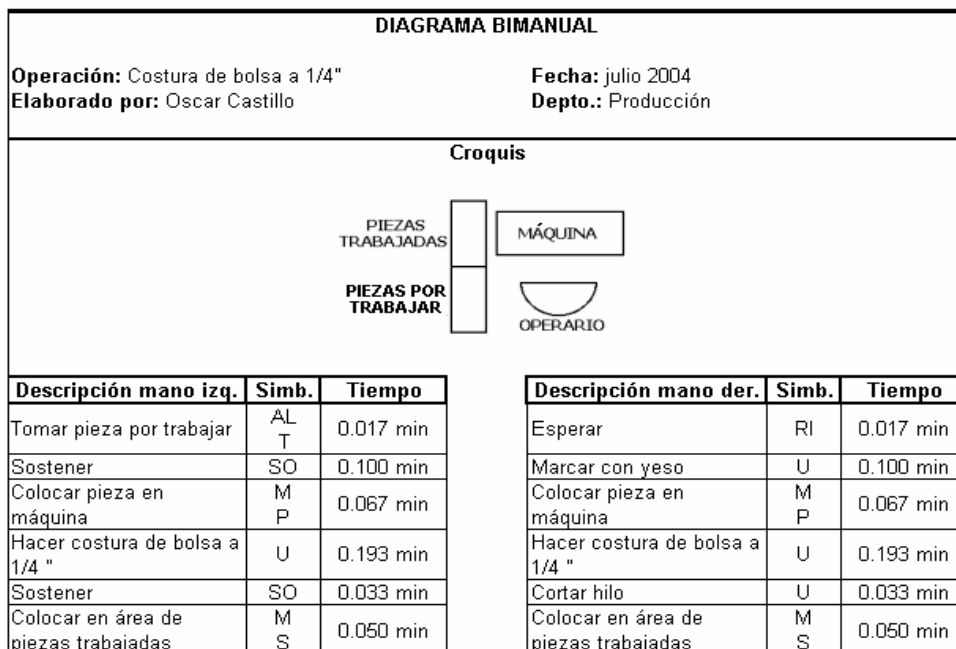
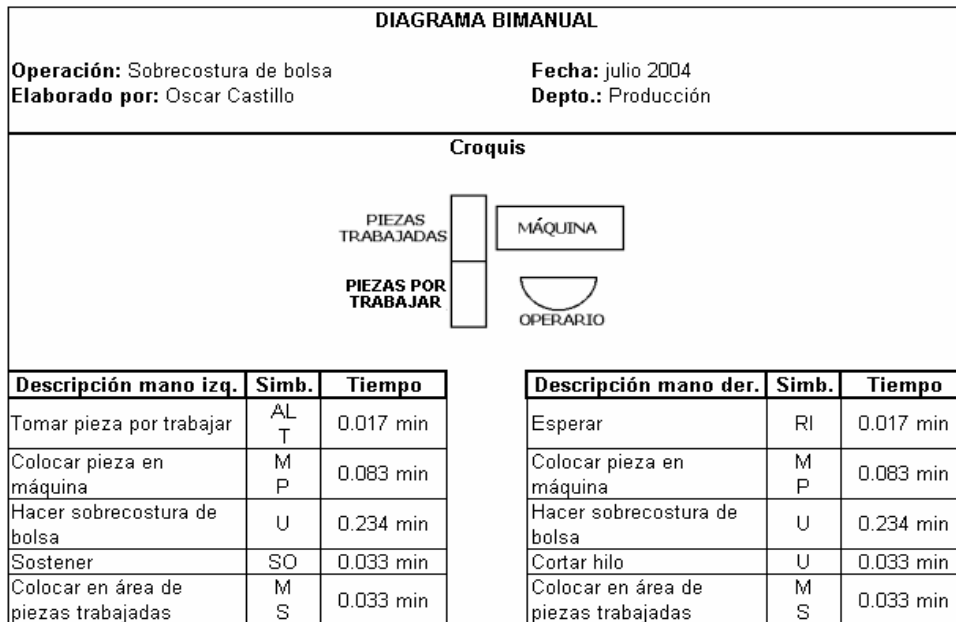


Figura 13. Diagrama bimanual de las operaciones

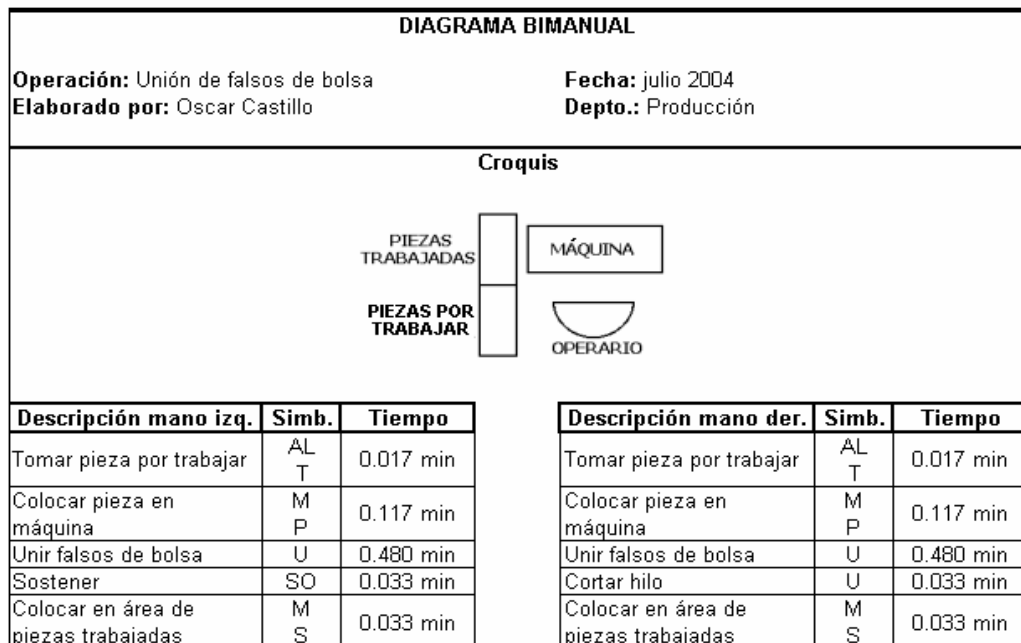
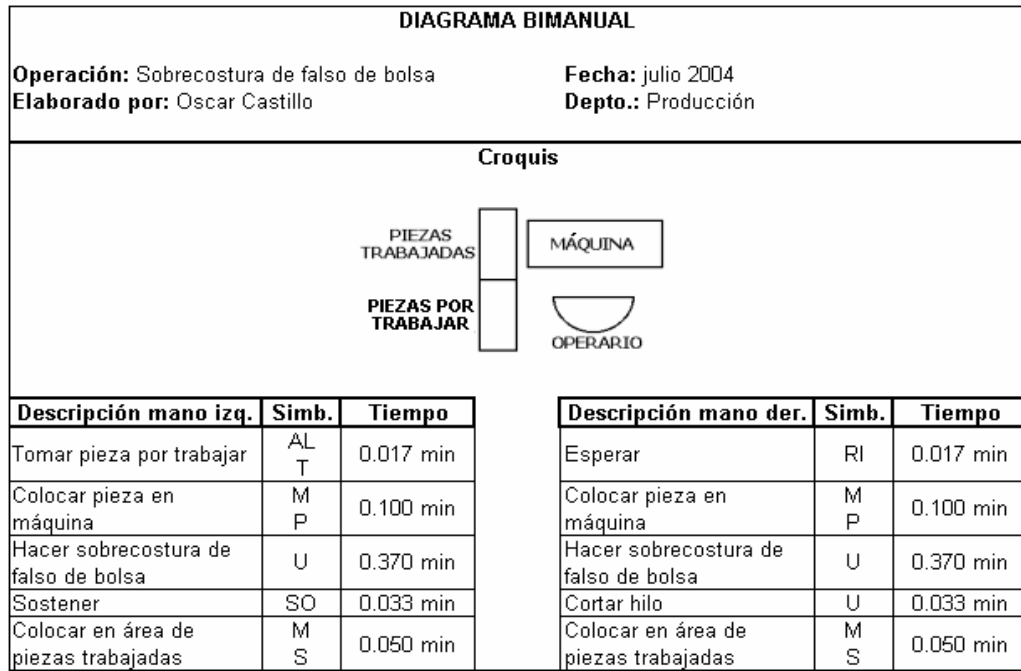


Figura 13. Diagrama bimanual de las operaciones

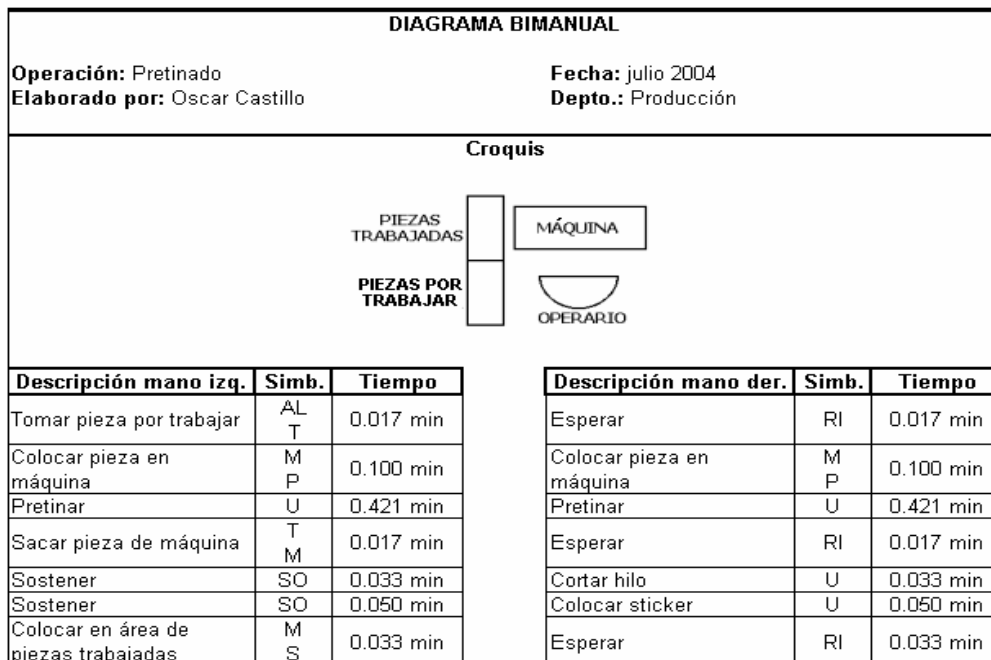
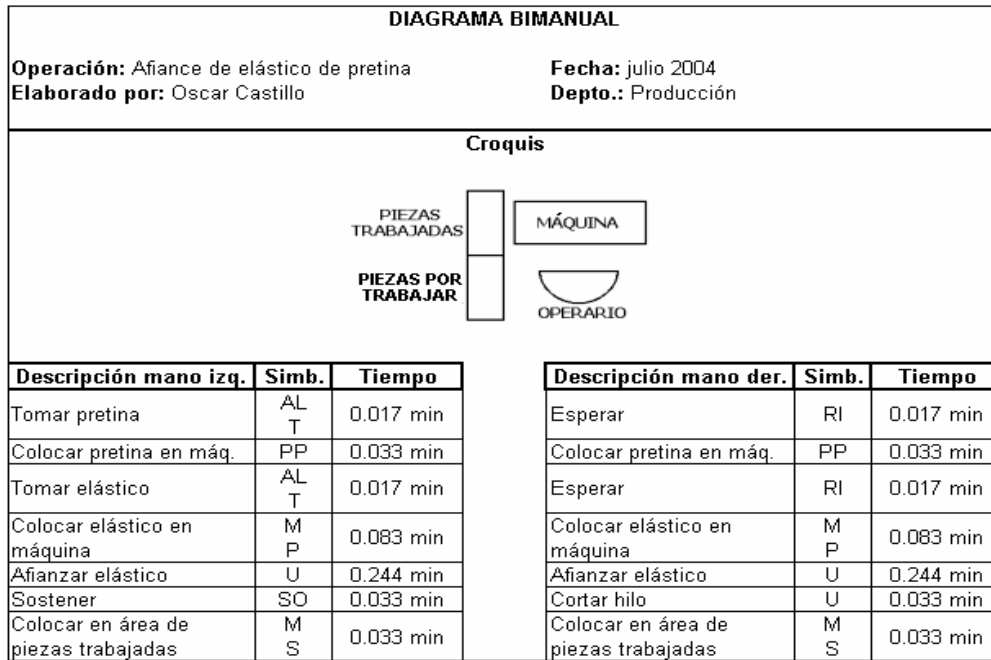
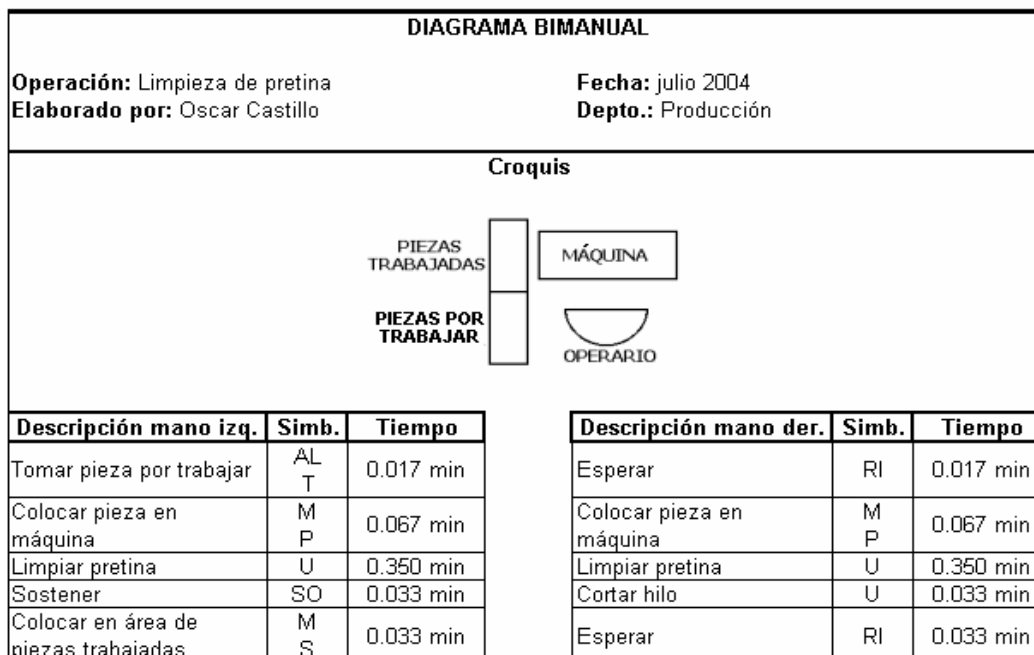
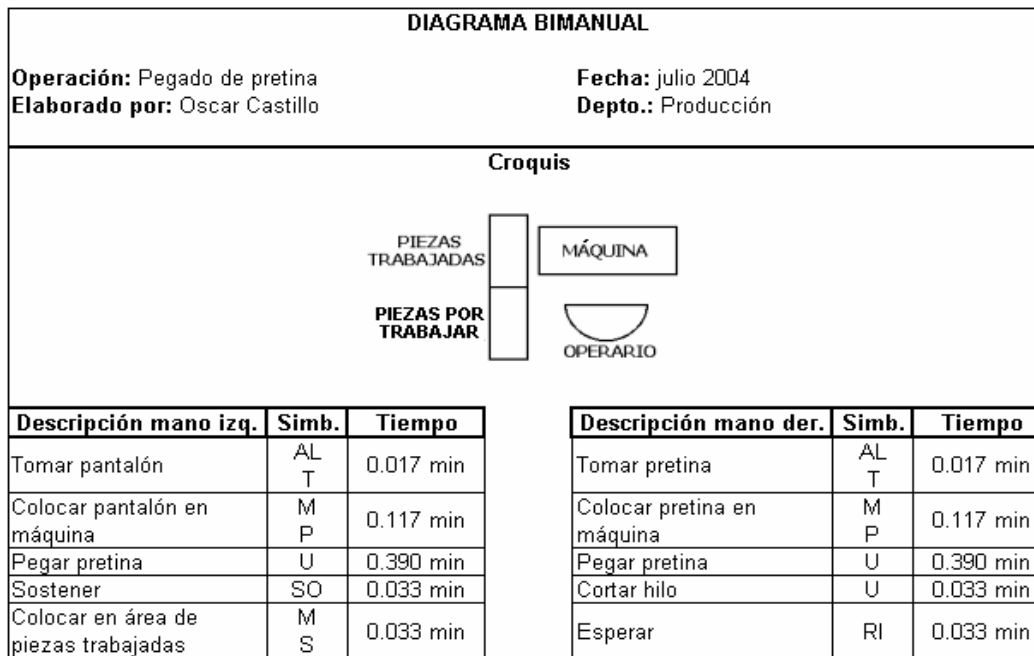


Figura 13. Diagrama bimanual de las operaciones



Los diagramas bimanuales mostrados anteriormente, muestran un análisis de cada una de las operaciones del proceso, llegando a la conclusión de que las estaciones están distribuidas de forma correcta, ya que el operario tiene todos los materiales de trabajo a la mano y los movimientos no efectivos son mínimos, entre los cuales encontramos: posicionar, sostener y esperar, los cuales no pueden ser eliminados debido a que son necesarios para realizar la operación.

Todas las estaciones están distribuidas de la misma forma, ya que existe una gran similitud entre las operaciones. Los movimientos que hace cada mano son los mismos para realizar las distintas operaciones.

3.1.3. Maquinaria y equipo

La empresa cuenta con la maquinaria y el equipo necesarios para la elaboración de las prendas de vestir que en ella se producen. Dicha maquinaria se menciona en el capítulo anterior, en el inciso 2.1.3.

Según información obtenida en el Ministerio de Economía, la maquinaria y equipo que comúnmente se utiliza para la elaboración de ropa en Guatemala es la siguiente: bombas de agua, generadores de energía, tubos para la conducción de electricidad y vapor, depósitos de combustible, calderas, máquinas para empaque, máquinas para pegar y fijar etiquetas, engrapadoras, básculas, planchas eléctricas, planchadores, máquinas para corte, fusionadoras, máquinas para prensar, lavadoras, máquinas de coser multiaguja, carretes, conos, bobinas, numeradoras, tijeras y máquinas de patrones.

3.1.4. Líneas de producción

Para mejorar el flujo de la producción, se recomienda que las líneas de producción se coloquen en el segundo nivel. Así el flujo será de arriba hacia abajo, colocando las máquinas como se muestra en la figura 8. De esta forma se tendrían: una línea de 17 máquinas, 2 líneas de 15 máquinas, 3 líneas de 13 máquinas y una línea de despiste de 14 mesas, teniendo un total de 86 máquinas distribuidas en 6 líneas, en las cuales se pueden trabajar 2 o 3 estilos distintos a la vez dependiendo del número de operaciones que requiera cada estilo.

3.1.5. Materia prima

La materia prima que se utiliza para la elaboración de ropa es importada y libre de impuestos. Esta modalidad responde a los decretos 29-89 (Ley de fomento y desarrollo de la actividad exportadora y de maquila) y 65-89 (Ley de zonas francas) del Congreso de la República, los cuales conceden beneficios e incentivos a la importación de maquinaria, equipo y materia prima para promover la inversión, generación de empleo, exportaciones (ingreso de divisas al país) y transferencia de tecnología.

La materia prima por utilizar depende del diseño que se va a trabajar. Por lo general, en la elaboración de pantalones se utilizan los siguientes materiales: elástico de 1.125", etiqueta de marca, etiqueta de instrucciones de lavado y planchado, sticker de talla, remaches, bolsa de nylon, papel, sticker para caja, hilos, cajas NP4 y tela.

3.1.6. Manejo de materiales

Los materiales que se utilizan para elaborar la ropa son importados de Estados Unidos, y según el decreto 29-89 del Congreso de la República estos no pagan impuestos siempre y cuando los materiales no permanezcan en el país por más de un año. Los materiales tardan de 3 días a 2 semanas en llegar dependiendo de si son traídos por vía aérea o marítima, por lo que los pedidos deben hacerse con anticipación.

Al llegar la materia prima a la empresa, el encargado de materiales debe revisar que la cantidad y la calidad sean las correctas. Cualquier anomalía debe reportarse de inmediato al proveedor. Después de haber recibido la materia prima, el encargado de materiales debe encargarse de su almacenamiento.

Todos los materiales, como elástico, etiquetas, stickers, remaches, bolsas de nylon, papel y cajas, son almacenados en la bodega de accesorios. Las telas llegan cortadas a la empresa y se almacenan en el área de azorado.

El supervisor debe pedir la materia prima por utilizar al encargado de materiales para luego distribuirla a los operarios. El supervisor debe encargarse de que cada operario tenga los materiales necesarios para evitar retrasos.

3.1.7. Características del personal

Las personas que laboran en la empresa deben tener una buena presentación personal, capacidad en la operación que se les asigne, experiencia, hábitos de orden y limpieza, ser responsables y tener capacidad de aprendizaje.

Los operarios deben tener aprobado como mínimo el 6to. grado de primaria.

Cuando un operario es nuevo, debe de someterse a una prueba de 2 meses para asegurar que cumple con las características mencionadas anteriormente.

3.1.8. Jornadas de trabajo

La jornada de trabajo que se ha adecuado a la producción es la diurna, que consta de 8 horas diarias de lunes a viernes y 4 horas los sábados. Se trabaja en un horario de 8:00 am a 1:00 pm y de 2:00 pm a 5:00 pm de lunes a viernes, y de 8:00 am a 12:00 pm el día sábado. Se trabajan 2 horas extras de lunes a viernes y 1 hora extra el día sábado.

Tanto en el horario de la mañana como en el de la tarde, se deben dar 15 minutos de refacción, por lo que el tiempo efectivo es de 7.5 horas de lunes a viernes y de 3.75 horas el día sábado.

3.2. Estudio de tiempos

3.2.1. 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 nos aseguramos de que el tiempo que tomamos es un tiempo prudente para realizar la operación.

3.2.2. 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.

3.2.3. 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.

El número de observaciones se establece por medio de la tabla Westinghouse. Esta tabla ofrece el número de observaciones necesarias en función de la duración del ciclo y del número de piezas que se trabajan anualmente. Para este caso se recomienda la tabla Westinghouse, debido a que esta solo es aplicable a operaciones muy repetitivas, como el caso de las operaciones del proceso de elaboración de ropa.

A continuación se muestra la tabla Westinghouse (tabla IV).

Tabla IV. Tabla westinghouse

Cuando el tiempo por pieza o ciclo es:	Número mínimo de ciclos a estudiar		
	Actividad más de 10,000 por año	1,000 a 10,000	Menos de 1,000
1.000 horas	5	3	2
0.800 horas	6	3	2
0.500 horas	8	4	3
0.300 horas	10	5	4
0.200 horas	12	6	5
0.120 horas	15	8	6
0.080 horas	20	10	8
0.050 horas	25	12	10
0.035 horas	30	15	12
0.020 horas	40	20	15
0.012 horas	50	25	20
0.008 horas	60	30	25
0.005 horas	80	40	30
0.003 horas	100	50	40
0.002 horas	120	60	50
Menos de 0.002 horas	140	80	60

Fuente: Roberto García Criollo, **Medición del trabajo**. Pág 32

Como se puede observar en la tabla VII, la sumatoria del tiempo estándar de los ciclos es igual a 13.77 minutos para 26 operaciones. Por eso el tiempo promedio por ciclo es igual a $13.77/26 = 0.52$ min, lo cual es igual a 0.008 horas por ciclo.

Por lo general, por cada diseño se fabrican entre 2,000 y 8,000 pantalones al año.

Con los datos anteriores se obtiene el número de observaciones en la tabla Westinghouse, buscando el valor de la celda que interseca la columna de 1,000 a 10,000 (rango de producción por año) con la fila de 0.008 horas (horas por ciclo). Por lo que el número de observaciones es igual a 30.

3.2.4. Concesiones

Las concesiones son demoras inevitables que quizá no fueron observadas en el estudio de tiempos, debido a que este se realiza en períodos relativamente cortos de tiempo. Es por ello que deben compensarse esas pérdidas haciendo algunos ajustes.

Las concesiones se determinan a través de la observación directa; y en el proceso de fabricación de ropa se observaron las siguientes:

Concesiones constantes

Estas son interrupciones del trabajo necesarias para mantener el bienestar del empleado, por ejemplo las idas al baño, beber agua, etc. Entre estas concesiones se encuentran: la concesión personal equivalente a un 5% y la concesión por fatiga equivalente a un 4%.

Concesiones variables

En este tipo de concesiones encontramos la concesión por posición incómoda, ya que los operarios deben agacharse un poco al realizar la operación, y equivale a un 2%. También encontramos la concesión de atención requerida, ya que el trabajo que realiza cada operario es fino y preciso, esta equivale a un 2%; y por último encontramos la concesión por monotonía de nivel alto, debido a la repetición de las operaciones, que es equivalente al 4%.

Sumando las concesiones obtenemos un total de 17%, lo cual indica que con este porcentaje de tiempo debemos compensar la fatiga y demoras en el trabajo.

3.2.5. Cálculo de tiempos

3.2.5.1. Tiempo cronometrado

Según la tabla Westinghouse, se debe tomar el tiempo para la elaboración de 30 piezas por estación, aunque para efectos de este ejercicio, se tomó el tiempo para la elaboración de 10 piezas en cada estación, ya que solo se pretende dar un ejemplo del procedimiento para la toma de tiempos. En este caso, para obtener el tiempo por unidad, se divide el tiempo cronometrado dentro de 10. Los tiempos cronometrados se muestran a continuación (tabla V).

Tabla V. Tiempos cronometrados para la elaboración de pantalón #68 1876

Operación	Tiempo (10 pzas.)	Tiempo (1 pza.)
Montaje de falso de bolsa	5.57 min	0.56 min
Planchado de falso de bolsa	3.33 min	0.33 min
Sobrecostura de bolsa	3.97 min	0.40 min
Costura de bolsa a ¼"	4.59 min	0.46 min
Sobrecostura de falso de bolsa	5.67 min	0.57 min
Unión de falsos de bolsa	6.75 min	0.68 min
Limpieza de bolsa	5.53 min	0.55 min
Unión de costado	5.37 min	0.54 min
Unión de entrepierna	4.15 min	0.42 min
Unión de tiro circular	3.95 min	0.40 min
Limpieza de ruedo	3.46 min	0.35 min
Costura de ruedo	5.38 min	0.54 min
Afiance de elástico	4.59 min	0.46 min
Pretinado	6.73 min	0.67 min
Pegado de pretina	5.88 min	0.59 min
Limpieza de pretina	4.95 min	0.50 min
Atraque de bolsa	4.66 min	0.47 min
Etiquetado	4.25 min	0.43 min
Despite	4.60 min	0.46 min
Control de calidad	6.34 min	0.63 min
Plancha de costado de mangas	1.77 min	0.18 min
Plancha de costado superior	3.63 min	0.36 min
Plancha de quiebre de mangas	2.89 min	0.29 min
Control de calidad final	3.37 min	0.34 min
Doblado	3.45 min	0.35 min
Empaque	2.19 min	0.22 min
Total		11.70 min

3.2.5.2. Tiempo normal

Este es el tiempo que requerirá un operario normal para realizar la operación y se determina de la siguiente manera: $TN = TC * C/100$, donde TN = tiempo normal, TC = tiempo cronometrado y C = calificación del operario. Como se mencionó anteriormente, C = 100. A continuación se muestra el tiempo normal para cada operación (tabla VI).

Tabla VI. Tiempo normal de las operaciones para la elaboración del pantalón #68 1876

Pág. 1 de 2

Operación	TC por pza.	TN por pza.
Montaje de falso de bolsa	0.56 min	0.56 min
Planchado de falso de bolsa	0.33 min	0.33 min
Sobrecostura de bolsa	0.40 min	0.40 min
Costura de bolsa a ¼"	0.46 min	0.46 min
Sobrecostura de falso de bolsa	0.57 min	0.57 min
Unión de falsos de bolsa	0.68 min	0.68 min
Limpieza de bolsa	0.55 min	0.55 min
Unión de costado	0.54 min	0.54 min
Unión de entrepierna	0.42 min	0.42 min
Unión de tiro circular	0.40 min	0.40 min
Limpieza de ruedo	0.35 min	0.35 min
Costura de ruedo	0.54 min	0.54 min
Afiance de elástico	0.46 min	0.46 min
Pretinado	0.67 min	0.67 min
Pegado de pretina	0.59 min	0.59 min
Limpieza de pretina	0.50 min	0.50 min
Atraque de bolsa	0.47 min	0.47 min
Etiquetado	0.43 min	0.43 min
Despite	0.46 min	0.46 min
Control de calidad	0.63 min	0.63 min
Plancha de costado de mangas	0.18 min	0.18 min
Plancha de costado superior	0.36 min	0.36 min

Tabla VI. Tiempo normal de las operaciones para la elaboración del pantalón #68 1876

Pág. 2 de 2

Operación	TC por pza.	TN por pza.
Plancha de quiebre de mangas	0.29 min	0.29 min
Control de calidad final	0.34 min	0.34 min
Doblado	0.35 min	0.35 min
Empaque	0.22 min	0.22 min
Total		11.70 min

Como se puede observar en la tabla anterior, el tiempo normal es igual al tiempo cronometrado, debido a que la calificación del operario es igual a 100, por lo que el factor que multiplica al tiempo cronometrado es igual a 1.

3.2.5.3 Tiempo estándar

Este es el tiempo que requiere un operario calificado y capacitado trabajando a un paso normal para realizar la operación y está determinado de la siguiente manera: $TS = TN + TN \cdot \text{Concesión}$. Donde TS = tiempo estándar y TN = tiempo normal. El porcentaje de concesión es igual a 17%, por lo que el valor de la concesión es igual a 0.17, de acuerdo con lo indicado en el inciso 3.2.4 de este capítulo.

A continuación se muestran los tiempos estándar de cada operación (tabla VII).

Tabla VII. Tiempos estándar para la elaboración de pantalón #68 1876

Operación	TN por pza.	TS por pza.
Montaje de falso de bolsa	0.56 min	0.66 min
Planchado de falso de bolsa	0.33 min	0.39 min
Sobrecostura de bolsa	0.40 min	0.47 min
Costura de bolsa a ¼"	0.46 min	0.54 min
Sobrecostura de falso de bolsa	0.57 min	0.67 min
Unión de falsos de bolsa	0.68 min	0.80 min
Limpieza de bolsa	0.55 min	0.64 min
Unión de costado	0.54 min	0.63 min
Unión de entrepierna	0.42 min	0.49 min
Unión de tiro circular	0.40 min	0.47 min
Limpieza de ruedo	0.35 min	0.41 min
Costura de ruedo	0.54 min	0.63 min
Afiance de elástico	0.46 min	0.54 min
Pretinado	0.67 min	0.78 min
Pegado de pretina	0.59 min	0.69 min
Limpieza de pretina	0.50 min	0.59 min
Atraque de bolsa	0.47 min	0.55 min
Etiquetado	0.43 min	0.50 min
Despite	0.46 min	0.54 min
Control de calidad	0.63 min	0.74 min
Plancha de costado de mangas	0.18 min	0.21 min
Plancha de costado superior	0.36 min	0.42 min
Plancha de quiebre de mangas	0.29 min	0.34 min
Control de calidad final	0.34 min	0.40 min
Doblado	0.35 min	0.41 min
Empaque	0.22 min	0.26 min
Total		13.77 min

3.2.6 Cálculo de eficiencia

La eficiencia de la línea está dada de la siguiente forma:

$$E = (\sum TS / \sum TP) * 100$$

donde:

E = eficiencia

TS = tiempo estándar

TP = tiempo estándar permitido

El tiempo estándar permitido es el tiempo de espera para cada operario según el tiempo del operario más lento.

A continuación se muestran los tiempos estándar y estándar permitidos (tabla VIII), así como el cálculo de la eficiencia de la línea.

Explicando la primera fila de la tabla:

TS = Tiempo estándar de la operación 1 = 0.66 min.

Tiempo de espera = TS mayor - TS de la operación 1 = 0.80 - 0.66 = 0.14 min.

TP = TS de la operación 1 + Tiempo de espera de la operación 1 = 0.66 + 0.14 = 0.80 min.

Tabla VIII. Tiempos estándar y tiempos estándar permitidos

Operación	TS	Tiempo de espera	TP
1. Montaje de falso de bolsa	0.66 min	0.14 min	0.80 min
2. Planchado de falso de bolsa	0.39 min	0.41 min	0.80 min
3. Sobrecostura de bolsa	0.47 min	0.33 min	0.80 min
4. Costura de bolsa a ¼"	0.54 min	0.26 min	0.80 min
5. Sobrecostura de falso de bolsa	0.67 min	0.13 min	0.80 min
6. Unión de falsos de bolsa	0.80 min	-----	0.80 min
7. Limpieza de bolsa	0.64 min	0.16 min	0.80 min
8. Unión de costado	0.63 min	0.17 min	0.80 min
9. Unión de entrepierna	0.49 min	0.31 min	0.80 min
10. Unión de tiro circular	0.47 min	0.33 min	0.80 min
11. Limpieza de ruedo	0.41 min	0.39 min	0.80 min
12. Costura de ruedo	0.63 min	0.17 min	0.80 min
13. Afiance de elástico	0.54 min	0.26 min	0.80 min
14. Pretinado	0.78 min	0.02 min	0.80 min
15. Pegado de pretina	0.69 min	0.11 min	0.80 min
16. Limpieza de pretina	0.59 min	0.21 min	0.80 min
17. Atraque de bolsa	0.55 min	0.25 min	0.80 min
18. Etiquetado	0.50 min	0.30 min	0.80 min
19. Despite	0.54 min	0.26 min	0.80 min
20. Control de calidad	0.74 min	0.06 min	0.80 min
21. Plancha de costado de mangas	0.21 min	0.59 min	0.80 min
22. Plancha de costado superior	0.42 min	0.38 min	0.80 min
23. Plancha de quiebre de mangas	0.34 min	0.46 min	0.80 min
24. Control de calidad final	0.40 min	0.40 min	0.80 min
25. Doblado	0.41 min	0.39 min	0.80 min
26. Empaque	0.26 min	0.54 min	0.80 min
Tiempo total	13.77 min		20.80 min

$$E = (13.77/20.80)*100 = 66.20\%$$

La eficiencia de la línea es de 66.20%.

3.2.7. Balance de línea

El balance de la línea nos da 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:

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

Donde:

N = número de operarios necesarios en la línea

R = tasa de producción

TS = tiempo estándar por operación

E = eficiencia

Para este caso, la tasa de producción deseada es de 550 pantalones diarios, que es definida por el gerente de producción. Para obtener la tasa de producción por minuto, se divide la producción deseada por día dentro de los minutos efectivos del día:

Minutos efectivos = 8 hrs diarias*60 min/hr – 30 min de refacción = 450 min.

Tasa de producción por minuto = 550/450 = 1.222 pantalones por minuto.

$N = 1.222 * (13.77/0.662) = 25.41 \approx 26$ operarios.

El número de operarios N debe ser entero, por lo que se aproxima.

Tiempo para producir 1 pantalón = $1/1.222 = 0.818$ min

En número de operarios por estación es igual a $TS/0.818$ min/unidad

A continuación se muestra el número de operarios por estación (tabla IX).

Tabla IX. Número de operarios por estación

Operación	TS	TS/(min/unid)	# de operarios
1. Montaje de falso de bolsa	0.66 min	0.81	1
2. Planchado de falso de bolsa	0.39 min	0.48	1
3. Sobrecostura de bolsa	0.47 min	0.58	1
4. Costura de bolsa a ¼"	0.54 min	0.66	1
5. Sobrecostura de falso de bolsa	0.67 min	0.82	1
6. Unión de falsos de bolsa	0.80 min	0.98	1
7. Limpieza de bolsa	0.64 min	0.79	1
8. Unión de costado	0.63 min	0.77	1
9. Unión de entrepierna	0.49 min	0.60	1
10. Unión de tiro circular	0.47 min	0.58	1
11. Limpieza de ruedo	0.41 min	0.50	1
12. Costura de ruedo	0.63 min	0.77	1
13. Afiance de elástico	0.54 min	0.66	1
14. Pretinado	0.78 min	0.96	1
15. Pegado de pretina	0.69 min	0.85	1
16. Limpieza de pretina	0.59 min	0.72	1
17. Atraque de bolsa	0.55 min	0.68	1
18. Etiquetado	0.50 min	0.61	1
19. Despite	0.54 min	0.66	1
20. Control de calidad	0.74 min	0.91	1
21. Plancha de costado de mangas	0.21 min	0.26	1
22. Plancha de costado superior	0.42 min	0.52	1
23. Plancha de quiebre de mangas	0.34 min	0.42	1
24. Control de calidad final	0.40 min	0.49	1
25. Doblado	0.41 min	0.50	1
26. Empaque	0.26 min	0.32	1
Total	13.77 min		26

Como se muestra en la tabla anterior, el número estimado de operarios por operación es de 1. A continuación se determina la operación más lenta, dividiendo el tiempo estándar entre el número de operarios, como se muestra a continuación en la tabla X.

Tabla X. Determinación de operación más lenta

Operación	TS/# de operarios
1. Montaje de falso de bolsa	0.66/1 = 0.66
2. Planchado de falso de bolsa	0.39/1 = 0.39
3. Sobrecostura de bolsa	0.47/1 = 0.47
4. Costura de bolsa a ¼"	0.54/1 = 0.54
5. Sobrecostura de falso de bolsa	0.67/1 = 0.67
6. Unión de falsos de bolsa	0.80/1 = 0.80
7. Limpieza de bolsa	0.64/1 = 0.64
8. Unión de costado	0.63/1 = 0.63
9. Unión de entrepierna	0.49/1 = 0.49
10. Unión de tiro circular	0.47/1 = 0.47
11. Limpieza de ruedo	0.41/1 = 0.41
12. Costura de ruedo	0.63/1 = 0.63
13. Afiance de elástico	0.54/1 = 0.54
14. Pretinado	0.78/1 = 0.78
15. Pegado de pretina	0.69/1 = 0.69
16. Limpieza de pretina	0.59/1 = 0.59
17. Atraque de bolsa	0.55/1 = 0.55
18. Etiquetado	0.50/1 = 0.50
19. Despite	0.54/1 = 0.54
20. Control de calidad	0.74/1 = 0.74
21. Plancha de costado de mangas	0.21/1 = 0.21
22. Plancha de costado superior	0.42/1 = 0.42
23. Plancha de quiebre de mangas	0.34/1 = 0.34
24. Control de calidad final	0.40/1 = 0.40
25. Doblado	0.41/1 = 0.41
26. Empaque	0.26/1 = 0.26

Como se observa en la tabla anterior, la operación 6 determina el ritmo de la línea. Este ritmo de línea se define con la siguiente fórmula:

No. de trabajadores*60 min/TS (min) = unidades/hora.

(1 trabajador*60 min)/0.80 min (TS) = **75 und./hr*8hrs/día = 600 unidades/día.**

3.3. Condiciones ambientales

3.3.1. Condiciones de seguridad e higiene

Es importante proporcionar a los operarios condiciones de trabajo cómodas y seguras para mantener un buen nivel de producción, evitar retrasos y elevar el estado de ánimo de los trabajadores.

Debe existir una iluminación adecuada para la distinción de colores y el detalle de las costuras. Por eso se debe combinar la luz natural con luz blanca, ya que la luz blanca permite diferenciar colores fácilmente.

Las máquinas que se utilizan en la fabricación de ropa producen ruidos bajos, que son tolerables durante la jornada de trabajo, por lo que no es necesario utilizar dispositivos para la reducción de ruido.

Los portones deben permanecer abiertos y debe haber por lo menos un ventilador por cada 3 estaciones para reducir la temperatura del ambiente y mejorar la circulación del aire; de esta forma se mantendrá una temperatura adecuada en el ambiente y se evitará la fatiga por calor.

Es importante también que cada una de las estaciones de trabajo se mantengan limpias y en orden, limpiando constantemente las estaciones de trabajo para reducir el número de partículas de mota en el aire. Manteniendo el orden en las estaciones de trabajo se evita obstaculizar el paso de las personas.

3.3.2. Protección personal

Los dispositivos utilizados para la protección personal en la industria textil son muy sencillos, debido a que las operaciones y los materiales que se utilizan no presentan ningún peligro.

El equipo de protección que se debe utilizar es el siguiente:

Dedal: utilizado para evitar pinchaduras en los dedos.

Mascarilla y lentes: utilizados en las operaciones que implican corte de tela, ya que al cortar la tela se desprende mota, que es dañina para los ojos y las vías respiratorias.

Guantes: utilizados por el personal de limpieza para la manipulación de líquidos desinfectantes.

El supervisor de línea debe velar por que los operarios utilicen el equipo necesario según la operación que estén realizando.

3.3.3. Prevención de accidentes

En esta empresa, el riesgo de que ocurra un accidente es muy bajo; sin embargo, se han considerado medidas que hay que llevar a cabo para mantener la seguridad de los operarios y de esta forma evitar pequeños accidentes que puedan ocurrir.

Los supervisores de línea deben velar por que se lleven a cabo las siguientes medidas de seguridad:

- Cada operario debe permanecer en su estación de trabajo.
- Se prohíbe fumar.
- Se prohíbe ingresar alimentos al área de trabajo.
- Los extinguidores deben estar en un área de fácil acceso.
- Los materiales de trabajo deben colocarse en forma ordenada.
- No se debe colocar material en lugares donde obstaculice el paso.
- Cada operario debe apagar su máquina en el tiempo de refacción y almuerzo y al final de la jornada de trabajo.

3.3.4. Ergonomía

La aplicación de la ergonomía es importante en las estaciones de trabajo para evitar problemas de estrés y tensión nerviosa. Es importante también que el operario tome posturas cómodas al trabajar sentado para reducir el estrés sobre los pies y el gasto global de energía.

La ergonomía consiste en adecuar el lugar de trabajo al operario. En el caso de la industria textil, todos los operarios trabajan sentados, por lo que se debe proporcionar una silla cómoda para el operario que cumpla con las siguientes características: la altura de la silla debe ser ajustable, debe tener soporte lumbar o cojín lumbar, debe estar inclinada hacia adelante. El asiento inclinado hacia adelante debe tener un tope en forma de cabeza de silla de montar para evitar la aplicación de peso adicional a las rodillas. Utilizando este tipo de silla se disminuye la presión en los discos de la columna y se mantiene una posición natural.

3.3.5. Ambiente laboral

Los trabajadores deben estar en un ambiente cómodo, limpio y ordenado; de esta forma habrá menos distracción y se mantendrá un buen estado de ánimo.

Se deben cuidar otros factores físicos como una iluminación adecuada en cada estación de trabajo, una temperatura adecuada y una buena circulación de aire para disminuir la fatiga. Se recomienda también el uso de música variada a volumen tolerable por períodos prolongados de tiempo, ya que esto ayuda a mantener el ritmo de la producción.

3.4. Mantenimiento de maquinaria y equipo

3.4.1. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento que se les hace a las máquinas utilizadas en la industria textil es muy sencillo, ya que solo requieren de limpieza y cambio de aceite. La limpieza debe hacerse una vez por semana, el día sábado, haciendo servicio de limpieza a todas las máquinas. Este procedimiento de limpieza se realiza aproximadamente en un período de 15 minutos por máquina.

El cambio de aceite debe realizarse cada 3 meses, en el caso de las máquinas planas, y cada mes en el caso de las máquinas *overlock*. Cada máquina utiliza $\frac{1}{4}$ de galón de aceite mineral.

3.4.2. Mantenimiento correctivo

Las fallas más comunes en las máquinas son la quebradura de agujas o de otras piezas mecánicas. En el caso de quebradura de agujas, la máquina es reparada por el supervisor, quien hace el reemplazo de la aguja en un tiempo máximo de 7 min. Cuando la máquina presenta daño mayor en otras piezas mecánicas que requieran de torno o soldadura, la máquina es trasladada al departamento de mecánica. La pieza dañada es llevada a un taller. Esta reparación se realiza en un tiempo de 3 a 4 horas más 1 hora que requiere el mecánico de la empresa para armar la máquina.

3.5. Control de calidad

3.5.1. Control de calidad en recepción de materia prima

El encargado de materiales es quien se encarga del control de calidad de la materia prima que se recibe en la empresa. El pedido de materia prima se hace conforme a los diseños que se van a elaborar. Al ingresar la materia prima a la empresa, el encargado de materiales debe verificar que la cantidad de materia prima sea la correcta conforme al pedido; debe revisar también que la tela no tenga defectos y que todas las telas tengan la misma tonalidad de color. En caso de que encuentre materia prima que no satisfaga la calidad, se debe notificar de inmediato al proveedor para que sea reemplazada.

3.5.2. Control de calidad en el proceso de producción

Durante el proceso de producción, cada supervisor de línea debe encargarse de controlar la calidad en cada estación de la línea. Los supervisores deben saber cómo realizar cada una de las operaciones que requiere el diseño.

Para controlar la calidad, el supervisor observa constantemente las piezas que hace cada operario y verifica la forma en que las hace. Si detecta una pieza defectuosa o algún error en la forma de hacerla se lo hace saber al operario para que trabaje correctamente y reprocese las piezas defectuosas.

3.5.3. Control de calidad en producto terminado

Cuando la prenda de vestir sale de la línea de producción, pasa a la línea de despunte, donde se le quitan todos los hilos que quedan sueltos. Se revisa que las costuras y los dobleces estén bien hechos y que la tela no tenga fallas.

Después de que la prenda terminada sale del área de plancha, se revisa por última vez para asegurarse de que las costuras están bien hechas, que lleve las medidas correctas y que todas las piezas estén bien colocadas.

3.6. Incentivos

En el caso de la industria textil, los salarios con incentivos están relacionados con la cantidad de producción. Por lo general, los incentivos son necesarios cuando se trabajan pedidos voluminosos o las operaciones de los diseños son complicadas.

Los incentivos mejoran el rendimiento de los trabajadores, ya que estos se interesan en sacar más dinero, por lo que trabajan más rápido y mantienen la calidad de las piezas.

Al mejorar el rendimiento de los operarios por medio de incentivos se beneficia a los trabajadores, porque estos ganan más, y se beneficia a la empresa, porque se produce más a menor costo.

Los incentivos deben de cumplir con las siguientes condiciones:

- Deben ser justos, establecerse con el fin de motivar a los operarios y no de explotarlos. Los incentivos deben ser proporcionales a la capacidad de cada trabajador, de modo que un trabajador con menos capacidad no gane más que un trabajador con más capacidad.
- Los incentivos deben ser sencillos y claros, fáciles de establecer.
- Deben ser eficientes, cada trabajador debe tomar en cuenta el tiempo estándar de cada operación y mostrar un buen rendimiento.

Los incentivos que se pagan en esta industria van desde Q.100.00 hasta Q.250.00 mensuales por trabajador. Estas cantidades son definidas por el gerente de producción, dependiendo de los volúmenes de producción y la calidad de la misma.

4. PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

4.1. Metodología de implementación

La implementación del estudio de tiempos y movimientos será planificada por el gerente de producción, junto con los supervisores de línea, que son los encargados de dirigir directamente a los operarios.

El estudio de tiempos y movimientos se realizará cada cierto tiempo para monitorear el rendimiento de los operarios. También se realizará cuando se introduzca un diseño que requiera de operaciones nuevas, para establecer el tiempo estándar de estas operaciones.

Los supervisores de línea harán el estudio de tiempos y movimientos cómo se indica en el inciso 3.2 del capítulo 3, haciendo uso de los formatos que se mencionan en el inciso 5.4 del capítulo 5. Al realizar el estudio, se obtendrán datos del rendimiento de los operarios y se podrán detectar los puntos críticos que puedan estar afectando la producción. Si se detectan puntos críticos, se hará saber al gerente de producción para que este tome las medidas necesarias.

4.2. Documentación de procedimientos

En esta sección se describen los distintos procedimientos que se realizarán en el estudio de tiempos y movimientos, así como los pasos a seguir en cada procedimiento. Estos son: control de materiales, estudio de tiempos, estudio de movimientos, control de calidad y mantenimiento de maquinaria y equipo.

4.2.1. Procedimiento de control de materiales

El control de materiales es el procedimiento por medio del cual se lleva el control de la materia prima y materiales que ingresan a la empresa, con el fin de controlar la calidad de la materia prima y distribuir correctamente los materiales a los operarios.

Los pasos que se deben seguir en el procedimiento de control de materiales son los siguientes:

- La materia prima debe pedirse con anticipación, ya que es enviada de los Estados Unidos.
- El encargado de materiales debe recibir la materia prima y los materiales que llegan a la empresa.
- Al recibir materia prima o materiales, debe verificar que la cantidad sea la correcta; también debe asegurarse de que la materia prima no tenga defectos.
- Si se encuentra material defectuoso o faltante, debe reportarse inmediatamente al gerente de exportaciones y logística para hacer el reclamo.
- Después de revisada la materia prima, esta debe ingresarse al área de azorado, en el caso de las telas, y a la bodega de accesorios en el caso de otros materiales.
- Cada supervisor de línea debe encargarse de distribuir los materiales a los operarios de la línea.

4.2.2. Procedimiento de estudio de tiempos

El estudio de tiempos es un procedimiento por medio del cual se toman los tiempos de cada operación y se determina el tiempo estándar de dichas operaciones. El estudio de tiempos se realizará cada vez que se crea necesario para monitorear el desempeño del operario o cuando se tengan operaciones nuevas, ya que es necesario determinar los tiempos estándar de estas nuevas operaciones.

Los pasos a seguir para la realización del estudio de tiempos son los siguientes:

- El gerente de producción y los supervisores deben planificar cuándo se hará el estudio de tiempos.
- El supervisor debe tomar los tiempos en el respectivo formato, desde la primera hasta la última operación de la línea, cronometrando el tiempo para la elaboración de 30 piezas por operación.
- Deben tomarse en cuenta los elementos extraños más comunes y que no se puedan evitar, tales como la limpieza de la aguja cuando se atasca debido a los residuos de hilo y el cambio del cono cuando se acaba el hilo.
- Deben hacerse por lo menos 3 tomas de tiempo a cada operación, una por la mañana, una al medio día y otra por la tarde; luego se deben promediar estos valores, ya que el rendimiento del operario varía durante el día.
- El gerente de producción debe analizar los resultados junto con el supervisor.
- Tomar las medidas necesarias en caso de detectar operaciones críticas (cuellos de botella).

4.2.3. Procedimiento de estudio de movimientos

El estudio de movimientos es el proceso por medio del cual se analizan los movimientos que hace el cuerpo para realizar una tarea determinada. Este estudio se hará cuando se tenga una operación nueva o para modificar una operación existente que tenga movimientos ineficientes.

Los pasos a seguir para realizar el estudio de movimientos son los siguientes:

- El gerente de producción y los supervisores deben estipular cuándo será necesario realizar un estudio de movimientos.
- El supervisor debe anotar los movimientos clasificándolos en *therbligs* eficientes e ineficientes según las tablas I y II del capítulo 1.
- El gerente de producción debe analizar los resultados junto con el supervisor.
- En el caso de encontrar movimientos ineficientes que se puedan evitar, se procederá a analizar la operación y la distribución de la estación de trabajo para hacer los cambios convenientes.

4.2.4. Procedimiento de control de calidad

El control de calidad se realiza durante el proceso de producción y antes de que el producto sea empacado para evitar sacar prendas defectuosas. El control de calidad se realiza de la siguiente forma:

En el proceso de producción

- El supervisor debe revisar constantemente las piezas que se hacen en cada estación de trabajo.
- Si encuentra piezas con defectos de costura debe hacerlo saber al operario para que estas piezas sean reparadas.
- El supervisor debe llamar la atención al operario cuando vea que este descuida la calidad de su trabajo.

Antes de empacar el producto

- Este es el último control de calidad que se hace a las prendas fabricadas y lo hacen operarios destinados para esta actividad.
- Deben revisar bien la prenda, asegurándose de que no tenga costuras mal hechas, hilos reventados, hilos sueltos, defectos en la tela, piezas mal puestas, saltos de costura, dobleces mal hechos, etc.
- Debe apartar las prendas defectuosas que encuentre para luego entregarlas al supervisor de línea.
- El gerente de producción y el supervisor deben decidir qué hacer con las prendas defectuosas.

4.2.5. Procedimiento de mantenimiento de maquinaria y equipo

Es importante hacer mantenimiento a las máquinas para mantener su buen funcionamiento. El mantenimiento de las máquinas textiles es muy sencillo, lo hace el mecánico de la empresa y se realiza de la siguiente forma:

- Cada sábado debe hacerse limpieza a todas las máquinas; esta operación se hace aproximadamente en 15 minutos por máquina.

- Debe hacerse cambio de aceite cada 3 meses a las máquinas planas y cada mes a las máquinas *overlock*.
- Cuando una máquina presente desperfectos, el operario debe hacerlo saber al mecánico para que este proceda a reparar la máquina.
- Si el desperfecto es mayor debe asignársele otra máquina al operario.

4.3. Guía de capacitación de personal

Esta guía de capacitación indica el procedimiento que se debe seguir para entrenar a un nuevo operario. Dicho entrenamiento se hará en los primeros dos meses, en los cuales el operario demostrará su rendimiento y capacidad de aprendizaje.

Al iniciar el entrenamiento, el operario hará tareas simples y avanzará a las tareas más difíciles. Al final del entrenamiento el operario hará ejercicios de práctica que se asemejan a las operaciones reales que se le asignarán.

El entrenamiento que se da al operario debe ser realista, y por medio de este entrenamiento podrá evaluarse la habilidad del operario. Por eso el entrenamiento requiere de una cantidad de esfuerzo por parte del operario.

Lo que se espera es que al finalizar el entrenamiento, el nuevo operario pueda manejar y controlar bien su máquina a la hora de coser cualquier pieza. La destreza adquirida debe mejorar cuando el nuevo operario ya trabaje en operaciones reales.

El procedimiento para la capacitación del nuevo operario es el siguiente:

- El nuevo operario debe realizar distintos ejercicios durante una semana y la duración de cada ejercicio debe ser de media hora.
- El nuevo operario debe avanzar a un ritmo aceptable según el supervisor, tanto en los ejercicios de coser como en los ejercicios de mantenimiento de máquina.
- Durante el entrenamiento, el operario debe superar el 50% de la meta para poder pasar al siguiente ejercicio.
- Si el nuevo operario ha trabajado anteriormente en otra empresa textil y tiene experiencia, será sometido a ejercicios de costura avanzados para evaluar su habilidad en el manejo de la máquina y determinar si se le puede asignar una operación específica para que empiece a trabajar en la línea de producción. Si el operario no tiene la habilidad requerida será regresado a la parte inicial del entrenamiento hasta que esté listo para desempeñar la operación.
- El supervisor debe asegurarse de que el nuevo operario haya alcanzado un buen nivel de habilidad al terminar el entrenamiento.
- Si el nuevo operario no alcanza la habilidad requerida al terminar el entrenamiento, el supervisor deberá tomar una decisión sobre qué hacer con el nuevo operario (reemplazarlo o darle otra oportunidad).

- El supervisor debe explicar al nuevo operario para qué se hace cada ejercicio, demostrando cuidadosamente cómo hacerlo. El supervisor debe asegurarse de que el nuevo operario comprendió bien el ejercicio antes de llevarlo a la práctica.
- El supervisor debe observar las primeras veces que el nuevo operario realiza cada ejercicio para corregir los errores que este pueda cometer, teniendo cuidado de no hacerlo sentir mal. Es importante que el supervisor no descuide al nuevo operario mientras practica, para evitar que use procedimientos incorrectos.
- Cuando el supervisor vea que el nuevo operario se ha adaptado al ejercicio y lo hace bien, puede dejarlo solo, aunque se recomienda que lo vea cada 10 minutos para revisar su progreso.
- Al finalizar el día de entrenamiento, el supervisor debe revisar el trabajo del operario y darle sugerencias para mejorar el rendimiento del siguiente día de entrenamiento.
- Después de que el nuevo operario ha finalizado la semana de entrenamiento y ha alcanzado un buen nivel de habilidad, está listo para trabajar en las líneas de producción.

5. SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA

5.1. Evaluación de resultados

Al realizar un estudio de tiempos y movimientos, debe ser analizado por el gerente de producción y los supervisores de línea. Este estudio les proporcionará datos con los que pueden determinar la eficiencia de la línea; también podrán verificar el rendimiento de cada operario por medio de la toma de tiempos.

Por medio de los resultados que muestre el estudio de tiempos y movimientos, el gerente de producción y los supervisores podrán tomar medidas para mejorar la eficiencia de las líneas y mantener un control sobre los tiempos de producción.

5.2. Revisión de la guía de capacitación

La revisión de la guía de capacitación es responsabilidad del gerente de producción y del gerente de recursos humanos. La ejecución de la guía es responsabilidad de los supervisores. Al llevar a cabo el entrenamiento según la guía de capacitación, el supervisor comprobará su funcionamiento, el cual será reportado al gerente de producción. Si se detectan deficiencias en la guía de capacitación, el gerente de producción junto con el gerente de recursos humanos se encargarán de hacer las modificaciones respectivas de la guía para asegurar su buen funcionamiento a la hora de entrenar nuevos operarios.

5.3. Programación de reuniones

Es necesario programar reuniones para tratar cualquier problema que se detecte en las diferentes áreas de la empresa. Las reuniones serán programadas por los gerentes de los distintos departamentos de la empresa. Se hará una reunión mensual de todos los gerentes para analizar el rendimiento de los operarios respecto a la producción y la calidad. Si existe algún problema que necesite atención urgente, se programará una reunión lo antes posible para reunir a los afectados y sus respectivas autoridades con el fin de buscar una solución inmediata al problema.

5.4. Utilización de formatos

A continuación se muestran los formatos más importantes que serán utilizados a la hora de realizar un estudio de tiempos y movimientos. Estos formatos ayudan al supervisor a llevar el control de los registros necesarios para dicho estudio. Estos formatos se localizarán en la oficina de la gerencia, y el supervisor deberá solicitarlos al gerente de producción cuando los vaya a necesitar.

5.4.1. Estudio de tiempos

Este formato será utilizado para realizar el estudio de tiempos y determinar el tiempo estándar de cada operación; en este formato se registran los tiempos cronometrados, normal y estándar de cada operación. A continuación se muestra el formato a utilizar en la toma de tiempos (tabla XI).

5.4.2. Medición de eficiencia

Este formato se utilizará para tomar los registros necesarios de la medición de la eficiencia de la línea de producción. Contiene los tiempos estándar, de espera y el tiempo permitido de cada operación; contiene también una casilla en la parte inferior para el cálculo de la eficiencia de la línea.

Para medir la eficiencia, el supervisor debe pasar por cada una de las estaciones de trabajo, anotando los datos indicados en el formato.

Al finalizar, debe sumar los tiempos de la columna TS y los de la columna TP. Luego calculará la eficiencia de la siguiente manera: $(\Sigma TS / \Sigma TP) * 100$.

Este formato se muestra a continuación en la tabla XII.

CONCLUSIONES

1. Desarrollando un estudio de tiempos y movimientos en los procesos de producción se pueden detectar operaciones críticas y tomar decisiones sobre cómo optimizarlas para mejorar el tiempo de producción.
2. Actualmente no se llevan controles que permitan medir la eficiencia de las líneas de producción, por lo que es necesario implementar estudios de tiempos y movimientos.
3. Actualmente se trabaja con los tiempos que se cronometraron en el capítulo 3, con una eficiencia del 66.20%. Estos tiempos fueron tomados a operarios con calificación normal.
4. Al hacer el estudio de tiempos y movimientos se puede hacer uso de herramientas como diagramas de operaciones, de flujo, de recorrido y bimanuales para facilitar el estudio.
5. Colocando operarios expertos en las operaciones más complejas, se ayuda a mejorar la eficiencia de la línea.
6. Al entrar un nuevo diseño a la línea de producción, el supervisor deberá realizar un estudio de tiempos y movimientos para establecer tiempos estándar a cada operación.
7. Existen 3 operaciones lentas que retrasan la producción: unión de falsos de bolsa, pretinado y control de calidad.

8. Las operaciones lentas que se han detectado con el estudio de tiempos y movimientos, se pueden agilizar colocando un operario más en cada una de estas operaciones y así se incrementará la eficiencia de la línea.

9. Al implementar el estudio de tiempos, se incrementa la eficiencia de la línea, debido a que hay un control en el tiempo de cada operación y el operario tiene un tiempo límite para trabajar cada pieza.

RECOMENDACIONES

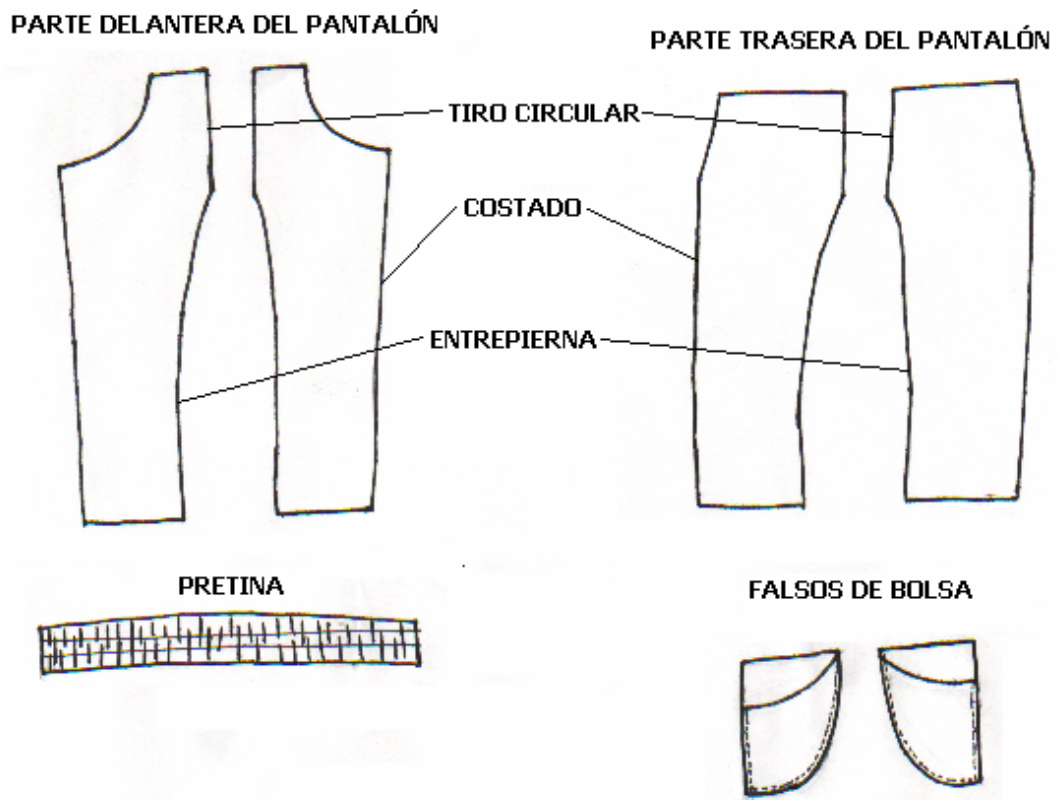
1. Hacer un estudio de tiempos y movimientos cada vez que se ingrese un diseño nuevo a las líneas de producción para establecer tiempos estándar.
2. Llevar un control sobre el tiempo que tarda cada operario en realizar su respectiva operación.
3. Hacer tomas de tiempos frecuentemente para monitorear la eficiencia de las líneas.
4. Usar los formatos respectivos para la toma de tiempos.
5. Utilizar los tiempos estándar como guía para el operario y así mantener la eficiencia de las líneas.
6. Tomar acciones inmediatas al detectar operaciones lentas.
7. Comparar los datos actuales con los anteriores para verificar si se ha mejorado.

BIBLIOGRAFÍA

1. García Criollo, Roberto. **Estudio del trabajo Medición del trabajo**. Editorial McGraw-Hill, México.
2. García Criollo, Roberto. **Estudio del trabajo Ingeniería de métodos**. Editorial McGraw-Hill, México.
3. Martínez Vargas, Karla Lisbeth. **Reorganización del proceso de producción de la empresa TANPORT S. A.** Tesis Ingeniería Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2001.
4. Niebel Benjamin, Freivalds Andris. **Ingeniería Industrial**. 10ª Edición. México. Editorial Alfaomega. 2001.
5. V. Grimaldi, John; H. Simonds, Rollin. **La seguridad industrial**. 2ª Edición. Editorial Alfaomega.

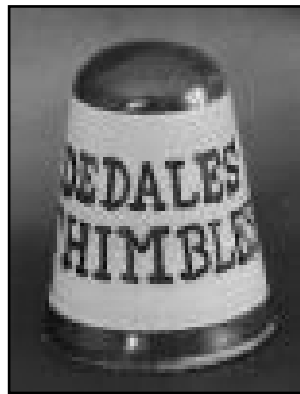
APÉNDICE 1

Figura 14. Piezas principales del pantalón



APÉNDICE 2

Figura 15. Equipo de protección



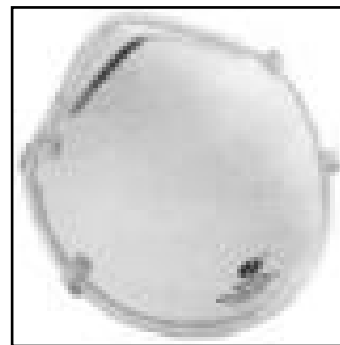
DEDAL



GUANTES



LENTES



MASCARILLA

ANEXO

Tabla XV. Concesiones o suplementos industriales

Suplementos recomendados por ILO	
A. Suplementos constantes:	
1. Suplemento personal	5
2. Suplemento por fatiga básica	4
B. Suplementos variables:	
1. Suplemento por estar de pie	2
2. Suplemento por posición anormal:	
a. un poco incómoda	0
b. incómoda (agachado)	2
c. muy incómoda (tendido, estirado)	7
3. Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, jalar o empujar):	
Peso levantado, en libras:	
5	0
10	1
15	2
20	3
25	4
30	5
35	7
40	9
45	11
50	13
60	17
70	22
4. Mala iluminación:	
a. un poco abajo de la recomendada	0
b. bastante menor que la recomendada	2
c. muy inadecuada	5
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad) – variable	0-100
6. Atención requerida:	
a. trabajo bastante fino	0
b. trabajo fino o preciso	2
c. trabajo muy fino y muy preciso	5
7. Nivel de ruido:	
a. continuo	0
b. intermitente –fuerte	2
c. intermitente –muy fuerte	5
d. de tono alto –fuerte	5
8. Estrés mental:	
a. proceso bastante complejo	1
b. atención compleja o amplia	4
c. muy compleja	8
9. Monotonía:	
a. nivel bajo	0
b. nivel medio	1
c. nivel alto	4
10. Tedio:	
a. algo tedioso	0
b. tedioso	2
c. muy tedioso	5