



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

**REDISEÑO DEL PROCESO DE DOBLEZ ESPECIAL MEDIANTE  
PLANCHADO EN UNA FÁBRICA DE PANTALONES**

**JORGE MARIO RODAS LOZANO**

**Asesorado por Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez**

**Guatemala, mayo de 2005**



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REDISEÑO DEL PROCESO DE DOBLEZ ESPECIAL MEDIANTE  
PLANCHADO EN UNA FÁBRICA DE PANTALONES

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**JORGE MARIO RODAS LOZANO**

ASESORADO POR ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MAYO 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 Alvarez
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:	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR:	Ing. Carlos Alex Olivares Otríz
EXAMINADOR:	Ing. Hugo Leonel Ramírez Ortíz
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:

### **REDISEÑO DEL PROCESO DE DOBLEZ ESPECIAL MEDIANTE PLANCHADO EN UNA FÁBRICA DE PANTALONES**

Tema que se me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 11 de agosto de 2004

**Jorge Mario Rodas Lozano**





Guatemala, 16 de febrero de 2005

Ingeniera  
Marcia Véliz  
Directora de escuela Mecánica Industrial  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señora Directora:

Por medio de la presente me es grato comunicarle que he concluido la revisión del trabajo de graduación titulado “**REDISEÑO DEL PROCESO DE DOBLEZ ESPECIAL MEDIANTE PLANCHADO EN UNA FÁBRICA DE PANTALONES**”, desarrollada por el estudiante Jorge Mario Rodas Lozano.

Considero que el trabajo realizado cumple con los objetivos establecidos llenando los requisitos académicos y de práctica necesaria, en virtud de lo cual, lo doy por aprobado, solicitando darle el trámite correspondiente.

Atentamente,

Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez  
Colegiado 3071



## **AGRADECIMIENTOS**

**Carlos Francisco Figueroa Monzón**, compañero y amigo, por su apoyo y disposición todo el tiempo y en la realización de este trabajo

**Luis Miguel García Román**, por todo su apoyo durante la realización de este estudio

**Raúl Antonio Esteban García**, por todo su optimismo, compañerismo y disposición

**Melvin Dorian Rodas López**, por su compañerismo y apoyo durante toda la época estudiantil

**Fredy Leonel Cisneros**, por su apoyo y disposición desde el inicio de este trabajo

**Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez**, por su apoyo, orientación y el tiempo invertido en este trabajo

**Ing. Edwin Bracamonte**, por su disposición y tiempo invertido en este trabajo

**Julio Estrada Morales**, por su apoyo en la realización de este trabajo



## **DEDICATORIA**

### **A MI PADRE CELESTIAL**

Por ser el ser más importante en mi vida, que me ha permitido lograr este triunfo, ya que sin él no hubiese podido. Porque durante toda mi vida ha sido la fuente principal que ilumina mi camino, todo mi amor y respeto son para él

### **A MIS PADRES**

Hugo Ramiro, por brindarme la oportunidad de estudiar y apoyarme incondicionalmente durante todo este tiempo, mostrándome el camino correcto, siendo un padre ejemplar

Yolanda Leticia, por todo el amor que me ha brindado y sigue brindando, por todas las preocupaciones que le ocasioné y por ser la fuerza que me apoya en todas mis decisiones instruyéndome por el camino correcto

### **A MIS HERMANOS**

Edgar Mauricio, César Orlando y Hugo Gerardo, por apoyarme todo el tiempo en forma incondicional, por disfrutar conmigo este triunfo que sin ustedes no hubiese conseguido, con especial cariño y amor por todo su apoyo

**A MIS AMIGOS Y  
COMPAÑEROS**

Por todos los inolvidables recuerdos, y los que quedan por cosechar, con mucho cariño y aprecio

**A MI FAMILIA EN  
GENERAL**

Gracias, por todo

# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	vii
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	ix
<b>GLOSARIO</b>	xi
<b>RESUMEN</b>	xv
<b>OBJETIVOS</b>	xvii
<b>INTRODUCCIÓN</b>	xix
<b>1. ASPECTOS GENERALES</b>	<b>1</b>
1.1. Presentación de la empresa	1
1.2. Funciones del departamento de plancha	2
1.2.1. Auditores de plancha	2
1.2.2. Paqueteros	3
1.2.3. Alimentadores	4
1.2.4. Planchadores	4
1.2.5. Recolector de <i>buggies</i>	5
1.2.6. Supervisor de plancha	5
1.2.7. Jefe de turno	6
1.3. Planchado permanente	7
1.3.1. Desgomado	7
1.3.2. Preparación de la resina	7
1.3.3. Métodos de aplicación de la resina	8
1.3.3.1. Aplicación <i>all over</i>	8
1.3.3.2. Aplicación localizada	9
1.3.4. Secado de la prenda	9

1.3.5.	Tipos de doblez especial	9
1.3.5.1.	Doble de ruedo	10
1.3.5.2.	Doble en el intermedio de las piernas	10
1.3.5.3.	Doble en el área inferior de las bolsas Delanteras	10
1.3.6.	Secado en horno	11
1.4.	Automatización	11
1.4.1.	Definición	11
1.4.2.	Automatización electroneumática	12
<b>2.</b>	<b>SITUACIÓN ACTUAL</b>	<b>13</b>
2.1.	Análisis del proceso de doblez especial mediante planchado	13
2.1.1.	Diagrama de flujo del doblez especial	13
2.1.2.	Diagrama de recorrido	16
2.1.3.	Diagrama hombre-máquina del doblez especial	17
2.2.	Maquinaria y equipo	18
2.2.1.	Plancha de vapor	18
2.2.2.	Plancha de mano	18
2.3.	Capacidad del proceso	19
2.3.1.	Ritmo de producción	19
2.3.2.	Eficiencia y productividad	20
2.4.	Evaluación de costos en el proceso	22
2.4.1.	Costos por unidad en proceso	22
2.4.2.	Costos por jornada de trabajo laborada	23
2.5.	Consecuencias perjudiciales debido a la utilización de planchas de vapor	23
2.5.1.	Reacción química indeseable	24
2.5.2.	Doble o arruga no permanente	24



2.5.3.	Proceso inseguro	24
2.5.4.	Acabado no acorde a las especificaciones	25
<b>3.</b>	<b>SITUACIÓN PROPUESTA</b>	<b>27</b>
3.1.	Sustitución de planchas de vapor	27
3.1.1.	Evaluación de alternativas	28
3.1.1.1.	Plancha de mano	28
3.1.1.2.	Plancha eléctrica	29
3.1.2.	Selección de la mejor alternativa	30
3.2.	Automatización de plancha eléctrica	32
3.3.	Diagramas del proceso	34
3.3.1.	Diagrama de operaciones	34
3.3.2.	Diagrama de flujo	37
3.3.3.	Diagrama de recorrido	38
3.3.4.	Diagrama hombre-máquina	40
3.3.5.	Balance de líneas	43
3.4.	Aumento de la capacidad del proceso	46
3.4.1.	Ritmo de producción	46
3.4.2.	Eficiencia y productividad	47
3.5.	Evaluación financiera	52
3.5.1.	Costos por unidad en proceso	52
3.5.2.	Costos por jornada de trabajo laborada	52
3.5.3.	Ahorro neto en el proceso	53
3.5.4.	Cálculo del <i>payback</i>	53
3.5.5.	Cálculo del valor presente neto	54
3.5.6.	Cálculo de la tasa interna de retorno	54
3.6.	Mejoramiento de la seguridad en las condiciones laborales del proceso	55

3.6.1.	Condiciones seguras	55
3.6.2.	Actos seguros	55
3.6.3.	Condiciones ergonómicas	56
<b>4.</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN</b>	<b>57</b>
4.1.	Automatización de la plancha eléctrica	57
4.1.1.	Análisis y preparación de la plancha eléctrica	57
4.1.2.	Instalación de las redes de alimentación eléctrica y neumática	57
4.1.3.	Diseño del circuito eléctrico de la automatización	59
4.1.4.	Diseño del circuito neumático de la automatización	61
4.1.5.	Diseño del circuito electroneumático de la automatización	62
4.2.	Instalación electroneumática	63
4.2.1.	Pasos para la conexión eléctrica	63
4.2.2.	Pasos para la conexión de la electroválvula	64
4.2.3.	Pasos para la conexión neumática	65
4.2.3.1.	Funcionamiento de las unidades de servicio	67
4.3.	Como operar la plancha eléctrica ya automatizada	68
4.3.1.	Encendido de la plancha	68
4.3.2.	Programación del tiempo y la temperatura de trabajo	69
4.3.3.	Colocación de la prenda con doblez especial	69
4.3.4.	Accionamiento para el descenso de la parte superior de la plancha	70
4.3.5.	Ascenso de la parte superior de la plancha	70
4.3.6.	Accionamiento del sistema de seguridad	70

<b>5. MEJORA CONTINUA</b>	<b>73</b>
5.1. Automatización de la plancha eléctrica	73
5.1.1. Sistema eléctrico	73
5.1.2. Sistema neumático	75
5.1.3. Electroválvula	77
5.2. Índices de evaluación del mantenimiento	77
5.2.1. Sistemas de confiabilidad	77
5.2.2. Eficiencia y productividad de la mano de obra	78
5.3. Capacitación	79
5.3.1. Mecánicos de línea	79
5.3.2. Operarios	80
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>81</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>83</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>85</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>87</b>



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES


### FIGURAS

1	Diagrama de flujo del dobléz especial mediante planchado	14
2	Diagrama de recorrido del dobléz especial mediante planchado	16
3	Diagrama hombre máquina del dobléz especial mediante planchado	17
4	Diagrama de operaciones del dobléz mediante planchado	35
5	Diagrama de flujo del dobléz mediante planchado	37
6	Diagrama de recorrido del dobléz mediante planchado	39
7	Diagrama hombre máquina para el dobléz especial de rueda	40
8	Diagrama hombre máquina para el dobléz en el intermedio de las piernas	41
9	Diagrama hombre máquina para el dobléz en el área inferior de las bolsas delantera	42
10	Circuito eléctrico de la automatización	60
11	Circuito neumático de la automatización	61
12	Circuito electroneumático de la automatización	62
13	Prensa térmica sujeta a automatización	87
14	Elementos neumáticos de la automatización, cilindro de doble efecto, unidad de mantenimiento y electro válvula 5/2 Festo	88
15	Diagrama del montaje de la electroválvula 5/2	89
16	Diagrama del montaje de la unidad de mantenimiento Festo	90
17	Diagrama del montaje para el cilindro normalizado de doble efecto Festo	91

## TABLAS

I	Resumen del diagrama hombre-máquina	21
II	Comparación de costos para las planchas alternativas	31
III	Resultados a utilizar en el balance de líneas	44
IV	Secuencia de operaciones del proceso por estación de trabajo	45
V	Resumen del diagrama hombre-máquina para el dobléz de ruedo	48
VI	Resumen del diagrama hombre-máquina para el dobléz Intermedio del las piernas	48
VII	Resumen del diagrama hombre-máquina para el dobléz en el área inferior de las bolsas delanteras	49

## LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado.
<b>bar.</b>	Unidad de presión
<b>l/min</b>	Litros por minuto
<b>R</b>	Ritmo de producción
<b>E op.</b>	Eficiencia del operario
<b>E plancha</b>	Eficiencia de la plancha
<b>P</b>	Productividad
<b>IP</b>	Índice de producción
<b>NO</b>	Número de operarios
<b>TE</b>	Tiempo estándar
<b>E</b>	Eficiencia
<b>TA</b>	Tiempo asignado
<b>VPN</b>	Valor presente neto
<b>PLC</b>	Programador lógico controlado
	Indicador de accionamiento del circuito de seguridad.





## GLOSARIO

<b>PLC</b>	Programador Lógico Controlado: se utiliza para realizar una serie de labores que se le han programado e introducido a su memoria, es característico en un proceso automatizado
<b>Buggies</b>	Nombre de los carritos que se utilizan para movilizar los lotes de pantalones, en las distintas áreas dentro la empresa
<b>Tooper</b>	Método de planchado característico, que se realiza en una plancha tipo tooper
<b>Legger</b>	Método de planchado característico, que se realiza en una plancha tipo legger
<b>Parys press</b>	Método de planchado característico, que se realiza en una plancha tipo parys press
<b>Granit 625</b>	Sistema de resinas glioxálicas precatalizado, bajo en formaldehído de alta concentración, se utiliza para fibras de algodón con el objeto de dar suavidad, lubricación y resistencia a la fibra

<b>Gravedad específica</b>	Característica del fluido en cuestión que relaciona el peso específico de dicho fluido con el peso específico del patrón; por lo regular el patrón es representado por el agua
<b>Solubilidad</b>	Medida de cuánto soluto es posible disolver en una cantidad determinada de disolvente a una temperatura específica
<b>Temperatura</b>	Medida de la energía calorífica que posee una materia
<b>Prensa térmica</b>	Máquina que se utiliza para el planchado de prendas de vestir, específicamente pantalones; tiene un funcionamiento operación eléctrico
<b>IP</b>	Índice de producción, indica la cantidad de pantalones que se deben fabricar por hora para satisfacer la demanda requerida en el tiempo efectivo de trabajo
<b><i>Payback</i></b>	Tiempo de retorno de la inversión, representa un análisis sobre la inversión para determinar el tiempo necesario para su recuperación
<b>VPN</b>	Valor Presente Neto, representa un análisis que indica la viabilidad en la realización de un proyecto, tomando como variables los costos operacionales, la inversión inicial, los ingresos promedios y la vida útil esperada para el proyecto

<b>Ergonomía</b>	Conjunto de técnicas que estudian la mejor adaptación de las personas a su trabajo
<b>Cable protodur AWG blindado, flexible #</b>	Simbología para representar el tipo de cable a utilizar, especifica que debe ser flexible, blindado y, de acuerdo a su número, puede trabajar con un voltaje específico
<b>MS</b>	Interruptor de límite, representa el encendido y apagado de la fuente de alimentación principal, del circuito eléctrico y electro neumático, de accionamiento manual
<b>TC</b>	Termopar, representa un dispositivo cuya función es controlar el funcionamiento de un sistema bajo un rango de temperatura previamente asignado, desactivando el sistema bajo cualquier otro rango de temperatura no asignado previamente
<b>C</b>	Contactador de calentamiento, dispositivo cuya función es dar accionamiento a un circuito respondiendo a impulsos térmicos traducidos y recibidos por el PLC
<b>R1</b>	Resistencia, representa un obstáculo al flujo eléctrico con el objeto de generar energía calorífica aprovechable en el proceso
<b>Bifásico</b>	Indica la corriente alterna de dos fases

**Unitrón 14**

Limpia contactos de circuitos eléctricos y electrónicos de uso común en estas aplicaciones

**Economía de escala**

Hace referencia a que un determinado incremento de capacidad a largo plazo necesita un aumento menos proporcional de la estructura fija, por lo que los costos fijos por unidad producida disminuyen

## RESUMEN

Mediante la instalación de prensas térmicas sujetas a una automatización electroneumática así como por medio de la implementación de nuevos diagramas de operaciones para el área de acabados especiales mediante planchado en una fábrica de pantalones, se logra un rediseño operacional en el área, obteniendo con ello un funcionamiento sistematizado encaminado al logro del cumplimiento de especificaciones con la mayor productividad esperada. La automatización de las prensas térmicas es de importancia para la empresa, ya que independientemente de proporcionar un desarrollo de operaciones acorde a las especificaciones, cumplimiento de la demanda en el tiempo efectivo programado, disminución de lotes de producción rechazados y la satisfacción del cliente en general, brinda un retorno de la inversión de corto tiempo debido a la materialización de los beneficios mencionados anteriormente y a un costo de inversión relativamente bajo, además de incrementar la confiabilidad de la empresa, maximizando el consumo de los clientes y la apertura de nuevos.

El estudio presenta a la empresa, aspectos generales relacionados con el producto que se elabora en el área específica de acabados especiales mediante planchado, así como las definiciones sobre lo que es automatización y automatización electroneumática.

Se describe la situación actual operacional de la empresa, en lo que respecta al área de acabados especiales mediante planchado; se abordan las desventajas de los métodos utilizados y se indican los diagramas que describen dicho funcionamiento. Además, se realiza una evaluación de la capacidad actual del proceso y análisis de costos.

Se propone la implementación de prensas térmicas automatizadas mediante una evaluación de alternativas con base en ventajas, desventajas y análisis de costos entre las propuestas. Además, se presentan las secuencias de diagramas operacionales con base en la automatización implementada y se presenta una evaluación financiera y de seguridad en las condiciones laborales del proceso, que respaldan la implementación.

Además, se exponen los pasos para realizar la automatización de la plancha eléctrica, conjuntamente con los diseños de los circuitos característicos de la automatización, además de presentar los pasos necesarios para la operación de la prensa térmica ya automatizada.

Por último, se definen actividades como el mantenimiento de la maquinaria y la capacitación tanto a mecánicos de línea, como operarios, requeridas para la unidad automatizada, pues son indispensables para el funcionamiento completo y continuo del mismo.

## OBJETIVOS

- **GENERAL**

Rediseñar el proceso de doblez especial mediante planchado en una fábrica de pantalones, por medio de una automatización y una reestructuración de las operaciones y diagramas del proceso, en relación con la automatización

- **ESPECÍFICOS**

1. Garantizar la mejora del proceso de doblez especial mediante planchado al automatizar y reestructurar las operaciones en el área
2. Establecer un análisis comparativo sobre la situación actual y la propuesta de mejora dentro del área específica
3. Diseñar la implementación de la automatización para el proceso
4. Diseñar un instructivo para la operación de la plancha eléctrica ya automatizada
5. Rediseñar los diagramas de proceso y operación del doblez especial mediante planchado una vez efectuada la automatización
6. Desarrollar un programa de mejora continua de la unidad automatizada para lograr un funcionamiento adecuado e ininterrumpido





## INTRODUCCIÓN

Conscientes de la importancia de la utilización de la tecnología, con el fin de mejorar los procesos productivos, vemos que es de gran importancia introducirlos en el proceso de producción de la industria textil, como una fábrica de pantalones. Se sabe que conjuntamente con la tecnología avanzan las exigencias por lograr procesos cada vez más productivos que nos brinden una calidad óptima deseada para la satisfacción de los clientes. Para ello es necesario diseñar procesos productivos sistematizados, obteniendo, mediante la integración de ambos cambios, un rediseño de procesos completo, que permite una mejora real y continua.

Debido a la importancia que juega la tecnología para poder lograr una ventaja competitiva en el mercado, cabe mencionar que la empresa para la que se propone el rediseño del proceso se dedica a la fabricaciones de pantalones que se integra dentro del ramo textil de la industria, razón por la cual es de importancia contar con sistemas automatizados para el desarrollo de procesos que permitan obtener dicha ventaja competitiva sostenible, debido a la gran cantidad de industrias en el país dedicadas a este ramo.

Por esta razón, el presente trabajo pretende hacer llegar de manera práctica, sencilla y profesional el procedimiento adecuado que permita la realización de la automatización electroneumática y el rediseño para las operaciones del proceso en el área de acabados especiales mediante planchado.

A demás, se puede resaltar que dicho aporte servirá de marco referente para aquellos interesados en adquirir conocimientos básicos sobre la automatización de procesos con objeto de mejorar en el área productiva del ramo textil.

El tipo de automatización realizada, además de ser característica de una fábrica de pantalones, puede adaptarse para obtener resultados similares en cualquier área de la industria textil con el objeto de lograr ventajas competitivas en su mercado meta específico.

# 1. ASPECTOS GENERALES

## 1.1. Presentación de la empresa

La empresa donde se efectúa el rediseño del proceso de doblez especial es líder en nuestro país en lo que se refiere a la fabricación de pantalones de prestigiosas marcas. Esta empresa tiene la particularidad de no ser considerada una maquila, sino una industria del ramo textil, ya que se dedica exclusivamente a la fabricación de estas prendas, por pedido.

Fue fundada en Guatemala en 1992, y desde entonces se ha convertido en la empresa líder en nuestro país en lo que respecta a la elaboración de pantalones. Además, es considerada entre las mejores y más grandes plantas de toda Latinoamérica.

Su producto abarca un mercado específico, ya que trabaja con marcas establecidas, las cuales proponen las especificaciones del producto, y la empresa es la encargada de elaborar las prendas con base en estas especificaciones.

Una particularidad de la empresa es que los productos que fabrica no están destinados para el mercado interno, sino que son exportados a otros países, como Estados Unidos y algunos de Europa, debido a que las marcas con que se trabaja pertenecen a estos mercados internacionales.

Actualmente, la empresa es considerada como la industria textil más importante y grande del país.

Además, cuenta con la mejor tecnología en lo que respecta a la fabricación de pantalones, y representa una fuente de trabajo para más de 8000 empleados en el país.

## **1.2. Funciones del departamento de plancha**

El departamento de plancha tiene dos objetivos primordiales: brindar una apariencia sin arrugas ni distorsiones en los pantalones sometidos a dicho proceso, y brindar una apariencia con arrugas permanentes en determinadas partes del pantalón, también sometido a este proceso. Por ello el departamento de plancha se divide en dos áreas, las cuales son: el área principal, en donde se realiza el típico planchado para borrar arrugas de cualquier tipo en el pantalón, y el área de acabados especiales mediante planchados, el cual tiene como función primordial lograr un acabado o apariencia que supone un tipo de arruga permanente en determinadas áreas del pantalón. Este tipo de acabado se realiza por medio de especificaciones de algunos clientes y solo en algunos estilos específicos que son bien definidos. Para llevar a cabo su función principal, el departamento de plancha está integrado por siete elementos que, al cumplir con sus propias funciones, permiten el cumplimiento de los objetivos del departamento.

### **1.2.1. Auditores de plancha**

Tienen como funciones específicas:

- Hacer el cuadrado de cada corte ya separado conjuntamente con el encargado del cuadro, de separación por talla
- Hacer auditoría de revolvimiento de cortes, piezas sin corte y otros

- Informar al alimentador del estado del corte
- Corroborar que la información recopilada del corte coincide con el fólder de ruta del mismo
- Acomodar adecuadamente las tallas en los *buggies* o tapas para un mejor manejo del paquetero
- Informar al jefe de turno de cualquier problema o eventualidad

### **1.2.2. Paqueteros**

Tienen como funciones:

- Alimentar a todos los operadores de plancha con trabajo
- Llevar un registro de las cantidades ingresadas a cada pareja de planchadores
- Informar a los operarios qué programa se va a utilizar para planchar cada corte
- Llevar todos los *buggies* ya planchados al área de modulo cero
- Ingresar en los estantes indicados cada talla planchada en la estantería del área de módulo cero
- Informar a su supervisor de cualquier problema o eventualidad que surja

### **1.2.3. Alimentadores**

Tienen las siguientes responsabilidades:

- Mantener al día las tres hojas de control del departamento, producción general, producción por cliente, producción por hora
- Mantener control del estatus antes de ingresar a plancha y después de finalizado el turno
- Recopilar la información de lo planchado por pareja de planchadores en el día
- Reportar jefe de turno las horas extras de cada turno
- Informar al supervisor respectivo cuándo se pueda ingresar un corte a su planchado
- Entregar y recibir cuadernillos de asistencia

### **1.2.4. Planchadores**

Tienen las siguientes atribuciones:

- Planchar las prendas según especificaciones y requerimientos de los diferentes tipos de pantalones según el cliente específico

- Tener dominio de las planchas Tooper, Legeer y Parys Prees, además del planchado a mano
- Doblar piezas después de haber sido planchadas y acomodarlas de tal forma que no se confundan las diferentes tallas ni los paquetes
- Tener conocimiento previo de cada tipo de planchado (confirmar con el supervisor)

#### **1.2.5. Recolector de *buggies***

Tiene como función:

- Proveer de *buggies* a las baterías de plancha
- Recolectar los *buggies* y forros en todas las áreas de terminado
- Ordenar los *buggies* dentro de un área específica
- Sacar el vapor condensado que disipan las planchas y tirarlo

#### **1.2.6. Supervisor de plancha**

Tiene como función:

- Coordinar la producción y controlar la calidad del planchado
- Corroborar con su respectivo auditor si efectivamente se puede iniciar el planchado del corte.

- Copiar del f6lder respectivo de ruta del corte, en el momento en que el alimentador le informa que ya puede iniciar el planchado del mismo, la informaci3n correspondiente a la cantidad total del mismo
- Llevar a los encargados de calidad el f6lder del corte que se est1 iniciando
- Supervisar la producci3n en la bater1a y l1nea de trabajo (que la carga a plancha sea sin atraso para que no se pare la producci3n)
- Mantener orden y limpieza dentro de su bater1a
- Controlar la maquinaria en caso de desperfecto auxili1ndose con el departamento de mantenimiento
- Mantener una relaci3n directa con el personal operativo, inform1ndole claramente de los objetivos, metas y eficiencias producidas y esperadas por d1a
- Firmar al supervisor de separaci3n la hoja de control cuando se ingrese un corte ya corroborado por el auditor a plancha
- Llevar el control de ingresos firmados de cortes no cuadrados que se ingresan en el 1rea de separaci3n al 1rea de plancha

### **1.2.7. Jefe de turno**

Tiene las siguientes funciones:



- Dar seguimiento a las prioridades de producción y a las programaciones realizadas por el jefe de plancha
- Coordinar las actividades de los supervisores con respecto a calidad, producción, planchados nuevos
- Asegurarse de que se cumplan las normas y procedimientos establecidos

### **1.3. Planchado permanente**

El planchado permanente es un proceso mediante el cual se logra obtener un acabado especial en el pantalón, dependiendo de especificaciones bien definidas por el cliente. Para la realización de este proceso intervienen las siguientes etapas.

#### **1.3.1. Desgomado**

Es una etapa que tiene como objetivo desgomar bien las prendas, eliminar todo el apresto, jabones e impurezas en la prenda. Esto se lleva a cabo en la lavandería mediante el sometimiento de la prenda a la máquina lavadora durante un tiempo prudente de 8 min. Después, en la misma área de lavandería se lleva a cabo un tipo de secado, utilizando para ello secadoras industriales.

#### **1.3.2. Preparación de la resina**

La resina se debe preparar según recomendaciones. Para ello se utiliza un tipo de resina llamado GRANIT 625.

El GRANIT 625 es un sistema de resinas glioxálicas pre-catalizado, bajo en formaldehído de alta concentración. Puede ser utilizado en fibras de algodón y/o mezclas de algodón/sintético. Es un producto único diseñado para dar suavidad, lubricación y resistencia ala fibra. Entre sus propiedades típicas figuran:

Apariencia	líquido claro opaco
pH	3 – 4
Gravedad específica	1.3 – 1.32
Solubilidades	completa en agua en todas proporciones
Compatibilidad	acabado con resinas

### **1.3.3. Métodos de aplicación de la resina**

La resina se debe aplicar al pantalón para efectuar el curamiento, que consiste en preparar el pantalón para que se pueda planchar y poder lograr la arruga permanente en. La aplicación de la resina depende de especificaciones bien definidas para cada pantalón. Así, una marca “X” lleva 25% de resina GRANIT 625 y un 75% de agua. Otra marca “Y” lleva un 30 % de resina GRANIT 625 y un 70% de agua, etcétera; dependiendo de cada marca están especificados. Para logra esto se utilizan los siguientes métodos:

#### **1.3.3.1. Aplicación *all over***

Este proceso se lleva a cabo mediante la aplicación de la resina en todo el pantalón por medio de spray con pistola de retoque. El objetivo de este tipo de aplicación es preparar la prenda para el proceso posterior.

Dicho proceso consiste en lijar todo el pantalón para lograr en él un acabado especial. Este tipo de aplicación debe hacerse solo bajo especificaciones bien definidas en algunos modelos.

#### **1.3.3.2. Aplicación localizada**

Este proceso se lleva a cabo mediante la aplicación de la resina en áreas localizadas del pantalón por medio de spray con pistola de retoque. Las áreas son: el ruedo, el intermedio de las piernas y el área de las bolsas delanteras del pantalón. El objetivo de este tipo de aplicación es preparar la prenda para el proceso posterior, que consiste en lijar dichas áreas del pantalón para lograr en él un acabado especial. Este tipo de aplicación debe hacerse solo bajo especificaciones bien definidas para algunos modelos.

#### **1.3.4. Secado de la prenda**

Este proceso se lleva a cabo utilizando una secadora industrial, que en algunos casos viene como función de la propia lavadora y en otros se tienen secadoras por separado. Para este proceso se especifica dejar al menos un 10% de humedad en la prenda. Esto tiene como objetivo proporcionar una mejor adherencia de la resina que fue aplicada a la prenda.

#### **1.3.5. Tipos de doblez especial**

El doblez especial representa un tipo de acabado especial, que se logra utilizando una plancha de alta temperatura. Cada modelo de pantalones tiene determinado tipo específico de acabado especial. Éste tipo, denominado doblez especial, consiste en proporcionar una clase de arruga permanente.

Una arruga debe realizarse en ciertas partes específicas de la prenda y la forma en que se lleva a cabo se menciona a continuación.

#### **1.3.5.1. Doble de ruedo**

Este doblez se lleva a cabo en los ruedos del pantalón, en ambos lados de este. Tiene el objetivo de proporcionar una arruga permanente en ésta área específica. El procedimiento consiste en que el operario, después de recibir el pantalón, lo acomoda, y moldea la arruga manualmente, lo cual lleva un tiempo aproximado de 1.30 minutos. Luego, coloca la pieza dentro de la plancha de alta temperatura durante un tiempo aproximado de 20 segundos en ambos lados del ruedo. Después retira la prenda de la plancha, obteniéndose el doblez de ruedo especificado.

#### **1.3.5.2. Doble en el intermedio de las piernas**

En el área que representa la parte intermedia del pantalón, es decir, donde va el dorso de la rodilla, también es necesario este tipo de acabado especial de doblez. El procedimiento es similar al de doblez en el ruedo. La diferencia está en que únicamente la arruga permanente se realiza en esta área del dorso de la rodilla, es decir, por la parte posterior del pantalón.

El tiempo sometido a la alta temperatura de la plancha es de 20 segundos aproximadamente. Luego, se retira la prenda de la plancha.

#### **1.3.5.3. Doble en el área inferior de las bolsas delanteras**

Este acabado se realiza en la parte delantera del pantalón en un área colocada justamente por debajo de las aberturas que corresponden a las bolsas delanteras.

La arruga permanente se moldea a mano por el operario en un tiempo de 1.15 segundos. Luego, es sometida a la plancha de alta temperatura durante un tiempo aproximado de 40 segundos para lograr la fijación de la arruga. Después, el operario retira la prenda de la plancha, dando por terminado este proceso de doblez especial.

### **1.3.6. Secado en horno**

Una vez terminado el proceso de acabado denominado doblez especial mediante planchado, la prenda de vestir pasa al proceso de secado en horno, el cual se lleva a cabo mediante un horno eléctrico a una temperatura de 160 °C. El tiempo que utiliza al pasar por el horno está entre 7 – 12 minutos. Este proceso tiene como objetivo asegurar y fijar las arrugas, además de permitir una mejor adherencia de la resina a la fibra de la tela.

## **1.4. Automatización**

### **1.4.1. Definición**

La automatización con relación a procesos se puede decir que es aplicar a la industria ciertos procedimientos automáticos, que proporcionan algunas ramas de la ingeniería, como la electrónica, la eléctrica, la mecánica etc., y que facilitan y agilizan enormemente las operaciones.

Mediante la automatización de un proceso podemos lograr pasar de una operación manual a una operación automática que brinde mejores resultados, y lograr con ello una mayor estandarización de procedimientos encaminados a lograr la mayor productividad y eficiencia en el proceso.

### **1.4.2. Automatización electroneumática**

Al referirnos a la automatización electroneumática, describimos el procedimiento para convertir un proceso que se efectúa manualmente, en otro proceso que se ha de ejecutar en forma automática, empleando circuitos eléctricos de activación para obtener una serie de seguimientos consecuentes de circuitos neumáticos que permitan la realización de dichos procedimientos.

Tal proceso se puede llevar a cabo de forma inversa, o mediante una combinación de ambos.

## **2. SITUACION ACTUAL**

### **2.1. Análisis del proceso de doblez especial mediante planchado**

Este proceso representa un tipo de acabado especial que se realiza para un tipo específico y determinado de pantalón. No todos los pantalones que se fabrican llevan este tipo de acabado especial.

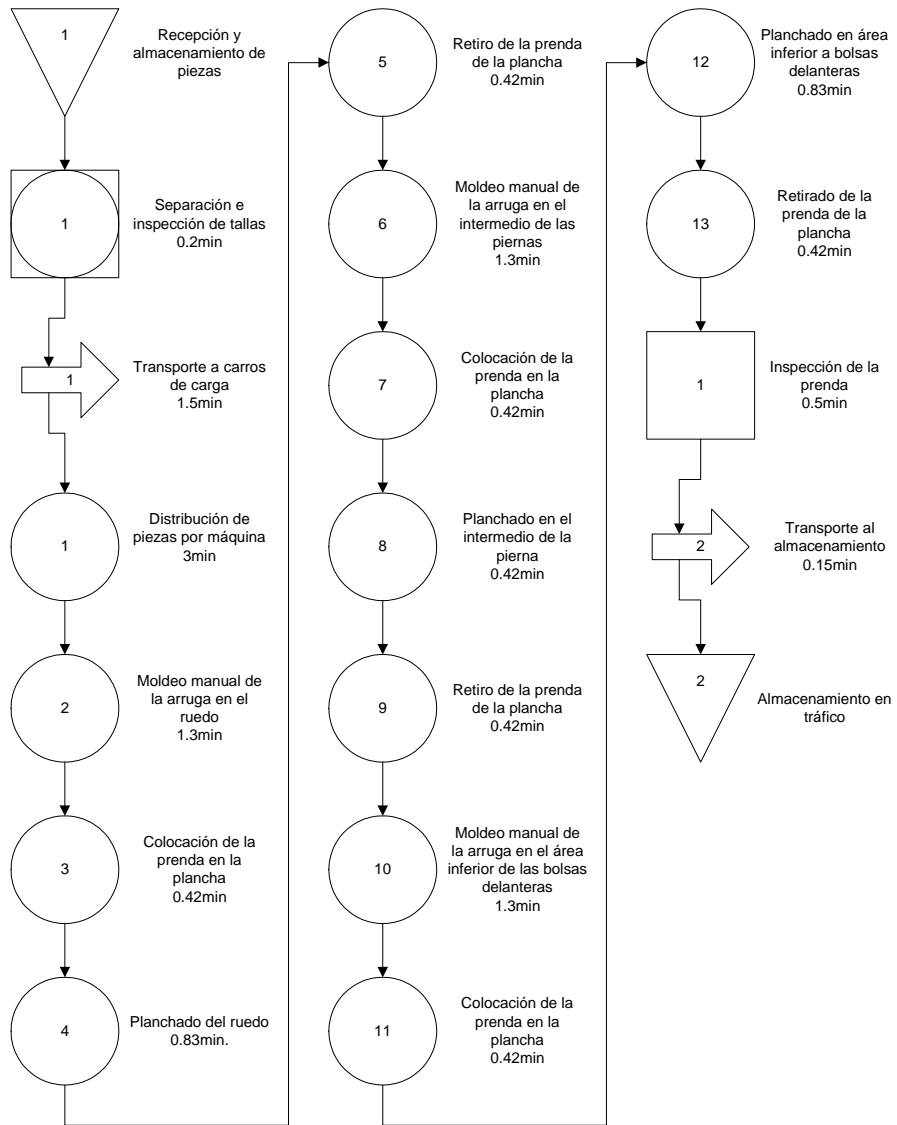
Este proceso, como se vio anteriormente, consiste en un tipo de arruga permanente que se proporciona al pantalón en partes como el ruedo, el intermedio de las piernas y el área inferior de las bolsas delanteras. El proceso se lleva a cabo en el área de acabados especiales y cuenta para su realización con tres planchas de vapor tipo industrial y una plancha manual tipo casero. Se cuenta con 5 operarios planchadores y un supervisor para el funcionamiento de dicha área. Se trabaja 12 horas diarias con una meta trazada de 70 pantalones por operario, es decir, 350 pantalones diarios con acabados especiales; se tiene estimado que un pantalón tarda 8 minutos en hacerle el doblez especial en las tres partes establecidas. Además, cada operario realiza los tres tipos de doblez en el pantalón. El moldeo de la arruga se realiza manualmente, igual que el operar la plancha; es decir, se abre con la mano la plancha por medio de una palanca y se cierra al bajar la parte superior de esta, también con la mano.

#### **2.1.1. Diagrama de flujo del doblez especial.**

El siguiente diagrama muestra la forma actual en que el proceso de doblez especial se lleva a cabo en el área.

**Figura 1. Diagrama de flujo del dobléz especial mediante planchado**

ASUNTO: DOBLEZ ESPECIAL CON PLANCHA INICIA: B.M.P. FINALIZA: B.P.T. DIAGRAMA: FLUJO	DEPARTAMENTO: ACABADOS ESPECIALES SITUACIÓN: ACTUAL ANALISTA: JORGE RODAS HOJA: 1/2
--	--

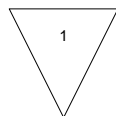




... Continuación

ASUNTO: DOBLEZ ESPECIAL CON PLANCHA	DEPARTAMENTO: ACABADOS ESPECIALES
INICIA: B.M.P.	SITUACIÓN: ACTUAL
FINALIZA: B.P.T.	ANALISTA: JORGE RODAS
DIAGRAMA: FLUJO	HOJA: 2/2

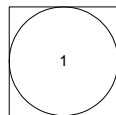
RESUMEN			
Símbolo	Descripción	Número total	Tiempo



Almacenamiento

2

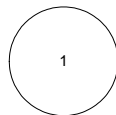
-----



Operación combinada

1

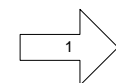
0.2 min



Operación

13

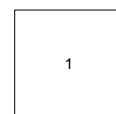
11.5 min



Transporte

2

1.65 min



Inspección

1

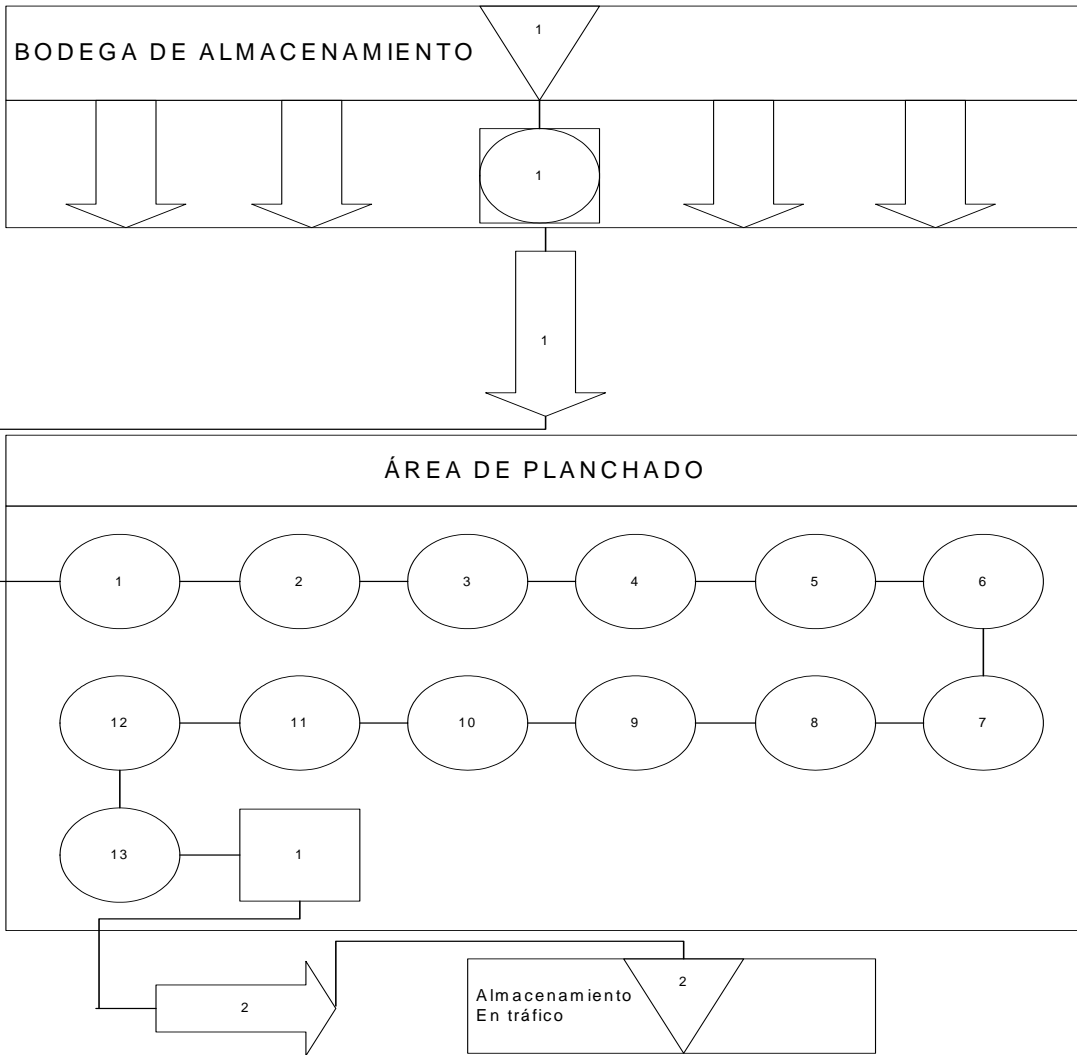
0.5 min

### 2.1.2. Diagrama de recorrido del doblado especial

Muestra la ubicación actual del área describe el recorrido del objeto de trabajo.

**Figura 2. Diagrama de recorrido del doblado especial mediante planchado.**

ASUNTO: DOBLADO ESPECIAL CON PLANCHA	DEPARTAMENTO: ACABADOS ESPECIALES
INICIA: B.M.P.	SITUACIÓN: ACTUAL
FINALIZA: B.P.T.	ANALISTA: JORGE RODAS
DIAGRAMA: DE RECORRIDO	HOJA:1/1

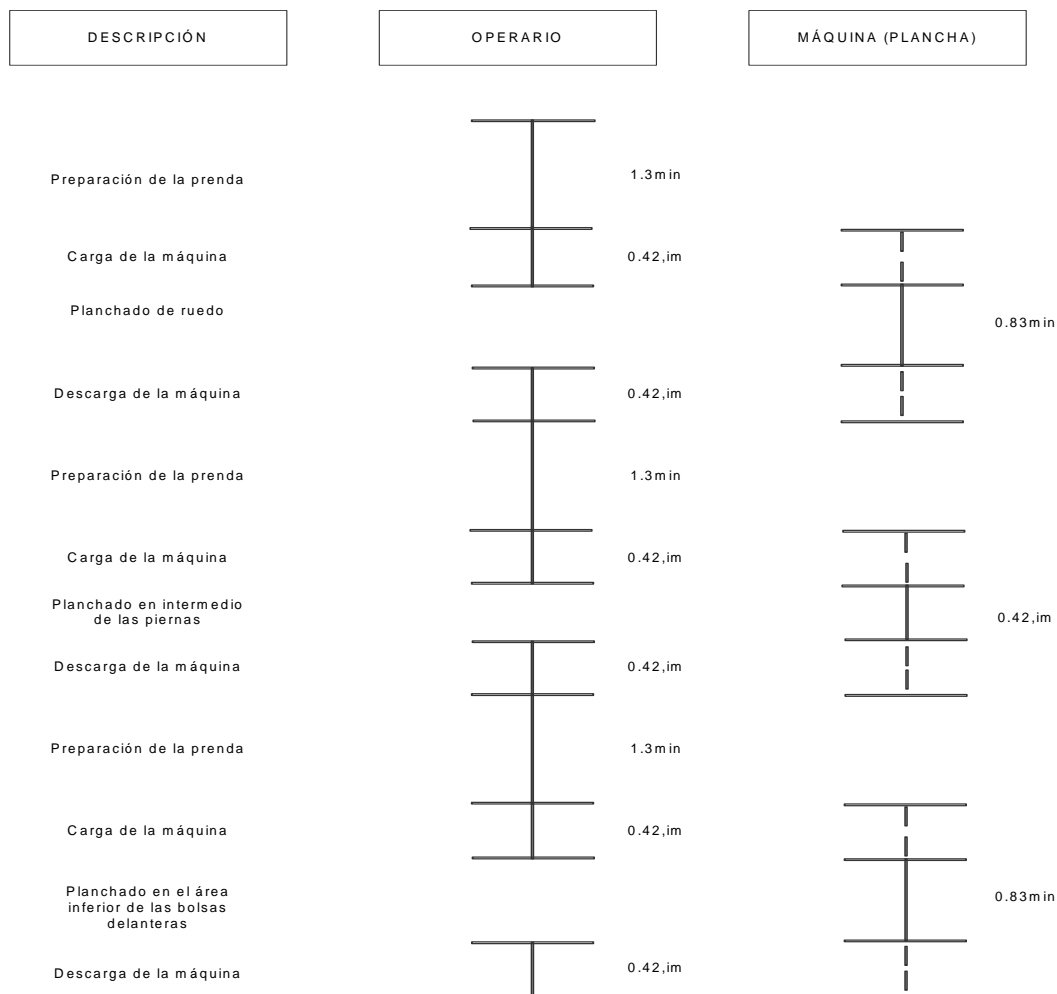


### 2.1.3. Diagrama hombre-máquina

Muestra el análisis del proceso completo de doblez especial realizado por un operario.

**Figura 3. Diagrama hombre máquina del doblez mediante planchado**

ASUNTO: DOBLEZ ESPECIAL CON PLANCHA	ÁREA: PLANCHADO
PROCESO: DOBLEZ ESPECIAL	SITUACIÓN: ACTUAL
DEPARTAMENTO: ACABADOS ESPECIALES	ANALISTA: JORGE RODAS
DIAGRAMA: HOMBRE MÁQUINA	HOJA: 1/1



## **2.2. Maquinaria y equipo**

### **2.2.1. Planchas de vapor**

Un tipo de plancha utilizada para la realización del doblado especial es la de vapor. Esta funciona a temperaturas que oscilan entre 150 °C – 160 °C. Y además, como es de notarse, es alimentado, mediante una tubería de vapor que, además de proporcionar una temperatura adecuada, proporciona una presión de trabajo estándar que es de 6.20 – 7.24 bar. Las partes que conforman esta plancha industrial son: palanca de vapor manual, que permite el paso del vapor de trabajo; la cabeza de la plancha, que es la parte superior de la plancha, en donde se obtiene la temperatura de trabajo; la mesa, que es la parte inferior de la plancha donde se coloca la prenda a trabajar; el pedal de vapor manual, el cual introduce el vapor de trabajo necesario cuando el trabajador lo presiona para nivelar la presión que indica el manómetro; el pedal de vacío manual, el cual se utiliza para crear una diferencia de presión y retirar aquel vapor que no se utilice ya para el trabajo; la llave de purga, que se utiliza para hacer la purga del vapor condensado; el indicador de presión (manómetro), para visualizar la presión de trabajo. Una desventaja de este tipo de plancha es que ocasiona una reacción química indeseable por la resina aplicada a la prenda, obteniendo un acabado no acorde al cien por ciento con las especificaciones. De este tipo de plancha se cuenta con tres unidades.

### **2.2.2 Plancha de mano**

Otro tipo de plancha utilizado es la plancha eléctrica de mano, la cual funciona igual que las planchas domésticas del hogar. Llevan en el interior resistencias eléctricas que hacen el trabajo de elevar la temperatura.

Una de las particularidades de esta plancha es que tarda un tiempo de planchado brevemente mayor para lograr la arruga permanente. Además, se tiene la ventaja de no utilizar vapor, con lo cual se logra obtener resultados en el acabado cada vez más exactos respecto de las especificaciones. Este tipo de plancha consta de: mango o sujetador manual del cuerpo de la plancha; base de teflón, que es el área de trabajo donde internamente cuenta con las resistencias para obtener el cambio de temperaturas; el cable de conexión, que suministra la alimentación del sistema eléctrico convencional, y el selector de temperaturas, para fijar la temperatura de trabajo. De este tipo de plancha se cuenta con una unidad.

### **2.3. Capacidad del proceso**

Para poder determinar la capacidad del proceso se utiliza el diagrama hombre-máquina; el número de piezas que se fabrican al día, según datos estadísticos de la empresa; y además se utilizarán datos estándares utilizados en el área de planchado. La capacidad del proceso se cuantifica de la siguiente forma.

#### **2.3.1. Ritmo de producción**

El ritmo de producción del área de planchado se calcula así:

$$R = \text{No. total de piezas procesadas} / \text{tiempo efectivo de trabajo}$$

Según los datos estadísticos de la empresa se tiene una producción promedio diaria, en el área de acabados especiales mediante planchado, de 290 pantalones, en una jornada de trabajo de 12 horas al día.

El tiempo efectivo de trabajo lo calculamos sabiendo que se tiene 1 hora para el almuerzo, cuarenta y cinco minutos de paros programados, que incluyen idas al baño, dos refacciones, tiempo para tomar agua, entre otros. Por ello se tienen en total 12 hrs.– 1.75 hrs. = 10.25hrs. Luego tenemos:

$$R = 290 / 10.25 \text{ (1hr/60min)} = 0.472 \text{ pantalones/minuto.}$$

En toda el área de planchado, ahora para cada operario, es:

$$R = 0.472 / 5 = 0.0943 \text{ pantalones/minuto}$$

### **2.3.2. Eficiencia y productividad**

La eficiencia y la productividad se calculan con base en el diagrama hombre-máquina y según los datos estándares de la empresa, utilizando para ello el siguiente procedimiento:

$$E_{op} = \text{tiempo del operario} / \text{tiempo de ciclo} * (100)$$

$$E_{plancha} = \text{tiempo de máquina} / \text{tiempo de ciclo} * (100)$$

$$\text{Productividad} = \text{obtenido} / \text{invertido}$$

Del diagrama hombre-máquina se tienen los resultados que se pueden observar en la tabla I, los cuales pertenecen a la realización del acabado especial para una prenda de vestir, únicamente.

En la tabla I, se puede apreciar el tiempo de ciclo actual necesario para la realización del proceso de doblado especial, así como los tiempos muertos y los tiempos de ocio durante el proceso.

**Tabla I. Resumen del diagrama hombre-máquina**

DESCRIPCIÓN	OPERARIO	PLANCHA
Tiempo de trabajo	6.42 minutos	2.08 minutos
Tiempo de ocio	2.08 minutos	-----
Tiempo de servicio	-----	2.52 minutos
Tiempo muerto	-----	3.90 minutos
<b>Tiempo de ciclo</b>	<b>8.5 minutos</b>	<b>8.5 minutos</b>

$$E_{op} = (6.42/8.5) * 100 = 75.52\%$$

$$E_{plancha} = (2.08/8.5) * 100 = 24.48\%$$

La eficiencia del operario es del 75.52% y la eficiencia con la que trabaja la plancha es de 24.48%.

Para determinar los recursos invertidos en el área de acabados especiales, se realiza el siguiente procedimiento.

El operario tiene un salario de Q1500.00, más Q700.00 de horas extras, para un total de Q2200 al mes. Un supervisor tiene un salario de Q3500.00 mensuales. La mano de obra en este departamento tiene un costo de Q14,500.00 al mes, equivalente a Q0.67/minuto. El consumo eléctrico de la plancha es de 0.5Kw/h y el precio del Kw/h es de Q1.49. Entonces se tiene un costo de Q0.0124/minuto. Las planchas por vapor tienen un costo mensual de Q500.00 en total por lo que equivale a Q0.023./minuto.

De este análisis se tiene que el costo del funcionamiento de las planchas es de Q0.0354/minuto. De los datos anteriores se infiere que la productividad en el área de acabados especiales mediante planchado es de.

$$P = \frac{[6.42 (0.67) + 2.08 (0.0354)] * (100)}{8.5 (0.67) + 8.5 (0.0354)} = 72.96\%$$

De lo anterior, tenemos que la productividad en este departamento es de 72.96%.

## **2.4. Evaluación de costos en el proceso**

Estos costos son evaluados en función de los factores de mano de obra y de los que permiten el funcionamiento y mantenimiento de las planchas durante el proceso.

### **2.4.1. Costos por unidad en el proceso**

Involucra los insumos necesarios para poder dar proceso al acabado especial mediante planchado de un pantalón, únicamente. Con los costos de mano de obra se tiene en el área un total de Q14,500.00 al mes, lo que representa Q0.786/minuto, por jornada efectiva. Un pantalón en proceso se lleva un tiempo de 8.5 minutos, y como se cuenta con 4 planchas, se tiene un tiempo neto de 2.125 minutos por pantalón, lo que hace un costo en mano de obra de Q1.67 por unidad. En lo que respecta al funcionamiento y mantenimiento de las planchas, tanto de vapor como eléctricas, se tiene un costo al mes de Q768.2, lo que representa Q0.0354/minuto, que hace un costo de Q0.075 por unidad. De los datos anteriores se infiere que el costo por unidad en proceso de esta área es de Q1.75.



#### **2.4.2. Costo por jornada de trabajo laborada**

Éste se refiere al costo total en mano de obra, funcionamiento y mantenimiento para el área de acabados especiales mediante planchado para completar una jornada de trabajo de 12 horas, la cual incluye 8 horas de la jornada diurna y 4 horas extras. Con la mano de obra se tiene un costo de Q14,500.00 al mes, lo que representa Q659.10 por jornada. En lo que respecta al funcionamiento y mantenimiento de las planchas se tiene un costo de Q0.0354/minuto, lo que representa Q25.49 en la jornada. Con los datos anteriores se tiene que el costo por jornada de trabajo laborada es de Q684.59.

#### **2.5. Consecuencias perjudiciales debido a la utilización de planchas de vapor**

Las planchas de vapor representan la maquinaria de mayor utilización en el área de acabados especiales mediante planchado, pero debido a su utilización se han registrado inconvenientes en el producto que es procesado. Esto ha representado, como consecuencia, grandes costos extras, debido a devoluciones sobre el producto entregado, con lo cual se incurre en un costo social que se puede decir incalculable debido a que daña la imagen de la empresa. Con las devoluciones provenientes en los subprocesos consecuentes se tiene un incremento casi del doble en el costo, debido al reproceso de dichas prendas. Esta situación de importancia se analiza más detalladamente en cada una de las consecuencias perjudiciales que involucra la utilización de la plancha de vapor, como veremos a continuación.

### **2.5.1. Reacción química indeseable**

El subproceso de aplicación de resina, el cual se lleva a cabo antes del proceso de planchado, se realiza con el objetivo de dar un acabado específico a la prenda y de permitir que la arruga se mantenga permanente en el pantalón. Utiliza la resina Granit 625 en su proceso, la cual tiene el inconveniente de reaccionar químicamente con el vapor de agua y parte del agua condensada, que es depositada en el pantalón durante el proceso de planchado mediante planchas de vapor; esta reacción química es indeseable, ya que ocasiona que el objetivo que pretende el Granit 625 no se cumpla por completo, permitiendo así que la adherencia de la resina se dé con menor eficiencia.

### **2.5.2. Doblez o arruga no permanente**

La utilización de la plancha de vapor que ocasiona una reacción química indeseable con el Granit 625, tiene como inconveniente que la arruga o doblez permanente característico del acabado especial no tiene la duración esperada; es decir, que después de un tiempo menor al estipulado en las especificaciones, el doblez empieza a desaparecer, y por ende, el acabado especial deja de ser característico de la prenda, ocasionando con ello insatisfacción por parte del cliente, lo cual se vincula con un costo social que dañan la imagen de la empresa.

### **2.5.3. Proceso inseguro**

Uno de los inconvenientes de utilizar la plancha de vapor consiste en que se trata de un diseño operado de una forma manual, y debido a su procedimiento de operación representa un proceso inseguro para el operario.

Esto se debe a que para poder introducir la prenda dentro de la plancha se debe abrir o levantar la parte superior de esta, denominada cabeza; esto se hace en forma manual, luego de introducir la prenda. Para cerrar la plancha se actúa en forma manual bajando la cabeza con la mano, corriendo el riesgo de dejar una de las manos dentro del área de la plancha con el objeto de sostener la prenda sobre la mesa o parte inferior de la plancha, permitiendo con ello aumentar la probabilidad de sufrir una quemadura en la mano, lo cual representa un accidente laboral acompañado de todos los inconvenientes característicos del mismo.

#### **2.5.4. Acabado no acorde a las especificaciones**

Debido principalmente a la reacción química indeseable entre el vapor de agua y la resina Granit 625, se tiene el inconveniente de que el acabado especial deseado no se dé conforme a las especificaciones determinadas. Esto sucede tanto en la tonalidad del color perteneciente a la prenda como en la falta de una arruga o doblez permanente, ocasionando con ello un decremento en la calidad, que daña la imagen esperada en el pantalón, lo cual conlleva un descontento por parte del cliente, lo que se transmite en costos adicionales que bajan la productividad y la eficiencia en el área de acabados especiales.



### **3. SITUACIÓN PROPUESTA**

#### **3.1. Sustitución de planchas de vapor**

Debido a las consecuencias perjudiciales que causa el uso de planchas de vapor en el proceso de doblez especial mediante planchado, surge una propuesta para contrarrestarla. Esta consiste en sustituir las planchas de vapor por otro tipo de plancha que no utilice vapor de agua ni ningún otro elemento que ocasione una reacción química con el Granit 625 y que no incremente los costos más allá de los beneficios que genere, pero se debe cuidar el factor seguridad en dicha sustitución. Debido a la disposición de la tecnología, se sugiere que la sustitución de dichas plantas se lleve a cabo por planchas que funcionen a base de electricidad, ya que son comerciales y eliminan la probabilidad de utilizar algún elemento extra que ocasione consecuencias perjudiciales no previstas.

Otra situación prevista consiste en que es necesario, una reestructuración de las operaciones y de los diagramas del proceso, debido a la sustitución de planchas de vapor por otras. Esto tiene como consecuencia un tiempo de proceso diferente, por lo cual es necesario un nuevo análisis del proceso. Además, se sabe que al sustituir dichas planchas, el número nuevo debe ser mayor al número que se maneja, puesto que la demanda se ha aumentado debido a la apertura de otra área de lavandería, ocasionando con ello que en el área de acabados especiales se duplique la producción.

### **3.1.1. Evaluación de las alternativas**

#### **3.1.1.1. Plancha de mano**

La plancha de mano que funciona a base de electricidad es muy parecida a las planchas domésticas. Tienen ventajas:

- No producen reacciones indeseables
- Bajo costo
- Fáciles de utilizar
- Proporcionan una temperatura adecuada al proceso

Tienen las siguientes desventajas:

- No poseen un área grande de trabajo, por lo que el proceso no es homogéneo
- Representan un proceso inseguro, con probabilidades de accidentes
- Tienen un consumo energético que tomar en cuenta
- El tiempo de operación es mayor debido al área pequeña de trabajo
- Poseen un control de temperatura manual que el operario debe cuidar constantemente

### **3.1.1.2. Plancha eléctrica**

La plancha eléctrica de tipo industrial, también llamada prensa térmica, es una alternativa muy adecuada, ya que esta diseñada especialmente para su utilización en procesos de la industria textil. Además, cuenta con una tecnología de punta, ya que trabaja por medio de un PLC que permite programar y controlar tiempos y presiones de trabajo de forma automática, haciendo más factible, mediante su utilización, la estandarización del proceso, y con ello conseguir acabados conforme a especificaciones. Estas prensas térmicas poseen algunas ventajas:

- No ocasionan reacciones químicas indeseable
- Tienen un área de trabajo mayor que permite un procedimiento homogéneo
- Proporcionan un control automático de temperatura y presión
- Tienen tiempos de operación breve y constante que permiten una estandarización del proceso
- Tienen varias aplicaciones, como transferencia, bordado, estampado, etc., relacionados con la industria textil y aplicables en variedad de telas para jeans
- Tienen un consumo energético no muy alto
- Permiten una automatización del proceso

Este tipo de plancha tiene algunas desventajas:

- Inversión alta
- Necesidad de dar inducción a los operarios

El proceso no es completamente automático; es necesario que el operario intervenga en forma manual, lo cual no garantiza un trabajo seguro por completo.

### **3.1.2. Selección de la mejor alternativa**

Para poder realizar la selección de la mejor alternativa que establezca el tipo de plancha que es recomendable utilizar en el proceso, nos enfocaremos en una relación beneficio-costos entre las dos alternativas mencionadas. Con relación a los beneficios se pueden tomar como base las ventajas y desventajas de las dos alternativas antes mencionadas; en lo que se refiere al costo tenemos, para la plancha eléctrica de mano, una estructuración:

- Consumo de 0.5Kw/h, lo que ocasiona un costo al mes, por plancha, de Q196.68
- Una inversión inicial de Q300.00 por cada plancha
- Costo por mantenimiento al mes estimado en Q50.00 por plancha
- Vida útil de 3 meses

En lo que respecta a la prensa térmica se analizan algunos costos:



- Consumo energético de 0.4 Kw/h, lo que ocasiona un costo al mes, por plancha, de Q157.34
- Una inversión inicial de Q5000.00 por plancha
- Costo por mantenimiento al mes estimado en Q60.00 por plancha
- Vida útil de 7 años

Del análisis de costos anterior se pueden realizar las siguientes comparaciones: debido a que el número de plancha nuevas a implantar es de 9 unidades, se hace el cálculo por el total de estas y por la vida útil mayor, que es de 7 años. Además, se establece una tasa del 18% como resultado de la inflación. En la tabla II, se muestran las comparaciones fundamentales.

**Tabla II. Comparación de costos para las planchas alternativas**

Tipo de plancha	Consumo en Kw/h	Inversión inicial	Mantenimiento	Costo total de 9 unidades después de 7 años
Eléctrica de mano	05 Kw/h	Q300.00	Q50.00 al mes	Q143,129.92
Prensa térmica	0.4 Kw/h	Q5000.00	Q60.00 al mes	Q134,466.92

Si analizamos lo beneficios, se tiene que la mejor opción es la prensa térmica, debido al mayor numero de ventajas que tienen y a una serie de desventajas de menor importancia, en comparación con la plancha eléctrica de mano.

Además, con base en costos, después de 7 años de operación bajo las mismas condiciones, se tiene que el costo requerido es menor para la prensa térmica que para la plancha de mano en Q8663.00, y esta diferencia tiende a aumentar debido a que con la plancha de mano los tiempos de operación se incrementan más allá de 8.5min por unidad en proceso, mientras que con la prensa térmica se estima un tiempo de operación aún menor de 8.5min, lo que permite poder incrementar el número de unidades terminadas por día, obteniendo una economía de escala en la fabricación del producto y permitiendo un aumento en la eficiencia, así como la productividad del área de acabados especiales. Del análisis anterior se tiene que la mejor alternativa es la de sustituir las planchas de vapor por planchas eléctricas industriales o prensas térmicas en un número total de 9 unidades, para poder cumplir con los nuevos requerimientos de demanda generada por la apertura de la nueva lavandería.

### **3.2. Automatización de plancha eléctrica**

Debido a que se tiene elegida como la mejor opción la prensa térmica, es necesario contrarrestar en el grado más alto posible sus desventajas, para poder, con ello, mejorar su eficiencia y brindar una opción más acertada de cambio. Una de las desventajas de esta plancha eléctrica consiste en que su funcionamiento no es completamente automático, debido a que se necesita que el operario intervenga en forma manual al realizar algunos pasos en su operación, lo cual no garantiza un trabajo seguro por completo. Esto se da cuando el operario desea introducir la prenda en el área de planchado. Igualmente, al retirarla de esta, debe realizarlo manualmente y corre el riesgo de sufrir una quemadura, al descuidarse y dejar una mano dentro del área de planchado.

Esto representa una probabilidad de accidente laboral. Además, la plancha posee un indicador auditivo para señalar que el tiempo de planchado ha terminado y que el operario debe levantar la parte superior de la plancha para retirar la prenda y evitar tiempos de planchado mayores a los de las especificaciones, y evitar que cause daños a la prenda. Pero debido a descuidos y falta de responsabilidad en el operario, se tiene una gran probabilidad de ocurrencia de este hecho debido a datos estadísticos que se manejan dentro de la empresa, que dan una gran representación de este acto en la operación de planchas de vapor, ya que por su mecanismo de operación el operario es el responsable de velar por los tiempos de planchado; una irresponsabilidad de esta magnitud se ve reflejada en lotes de producto terminado rechazados, clasificación de estos productos como de baja calidad, grandes incrementos en los costos e insatisfacción del cliente. Por ello, para evitar estos tipos de problemas se sugiere una automatización electro-neumática de la prensa térmica que nos brinde varios beneficios que se pueden describir así:

- Cuando el tiempo de planchado que se ha programado en la plancha bajo una presión de trabajo también programada termine, la plancha, además de emitir la señal auditiva, debe subir automáticamente la parte superior de la plancha, y con ello, evitar tiempos excesivos de planchado.
- Al momento de haber colocado la prenda en el área de trabajo el operario deberá accionar con sus dos manos dos botones de activado de la plancha, uno con cada mano, respectivamente, con lo cual la parte superior de la plancha descenderá y comenzará su trabajo. Esto disminuye la probabilidad de un accidente laboral por descuido, ya que las manos se deben encontrar fuera del área de trabajo para el debido accionamiento, y de lo contrario la prensa térmica no realiza su trabajo.

- Debido a las nuevas operaciones automáticas de la prensa térmica se ha de colocar un sistema de desactivado de emergencia automático accionado por el operario en caso necesario, lo cual hará que la plancha, si está trabada en la posición de trabajo, se desenclave y suba la parte superior de esta, evitando cualquier tiempo excesivo de planchado por algún desperfecto mecánico.

Como se puede ver al realizar una automatización de este tipo en la prensa térmica se eliminan por completo las desventajas más importantes que se analizan con este tipo de plancha, permitiendo con ello un proceso más seguro y confiable tanto para la empresa como para los operarios. La forma de realizar la automatización y su funcionamiento continuo se presentarán en los siguientes capítulos.

### **3.3. Diagramas del proceso**

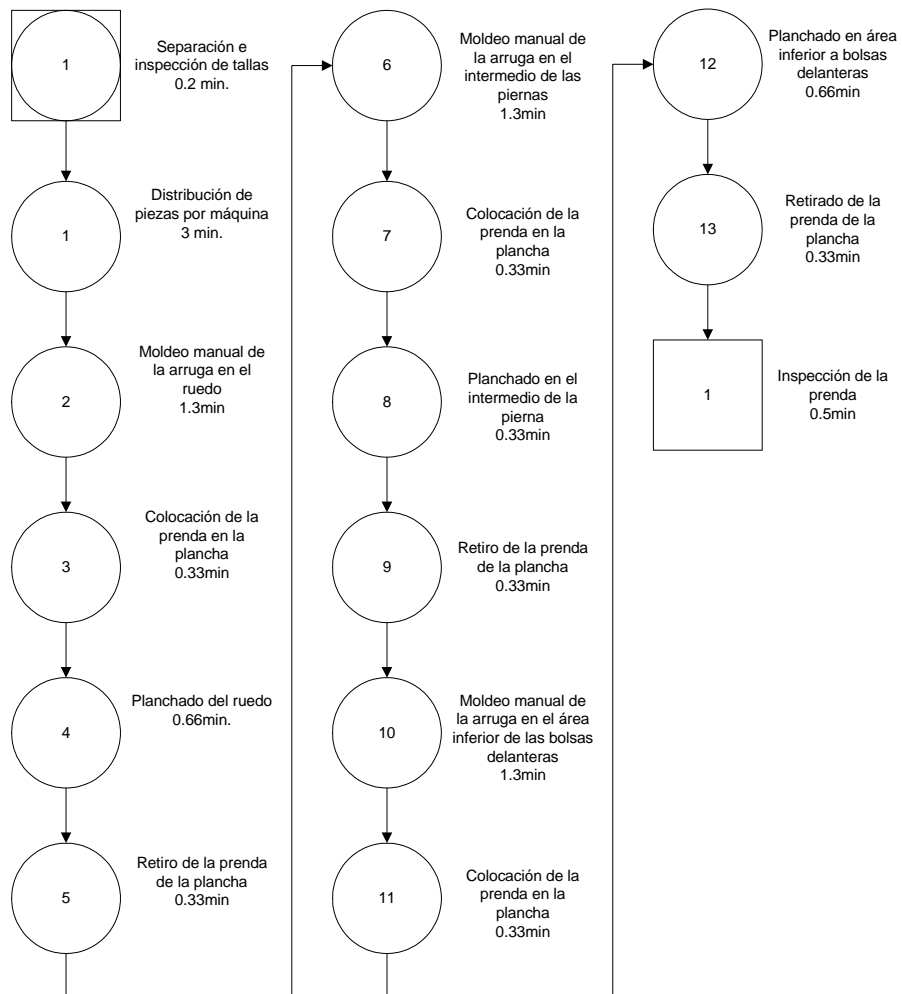
Debido a la mejora propuesta, los diagramas del proceso sufren una modificación en el tiempo de proceso y en lo que se refiere a un nuevo balance de líneas que se adapte a los cambios y mejore la productividad del área de doblez especial.

#### **3.3.1. Diagrama de operaciones**

En la figura 4, aparece el diagrama de operaciones para el proceso de doblez especial mediante planchado, ya con la automatización efectuada. Este representa en forma detallada la secuencia en la elaboración del producto una vez efectuada la situación propuesta.

**Figura 4. Diagrama de operaciones del dobléz mediante planchado**

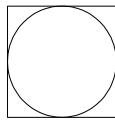
ASUNTO: DOBLEZ ESPECIAL CON PLANCHA	DEPARTAMENTO: ACABADOS ESPECIALES
SITUACIÓN: PROPUESTA	ANALISTA: JORGE RODAS
DIAGRAMA: OPERACIONES	HOJA: 1/2



...Continuación

ASUNTO: DOBLEZ ESPECIAL CON PLANCHA	DEPARTAMENTO: ACABADOS ESPECIALES
SITUACIÓN: PROPUESTA	ANALISTA: JORGE RODAS
DIAGRAMA: OPERACIONES	HOJA: 2/2

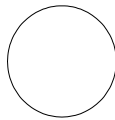
RESUMEN			
Símbolo	Descripción	Número total	Tiempo



Operación  
combinada

1

0.2 min



Operación

13

10.53 min



Inspección

1

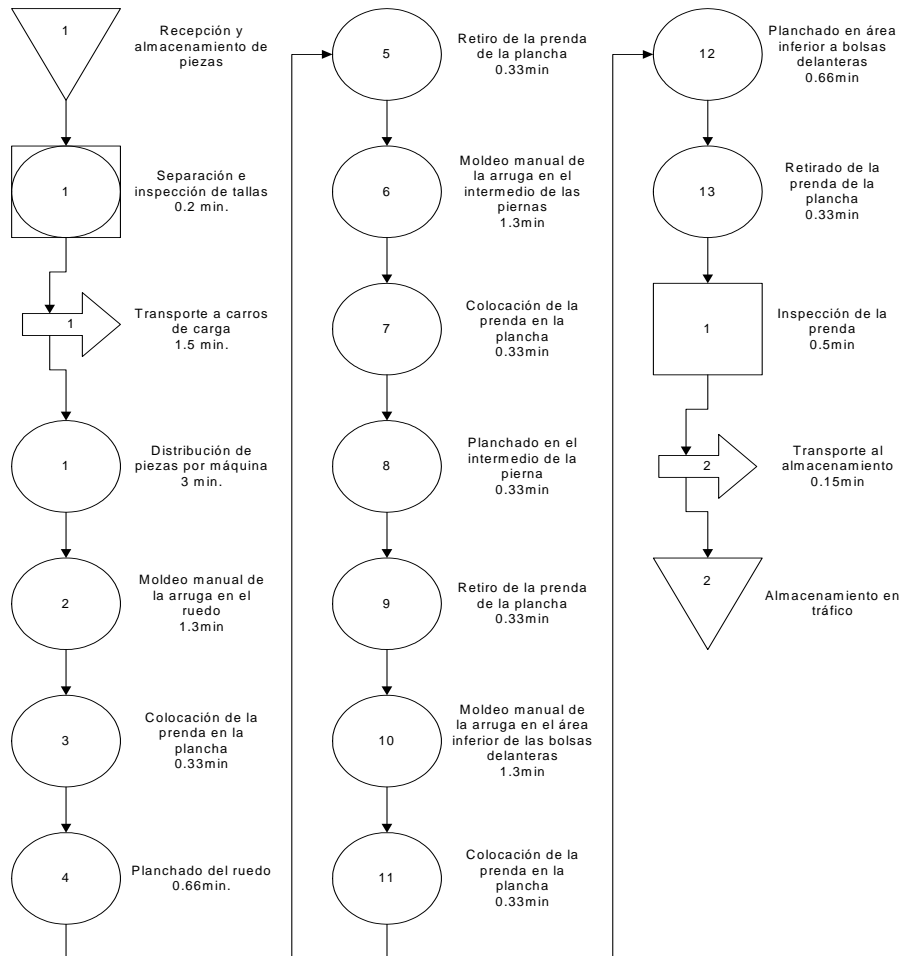
0.5min

### 3.3.2. Diagrama de flujo

En la figura 5, se muestra el diagrama de flujo con la automatización efectuada.

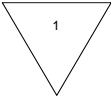
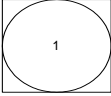
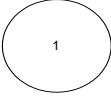


**Figura 5. Diagrama de flujo del doblado mediante planchado**

ASUNTO: DOBLEZ ESPECIAL CON PLANCHA	DEPARTAMENTO: ACABADOS ESPECIALES
INICIA: B.M.P.	SITUACIÓN: PROPUESTA
FINALIZA: B.P.T.	ANALISTA: JORGE RODAS
DIAGRAMA: FLUJO	HOJA: 1/2



...Continuación

ASUNTO: DOBLEZ ESPECIAL CON PLANCHA	DEPARTAMENTO: ACABADOS ESPECIALES
INICIA: B.M.P.	SITUACIÓN: PROPUESTA
FINALIZA: B.P.T.	ANALISTA: JORGE RODAS
DIAGRAMA: FLUJO	HOJA: 2/2

RESUMEN			
Simbolo	Descripción	Número total	Tiempo
	Almacenamiento	2	.....
	Operación combinada	1	0.2 min
	Operación	13	10.53 min
	Transporte	2	1.65 min
	Inspección	1	0.5 min

---

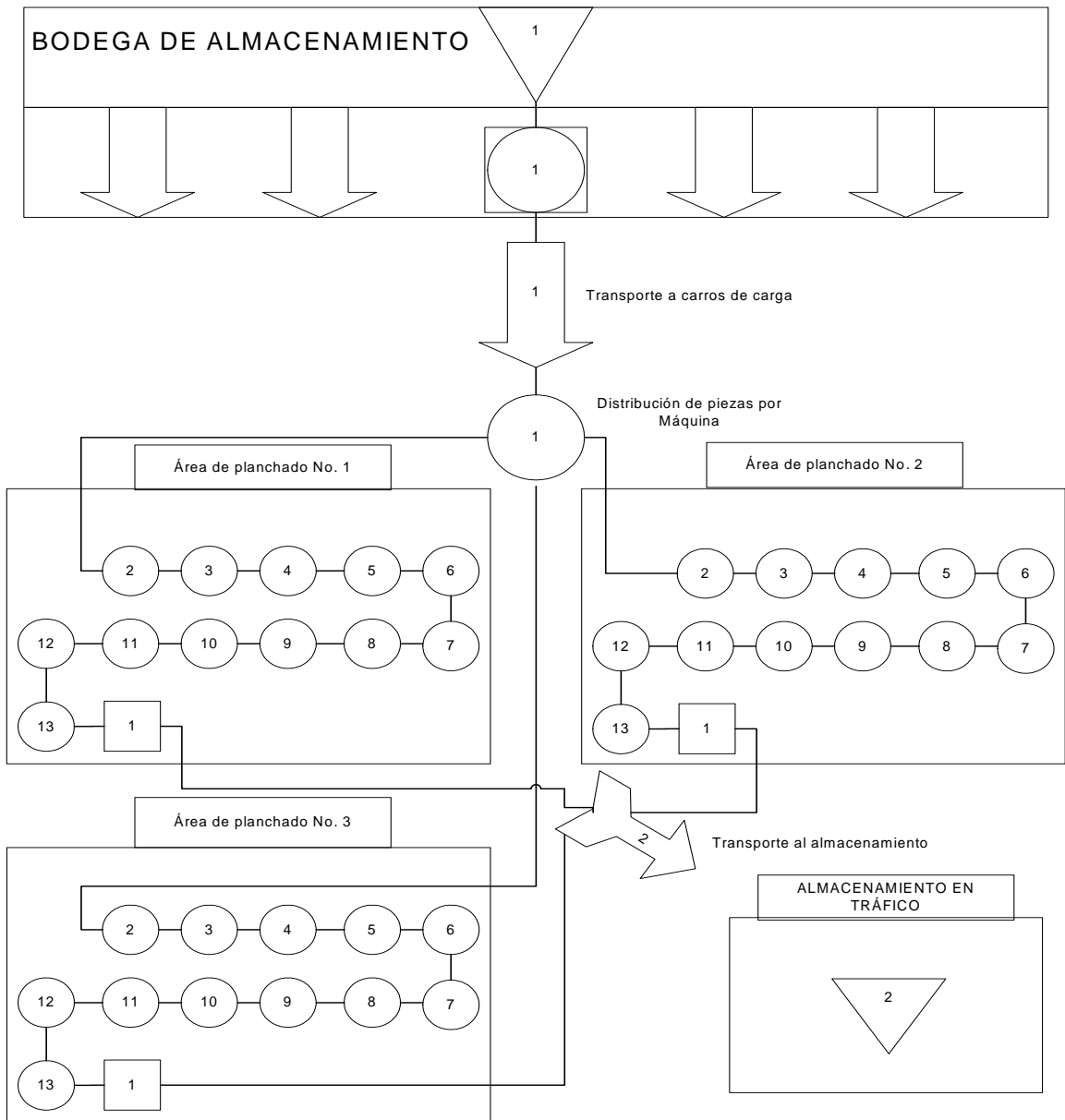
### 3.3.3. Diagrama de recorrido

En la figura 6, aparece el diagrama de recorrido propuesto una vez efectuada la automatización.



**Figura 6. Diagrama de recorrido del doblado mediante planchado**

ASUNTO: DOBLEZ ESPECIAL CON PLANCHA INICIA: B.M.P. FINALIZA: B.P.T. DIAGRAMA: DE RECORRIDO	DEPARTAMENTO: ACABADOS ESPECIALES SITUACIÓN: PROPUESTA ANALISTA: JORGE RODAS HOJA:1/1
---	--

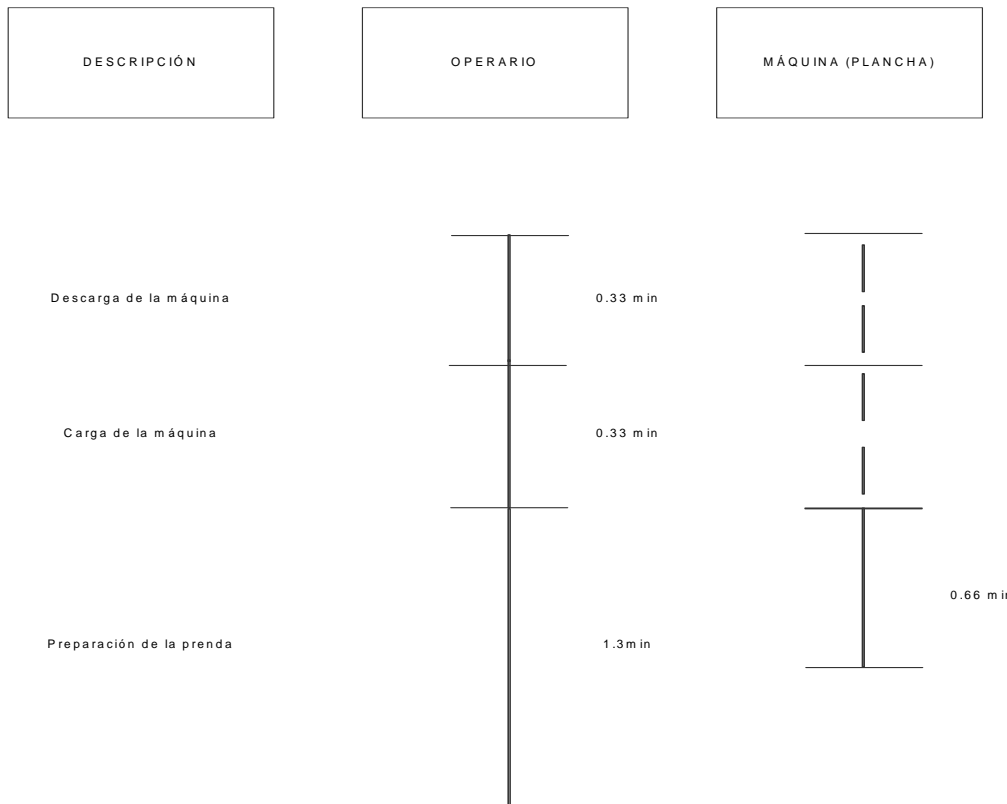


### 3.3.5. Diagrama hombre-máquina

Se presentan a continuación tres diagramas hombre-máquina (ver figuras 7, 8 y 9), uno por cada diferente doblez que se realiza. El objeto es tener una mejor disposición, además de mejorar la productividad. Esto se muestra más adelante.

**Figura 7. Diagrama hombre-máquina para el doblez especial de ruedo**

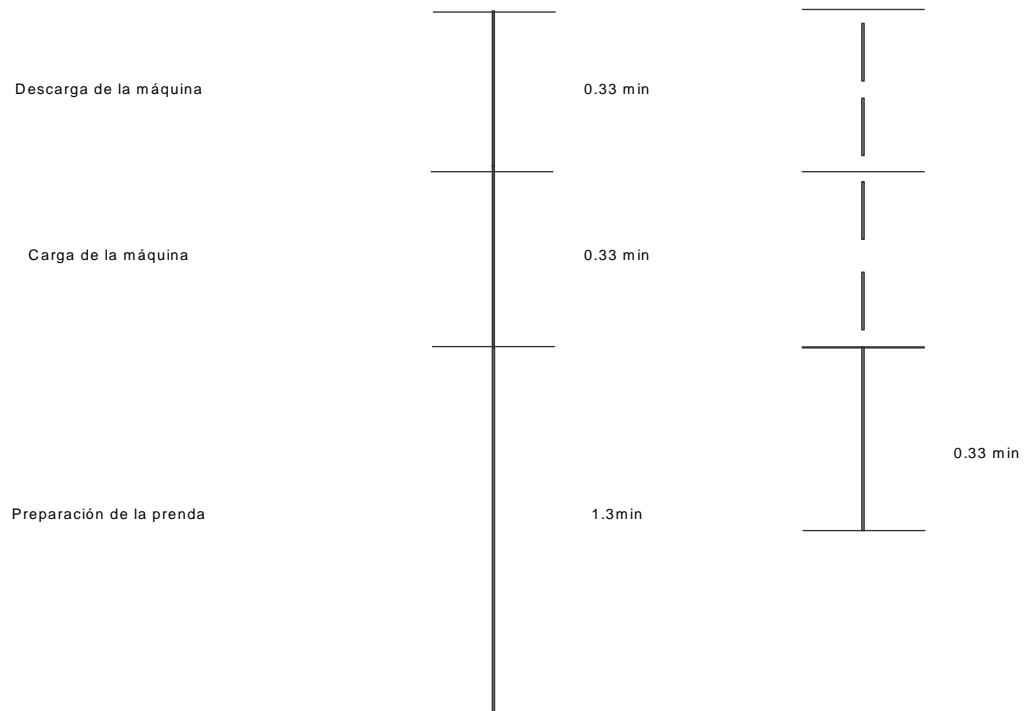
ASUNTO: DOBLEZ ESPECIAL CON PLANCHA PROCESO: DOBLEZ DE RUEDO DEPARTAMENTO: ACABADOS ESPECIALES DIAGRAMA: HOMBRE-MÁQUINA	DEPARTAMENTO: ACABADOS ESPECIALES SITUACIÓN: PROPUESTA ANALISTA: JORGE RODAS HOJA: 1/1
--	---



**Figura 8. Diagrama hombre-máquina para el doblado en el intermedio de las piernas**

ASUNTO: DOBLEZ ESPECIAL CON PLANCHA PROCESO: DOBLEZ EN EL INTERMEDIO DE LAS PIERNAS DEPARTAMENTO: ACABADOS ESPECIALES DIAGRAMA: HOMBRE-MÁQUINA	DEPARTAMENTO: ACABADOS ESPECIALES SITUACIÓN: PROPUESTA ANALISTA: JORGE RODAS HOJA: 1/1
---	---

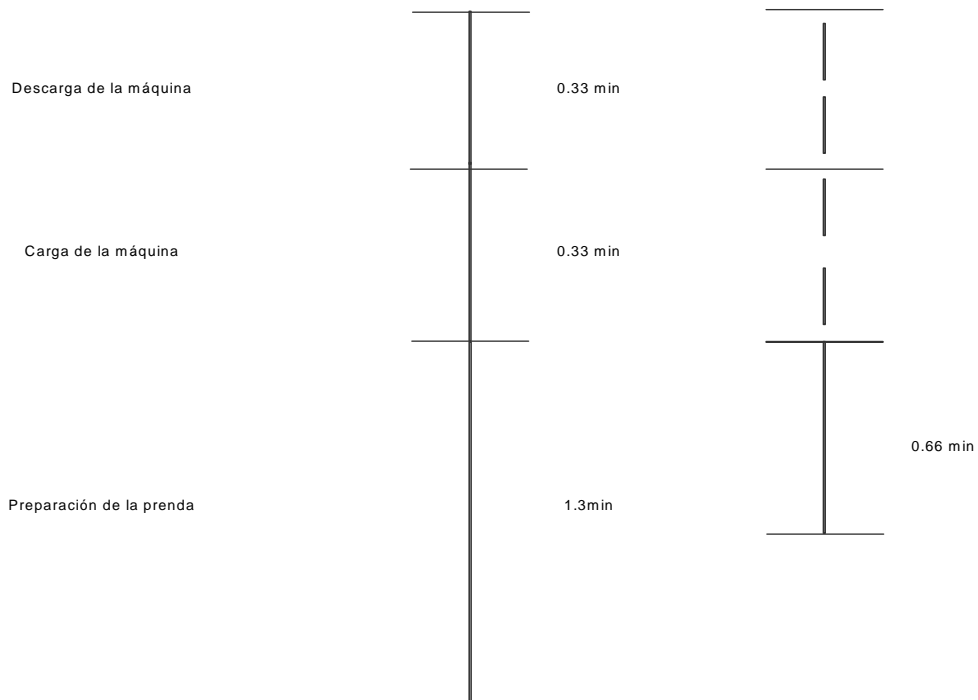
DESCRIPCIÓN	OPERARIO	MÁQUINA (PLANCHA)
-------------	----------	-------------------



**Figura 9. Diagrama hombre-máquina para el doblés en el área inferior de las bolsas delanteras**

ASUNTO: DOBLEZ ESPECIAL CON PLANCHA PROCESO: DOBLEZ EN EL ÁREA INFERIOR DE LAS BOLSAS DELANTERAS DEPARTAMENTO: ACABADOS ESPECIALES DIAGRAMA: HOMBRE-MÁQUINA	DEPARTAMENTO: ACABADOS ESPECIALES SITUACIÓN: PROPUESTA ANALISTA: JORGE RODAS HOJA: 1/1
--	---

DESCRIPCIÓN	OPERARIO	MÁQUINA (PLANCHA)
-------------	----------	-------------------



### 3.3.5. Balance de líneas

El proceso de doblado especial mediante planchado se divide en tres subprocesos que son: doblado de ruedo, doblado intermedio de las piernas y doblado en el área por debajo de las bolsas delanteras. Por lo tanto tenemos, con respecto al análisis del diagrama hombre-máquina, que cada subproceso tiene un tiempo estándar de 1.96 minutos para su realización. Además, como se tiene una nueva demanda de este proceso, que es de 750 pantalones durante la jornada laboral de 12 horas, se sabe que la empresa maneja una eficiencia planeada de 95%, y se tiene un tiempo efectivo de trabajo de 10.25 horas en la jornada.

Se realiza el balance de líneas para determinar cuántos operarios deben trabajar por estación, cuántas unidades diarias se pueden procesar realmente, si se es capaz o no de cumplir con la demanda. Además, se fija la forma en que el operario debe dar secuencia al proceso.

$$IP = \text{Demanda} / \text{tiempo efectivo de trabajo}$$

$$IP = 750 / 10.25 = 73.17 \text{ pantalones/hora}$$

$$E = 95\%$$

$$\text{NO. total} = \frac{\sum \text{ tiempo estándar (TE)} * \text{Índice de producción (IP)}}{\text{Eficiencia planeada (E)}}$$

$$\text{NO. total} = (5.88/60 * 73.17) / 0.95 = 7.55 \text{ operarios}$$

$$\text{NO.} = \text{TE} * \text{IP/E} \quad \text{TA (tiempo asignado)} = \text{TE/NO}$$

$$\text{Unidades por día} = \frac{\text{NO}(\text{operación más lenta}) * \text{tiempo disponible}}{\text{TE}(\text{operación más lenta})}$$

$$\text{TEA} = \text{Tiempo estándar asignado}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{\sum \text{ tiempo estándar (TE)}}{\text{TE asignado} * \text{No. total}} * (100)$$

Con la aplicación de las fórmulas anteriores, los datos estándares y las condiciones que se tienen, se obtiene la siguiente tabla.

**Tabla III. Resultados a utilizar en el balance de líneas**

Estaciones	TE	NO	NO 1	NO 2	TA 1	TA 2	TEA 1	TEA 2
1	1.96	2.35	2	3	0.98	0.653	0.98	0.653
2	1.96	2.35	2	3	0.98	0.653	0.98	0.653
3	1.96	2.35	2	3	0.98	0.653	0.98	0.653

Para la opción 1:

$$\text{Unidades por día} = 2 * (10.25) * 60 / 1.96 = 627.55 \text{ pantalones}$$

$$\text{Eficiencia} = 5.88 / 0.98 (6) * 100 = 100\%$$

Para la opción 2:

$$\text{Unidades por día} = 3 * (10.25) * 60 / 1.96 = 941.33 \text{ pantalones.}$$

$$\text{Eficiencia} = 5.88 / 0.653(9) * 100 = 100\%$$

De los datos anteriores se tiene que la opción 2 sí puede cumplir con la demanda programada; por tanto, es recomendable que se tome la opción dos para el funcionamiento del área de acabados especiales. Así, la línea de producción puede funcionar de la siguiente forma.

Se deben tener tres estaciones de trabajo, las cuales han de cumplir con una demanda independiente de 250 pantalones al día, para lo cual debe haber tres prensas térmicas en cada estación, con tres operarios a cargo.

En total se debe contar con nueve operarios y nueve prensas térmicas en todo, el área de acabados especiales, que cumplan con la demanda de 750 pantalones procesados en la jornada y con una capacidad de producir 941 pantalones al día si la demanda así lo requiere; se debe seguir contando con el supervisor del área para el funcionamiento adecuado de esta. La forma en que el operario debe dar secuencia en el proceso, por estación, queda definida en la tabla IV.

**Tabla IV. Secuencia de operación del proceso por estación de trabajo**

Tiempo de operación	Prensa térmica No. 1	Prensa térmica No. 2	Prensa térmica No. 3
1.96	Dobleza Ra	Dobleza Ib	Dobleza Bc
1.96	Dobleza Rd	Dobleza Ie	Dobleza Bf
1.96	Dobleza Ia	Dobleza Bb	Dobleza Rc
1.96	Dobleza Id	Dobleza Be	Dobleza Rf
1.96	Dobleza Ba	Dobleza Rb	Dobleza Ic
1.96	Dobleza Bd	Dobleza Re	Dobleza If

La tabla anterior muestra que el operario, a través de la prensa térmica No. 1, debe iniciar un dobléz de ruedo de un pantalón “a”, mientras que el de la prensa térmica No.2 debe realizar el de la parte intermedia de otro pantalón “b”, y la prensa No.3 el dobléz en el área inferior de las bolsas delanteras de otro pantalón “c”; durante el primer tiempo estándar de 1.96min. Luego, la secuencia que sigue es similar, solo que para los pantalones “d”, “e”, y “f”

Después se realiza toda la secuencia de operaciones como indica la tabla, en donde R significa doblez de ruedo; I significa doblez en el intermedio de las piernas, y B significa doblez en el área inferior a las bolsas delanteras.

Siguiendo esa secuencia, después de 11.76min se obtienen 6 pantalones procesados en una estación de trabajo, mientras que en toda el área de acabados especiales se obtienen 18 pantalones procesados.

### **3.4. Aumento de la capacidad del proceso**

Con base en el análisis de los diagramas del proceso se puede apreciar que la capacidad del proceso representa un 303.54% de la capacidad que se tiene sin utilizar las prensas térmicas automatizadas. Esto se debe no solo al mejoramiento de tiempos, sino también al aumento en el número de unidades o planchas a utilizar. Además, se puede apreciar que se sobrepasa en 191 unidades producidas la demanda de 750 pantalones requeridos, demostrando con ello una muy buena capacidad en el proceso de doblez especial mediante planchado en el área de acabados especiales. A continuación se presenta más detalladamente el aumento en la capacidad del proceso.

#### **3.4.1. Ritmo de producción**

El ritmo de producción del área de planchado se calcula de la siguiente forma:

$$R = \text{No. total de piezas procesadas} / \text{tiempo efectivo de trabajo}$$



Del análisis de los diagramas del proceso propuestos y de datos estándares manejados por la empresa, se tiene que el número de unidades procesadas diarias durante la jornada de trabajo puede ser, según la demanda, un total de 750 pantalones, en una jornada de trabajo de 12 horas al día, utilizando las tres estaciones de trabajo.

El tiempo efectivo de trabajo lo calculamos sabiendo que se tiene 1 hora para el almuerzo, 45 minutos de paros programados, que incluyen idas al baño, refacción, tiempo para tomar agua, entre otras actividades, por ello se tiene un total de: 12 hrs.– 1.75 hrs. = 10.25hrs. Luego, tenemos:

$$R = 750 / 10.25 \text{ (1hr/60min)} = 1.219 \text{ pantalones/minuto}$$

en toda el área de planchado; ahora, por estación:

$$R = 1.219 \text{ pantalones/minuto} / 3 = 0.406 \text{ pantalones/minuto}$$

### **3.4.2. Eficiencia y productividad**

La eficiencia y la productividad se calculan con base en los diagramas hombre-máquina propuestos y en los datos estándares de la empresa, utilizando para ello el siguiente procedimiento.

$$E_{op} = \text{tiempo del operario} / \text{tiempo de ciclo} \cdot (100)$$

$$E_{plancha} = \text{tiempo de máquina} / \text{tiempo de ciclo} \cdot (100)$$

$$\text{Productividad} = \text{obtenido} / \text{invertido}$$

Del diagrama hombre-máquina se tienen los resultados que aparecen en las tablas V, VI, VII, los cuales pertenecen a la realización del acabado especial para el doblado de ruedo, el intermedio de las piernas y el área inferior de las bolsas delanteras, respectivamente.

**Tabla V. Resumen del diagrama hombre máquina para el doblado de ruedo**

DESCRIPCIÓN	OPERARIO	PLANCHA
Tiempo de trabajo	1.96 minutos	0.66 minutos
Tiempo de ocio	-----	-----
Tiempo de servicio	-----	0.66 minutos
Tiempo muerto	-----	0.64 minutos
<b>Tiempo de ciclo</b>	<b>1.96 minutos</b>	<b>1.96 minutos</b>

**Tabla VI. Resumen del diagrama hombre máquina para el doblado intermedio de las piernas**

DESCRIPCIÓN	OPERARIO	PLANCHA
Tiempo de trabajo	1.96 minutos	0.33 minutos
Tiempo de ocio	-----	-----
Tiempo de servicio	-----	0.66 minutos
Tiempo muerto	-----	0.97 minutos
<b>Tiempo de ciclo</b>	<b>1.96 minutos</b>	<b>1.96 minutos</b>

**Tabla VII. Resumen del diagrama-hombre máquina para el dobléz en el área inferior de las bolsas delanteras**

DESCRIPCIÓN	OPERARIO	PLANCHA
Tiempo de trabajo	1.96 minutos	0.66 minutos
Tiempo de ocio	-----	-----
Tiempo de servicio	-----	0.66 minutos
Tiempo muerto	-----	0.64 minutos
<b>Tiempo de ciclo</b>	<b>1.96 minutos</b>	<b>1.96 minutos</b>

Del análisis anterior se tiene la eficiencia para el dobléz de ruedo:

$$E_{op} = (1.96/1.96) * 100 = 100\%$$

$$E_{plancha} = (0.66/1.96) * 100 = 33.67\%$$

De los datos anteriores se tiene que la eficiencia del operario es de 100%, y la eficiencia con la que trabaja la plancha es de 33.67%.

Se tiene la eficiencia para el dobléz en el intermedio de las piernas:

$$E_{op} = (1.96/1.96) * 100 = 100\%$$

$$E_{plancha} = (0.33/1.96) * 100 = 16.84\%$$

De los datos anteriores se tiene que la eficiencia del operario es de 100%, y la eficiencia con la que trabaja la plancha es de 16.84%.

Para el dobléz en el área inferior a las bolsas delanteras se tiene:

$$E_{op} = (1.96/1.96) * 100 = 100\%$$

$$E \text{ plancha} = (0.66/1.96) * 100 = 33.67$$

De los datos anteriores se tiene que la eficiencia del operario es de 100%, y la eficiencia con la que trabaja la plancha es de 33.67%.

Para realizar el cálculo de la productividad se necesita, primero, determinar los recursos invertidos durante el funcionamiento del área de acabados especiales con las modificaciones que se sugieren. Los costos se evalúan de la siguiente forma.

Se tiene que el operario recibe un salario de Q1,500.00 al mes, más Q700.00 de horas extras, para un total de Q2,200.00 al mes. Se tiene un supervisor, con un salario de Q3,500.00 mensuales. Entonces, en mano de obra, en este departamento, se tiene un costo de Q23,300.00 al mes, lo que equivale a Q1.26/minuto; además, el consumo eléctrico de la plancha es de 0.4Kw/h. Si el precio del Kw/h es de Q1.49, entonces se tiene un costo de Q0.089/minuto. Para las prensas térmicas se tiene un costo por mantenimiento mensual de Q540.00 en total, lo que equivale a Q0.025/minuto. Entonces, el costo del funcionamiento de las planchas es de Q0.114/minuto. Se sabe, además, que el tiempo de ciclo para un pantalón es de 0.653 minutos. Entonces, de los datos anteriores se infiere que la productividad para cada tipo de dobléz debe especificarse.

Para el dobléz de ruedo:

$$P = \frac{[1.96 (1.26) + 0.66 (0.114)] * (100)}{1.96 (1.26) + 1.96 (0.114)} = 94.50\%$$

De lo anterior tenemos que la productividad para este doblez es de 94.50%.

Para el doblez intermedio de las piernas:

$$P = \frac{[1.96 (1.26) + 0.33 (0.114)] * (100)}{1.96 (1.26) + 1.96 (0.114)} = 93.10\%$$

De lo anterior tenemos que la productividad para este doblez es de 93.10%

Para el doblez en el área inferior de las bolsas delanteras.

$$P = \frac{[1.96 (1.26) + 0.66 (0.114)] * (100)}{1.96 (1.26) + 1.96 (0.114)} = 94.50\%$$

De lo anterior tenemos que la productividad para es doblez es de 94.50%.

La productividad general de toda el área de acabados especiales, tomando en cuenta que el tiempo de proceso de un pantalón es de 0.653min:

$$P = \frac{[0.653(1.26) + 0.183(0.114)] * (100)}{0.653(1.26) + 0.653(0.114)} = 94.2\%$$

De lo anterior tenemos que la productividad es de 94.2%.

### **3.5. Evaluación financiera**

#### **3.5.1. Costos por unidad en proceso**

Involucran los insumos necesarios para poder dar proceso al acabado especial mediante planchado de un pantalón únicamente, tomando en cuenta toda el área de acabados especiales. Con los costos de mano de obra se tiene en el área un total de Q23,300.00 al mes, lo que representa Q1.26/minuto, y como un pantalón en proceso se lleva un tiempo total de 0.653 minutos, se obtiene un costo en mano de obra de Q0.82 por unidad. En lo que respecta al funcionamiento y mantenimiento de las prensas térmicas, se tiene un costo al mes de Q2213.57 al mes, lo que representa Q0.114/minuto, y como un pantalón para completar su proceso en esta área, se toma un tiempo de 0.653 minutos, se obtiene un costo de Q0.074 por unidad. De los datos anteriores se tiene que el costo por unidad en proceso de esta área es de Q0.89.

#### **3.5.2. Costo por jornada de trabajo laborada**

Se refiere al costo total en mano de obra, funcionamiento y mantenimiento para el área de acabados especiales mediante planchado para completar una jornada de trabajo de 12 horas la cual incluye 8 horas de la jornada diurna y 4 horas extras. En mano de obra se tiene un costo de Q23,300.00 al mes, lo que representa Q776.67 por jornada. En lo que respecta al funcionamiento y mantenimiento se tiene un costo de Q0.114/minuto lo que representa Q82.08 en la jornada. Con los datos anteriores se tiene que el costo por jornada de trabajo laborada es de Q858.75

### **3.5.3. Ahorro neto en el proceso**

El ahorro neto se determina de la siguiente forma.

Utilizando las planchas de vapor, una unidad tiene un costo de Q1.75 si se producen 750 pantalones en la jornada; para cubrir la nueva jornada, resulta un costo total de Q1312.50. Utilizando las prensas térmicas, el costo por unidad es de Q0.89. Si se produce la demanda de 750 pantalones en la jornada, se tiene un costo total de Q667.50. El ahorro neto con base en la diferencia de costos es de Q645.00 por jornada. Este ahorro es muy representativo, sin contar los costos extra debido a todas las consecuencias perjudiciales por el uso de planchas de vapor, los cuales resultan incalculables, como ya se mencionó antes.

### **3.5.4. Cálculo del *payback***

Para el cálculo del *payback*, que representa el tiempo de retorno de la inversión tenemos:

$$\textit{Payback} = \text{inversión} / \text{Promedio de ingresos mensuales}$$

**Inversión:** Representa el costo de las nueve prensas térmicas más el costo por la redistribución, la instalación, montaje, incluyendo el costo del desmontaje de las planchas de vapor. Se tiene un total de Q55, 000.00.

**Ingresos:** Están representados por el ahorro neto que produce durante su funcionamiento, lo cual es de Q645.00 diarios, lo que garantiza un ahorro neto de Q16,770.00 al mes. Esto representa que en un año de operación se tienen ahorros por Q201,240.00, Si se toma de forma constante para 3 años y se establece una tasa del 18% como resultado de la inflación, se tiene:

0	1	2	3
(55,000)	201,240.00	201,240.00	201,240.00

$$\text{Presente} = 201240.00 * ((1.18)^3 - 1) / 0.18(1.18)^3 = 437550.68(1/(1.18)) = 370805.66$$

Entonces, los ingresos promedios son de Q 370805.66.

*Payback* = 55,000.00/370805.66 = 0.15 años, lo que representa 1 mes y 24 días. Desde el punto de vista del *payback*, la propuesta sugerida es muy viable.

### 3.5.5. Cálculo del valor presente neto

Para realizar este cálculo se toman los datos vistos para el cálculo del *payback* y se trabaja con una tasa de oportunidad del 38%.

$$\text{VPN} = -55000 + (201240.00 * ((1.38)^3 - 1) / 0.38(1.38)^3) (1/(1.38)) = 182732.18$$

Por lo tanto desde el punto de vista del valor presente neto representa una opción viable y rentable.

### 3.5.6. Cálculo de la tasa interna de retorno

Esta representa la tasa máxima aceptable favorecerá la utilidad. Esta es de 182% para esta propuesta; por lo tanto, representa una opción muy viable desde este punto de vista.



### **3.6. Mejoramiento de la seguridad en las condiciones laborales del proceso**

#### **3.6.1. Condiciones seguras**

Uno de los beneficios de mayor importancia que se logra con la automatización de las prensas térmicas es establecer un ambiente de seguridad en el área de trabajo, puesto que el hecho de que el operario no tendrá contacto con el área de planchado de la prensa en ningún momento, representa una condición segura para él.

Se puede apreciar entonces que el instrumento de trabajo representa una condición segura para el operario y esto se debe mantener así, lo cual se garantiza con el mantenimiento preventivo, que se plantea en capítulos posteriores.

#### **3.6.2. Actos seguros**

La mayor cantidad de accidentes laborales ocurre debido a los actos de irresponsabilidad de parte del trabajador, dando origen a lo que se conoce como actos inseguros. Mediante la automatización de las prensas térmicas se reduce al máximo la probabilidad de que un acto inseguro ocurra, puesto que el trabajador siempre mantendrá en mente que para accionar el funcionamiento de la prensa, deberá primero colocar las manos fuera del área de planchado para accionar los botones de activado de la plancha, a fin de que esta se ponga en marcha, eliminando con ello, la posibilidad que por un descuido o irresponsabilidad del trabajador ocurra un acto inseguro. Así se contrarresta la probabilidad mayor de ocurrencia de accidentes laborales.

### **3.6.3. Condición ergonómica**

La ergonomía permite diseñar estaciones de trabajo apropiadas para que el trabajador pueda dar los resultados más eficientes en cuanto a la realización de su actividad laboral. Con el sistema de automatización a realizar, la prensa térmica obtendrá una condición ergonómica para el trabajador, puesto que la altura de la prensa térmica, desde el suelo hasta la mesa de trabajo o parte inferior de ella, que es donde se coloca la prenda, es de 68cm, mientras que la parte superior de la prensa alcanza una altura de 117cm, medida desde el suelo, permitiendo una abertura de 49cm, para colocar libremente la prenda en el área de trabajo.

Los botones de activado de la plancha se encuentran a 10cm por debajo de la mesa de trabajo o parte inferior de la plancha, además separados entre ellos, por una distancia de 80cm., que permite la utilización de las dos manos para su accionamiento fácil. Pensando también en la seguridad, se encuentran en una plataforma independiente de la plancha y a una distancia de 20cm del eje de la prensa, en un plano tangencial a este. El sistema de desactivado de emergencia se encuentra a 58cm desde el suelo, en la parte inferior de la plataforma, en donde se encuentran los botones, para ser accionada mediante el muslo del operario en caso de emergencia. Con estas medidas estándares se logra obtener una condición ergonómica para los operarios que laboran en esta estación de trabajo, ya que cualquier trabajador que mida más de 1.45m de altura puede operar fácilmente la prensa térmica en estas condiciones, permitiendo además un desarrollo eficiente de su trabajo. La altura promedio de los trabajadores de esta área es mayor de 1.45m, por lo que la prensa térmica resulta ser ergonómica para el trabajo.

## **4. IMPLEMENTACIÓN**

### **4.1. Automatización de la plancha eléctrica**

#### **4.1.1. Análisis y preparación de la plancha eléctrica**

Previamente a la automatización, la prensa térmica debe estar instalada sobre un piso apropiado y nivelado, en un lugar bien ventilado, por los vapores y humos saturados que resultan al estar operándola, además de un espacio amplio en sus alrededores para poder ser operada sin ninguna dificultad.

Se deber verificar adecuadamente que, antes de la automatización, todo suministro eléctrico y neumático, con relación a la plancha y al área destinada para su ubicación, debe encontrarse suspendido. Debido a que la prensa térmica es el objeto directo de la automatización, todo suministro eléctrico y neumático debe tener fácil acceso a esta y estar disponible al momento de ser requerido para pruebas.

La iluminación dentro del área debe ser suficiente para poder visualizar todos los controles, interruptores, circuitos y demás accesorios necesarios para la automatización.

#### **4.1.2. Instalación de las redes de alimentación eléctrica y neumática**

Para el suministro de energía eléctrica y neumática se deben instalar redes independientes en ésta área.

En lo que corresponde a la alimentación eléctrica, se debe suministrar una red independiente que provenga del banco de transformación central. Esta extensión debe estar protegida por su respectiva caja de *flippones*, que se especifica de 50 amperios debido a las características técnicas de las prensas térmicas. Además debe cuidarse que estas líneas no estén sobrecargadas. La distribución debe realizarse con un cable protodur AWG blindado flexible #6, de dos líneas vivas, y un neutro para 600 voltios. Seguidamente se debe llevar el cableado hasta la localización del área de planchado mediante doblez especial, y allí se debe colocar una caja de protección de flippones de nueve circuitos bipolares para 300 voltios, y 6 amperios en cada circuito bipolar. Luego se colocarán nueve protodur AWG flexible #14, de 2 líneas vivas y un neutro para 300 voltios, destinados a cada prensa térmica, con sus respectivos tomacorrientes de 300 voltios y 10 amperios, con conexión a tierra, respectivamente. Es recomendable mantener esta instalación alejada de otras líneas de alimentación, principalmente con ruido eléctrico (inducción).

Para la instalación de la alimentación neumática que representa el suministro de aire comprimido a las prensas térmicas, es necesario tener un compresor independiente para este sistema, si se quiere tener un mejor control en lo que representa ahorro energético por fugas y fluctuaciones de presión. Este compresor debe generar aire comprimido a una presión de 7.24 bar. Debe colocarse la respectiva unidad de mantenimiento, que consta de manómetro, filtro, aceitera y válvula reguladora de presión. Antes de ser conectado al ducto, que es el elemento fundamental en la distribución, este debe ser sometido a una cuidadosa revisión para encontrar posibles fugas que incrementen el costo. Luego, este aire comprimido proveniente del ducto será distribuido a cada prensa térmica mediante mangueras independientes con resistencia de 7.92 bar.

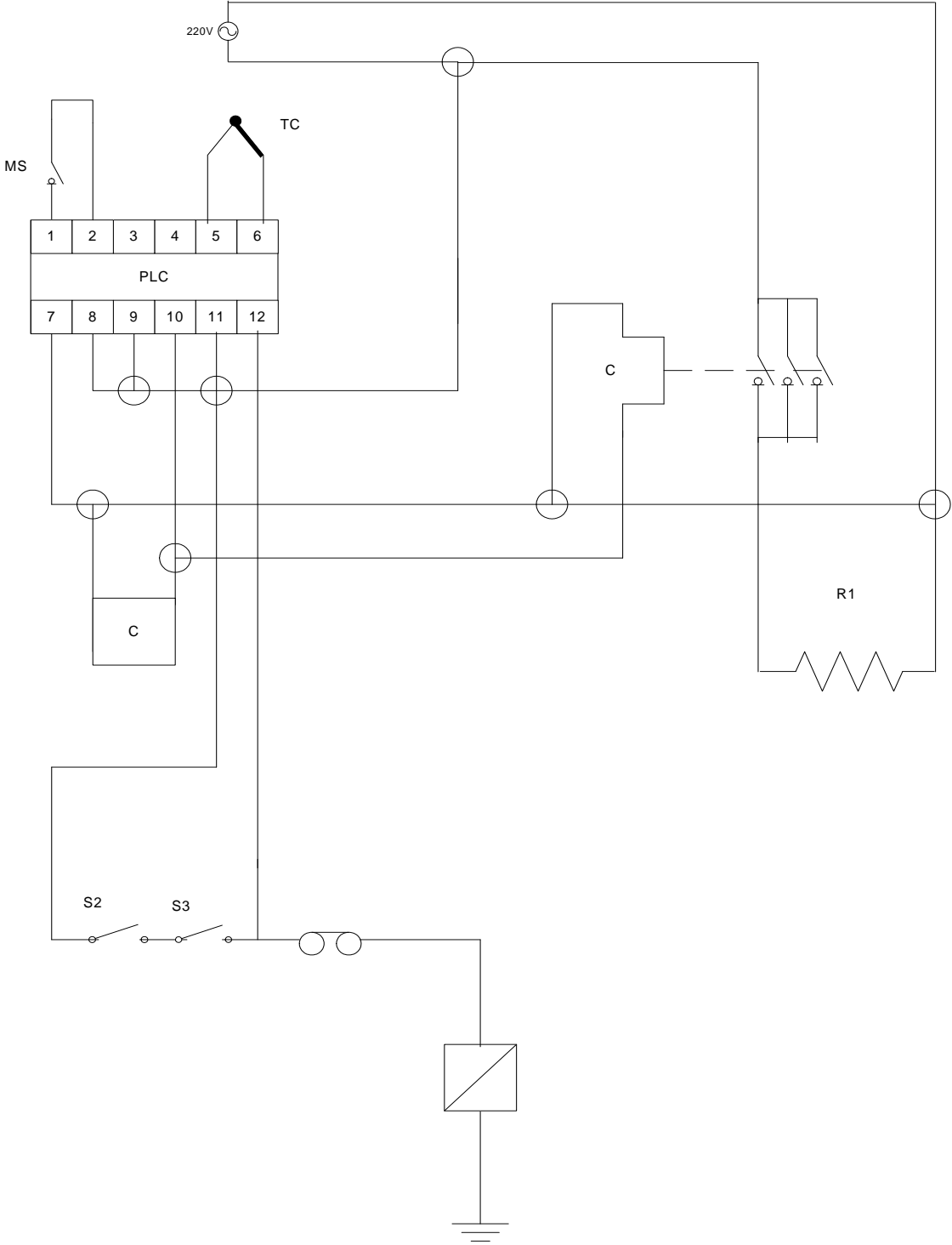
Es necesario que en la salida del ducto se coloquen nuevamente un manómetro y un filtro para indicar que la presión de trabajo se mantiene con base en las especificaciones. Para la instalación neumática, además de la unidad de mantenimiento, se deben utilizar un cilindro de doble efecto y una electroválvula 5/2 por cada prensa térmica, los cuales se deben instalar como se indica en los circuitos neumáticos y electroneumáticos que se presentan.

#### **4.1.3. Diseño del circuito eléctrico de la automatización**

Para poder llevar a cabo la automatización de las prensas térmicas, es necesario diseñar los circuitos que permitan llegar a tal objetivo.

En la figura 10 se muestra el diseño del circuito eléctrico, el cual indica el diagrama adecuado que ha de seguirse a fin de lograr el proceso final de automatización.

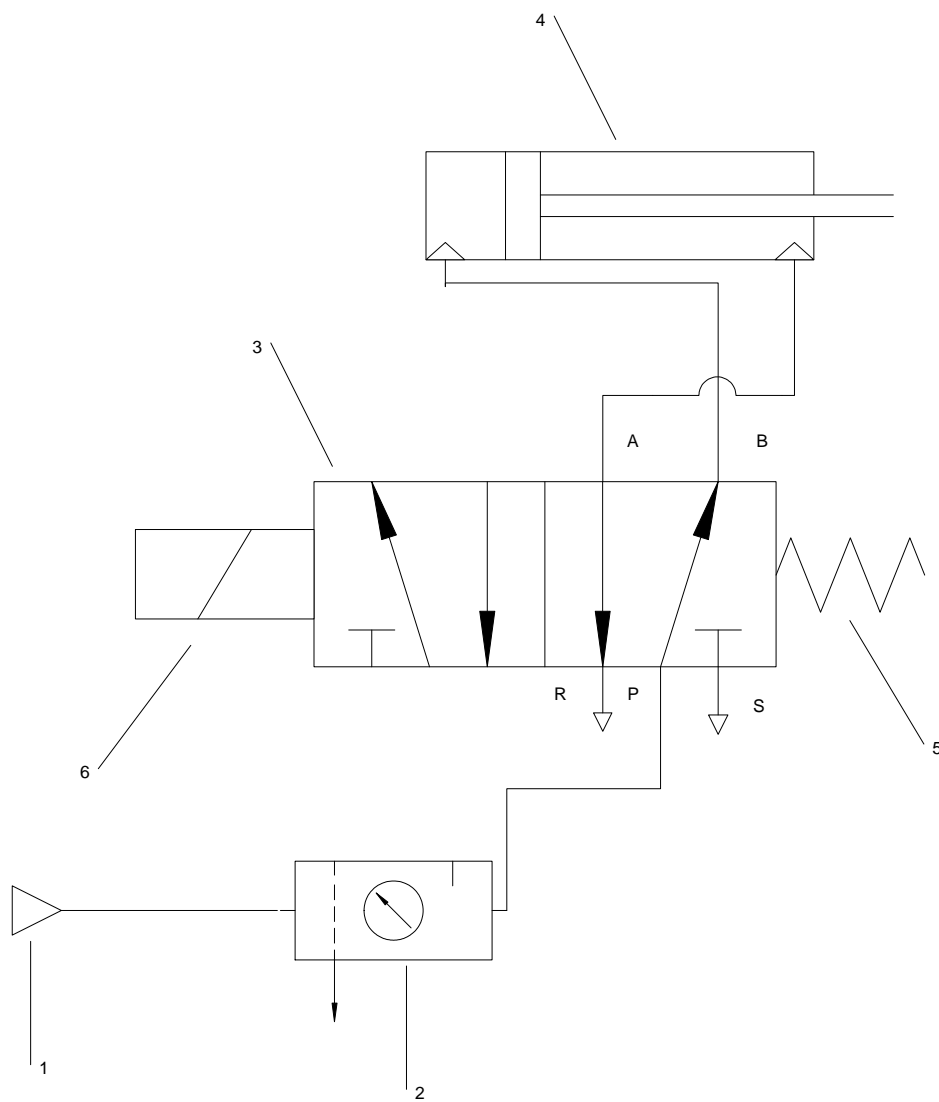
Figura 10. Circuito eléctrico de la automatización



#### 4.1.4. Diseño del circuito neumático de la automatización

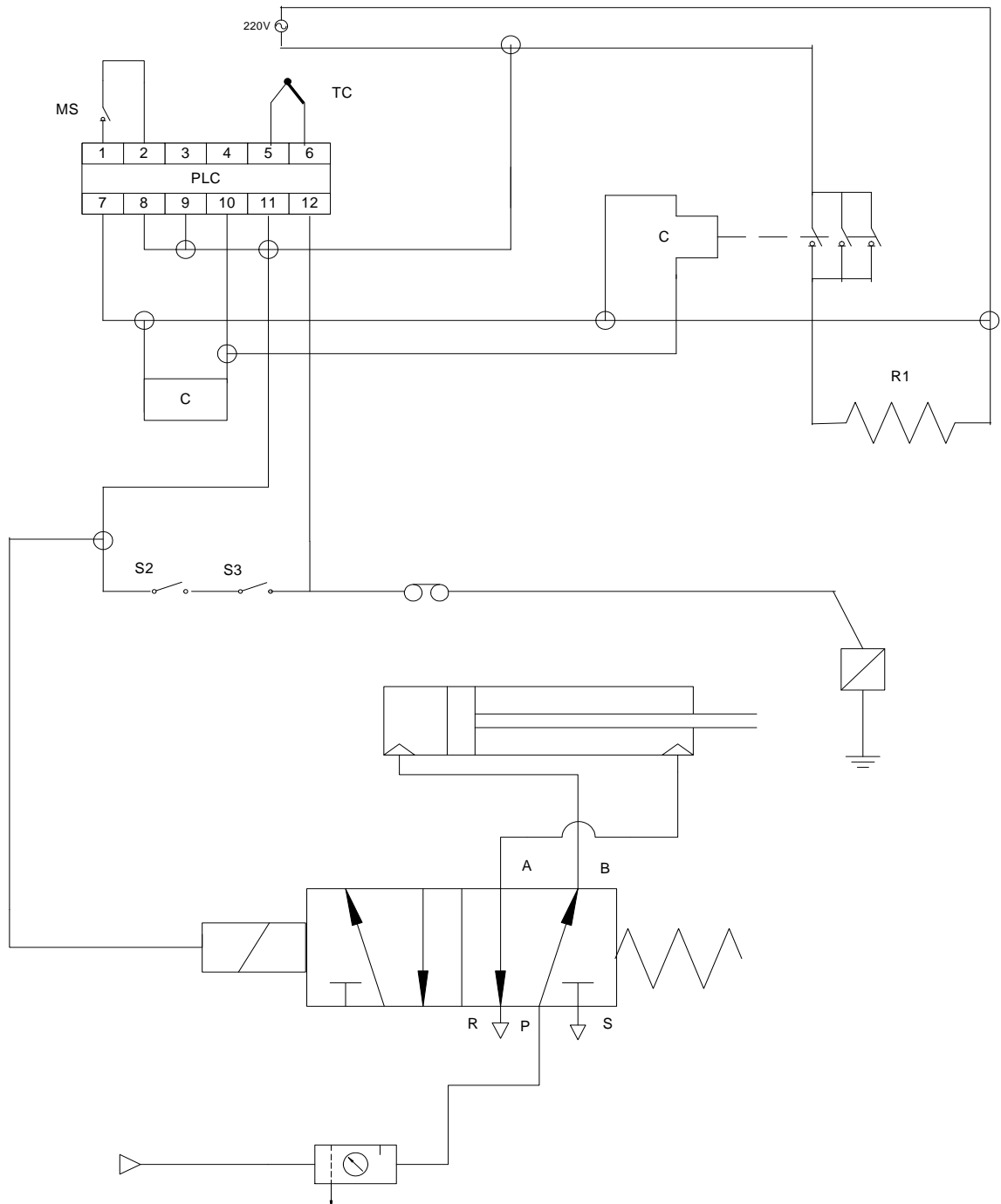
En la figura 11 se muestra el circuito neumático característico de la automatización.

**Figura 11. Circuito neumático de la automatización**



### 4.1.5. Diseño del circuito electroneumático de la automatización

Figura 12. Circuito electroneumático de la automatización





En la figura 12, se puede apreciar claramente cuál es el funcionamiento de la automatización electroneumática. Con base en este diagrama se puede observar que el diseño ha de funcionar como se describe en la sección 3.2.

## **4.2. Instalación electroneumática**

### **4.2.1. Pasos para la conexión eléctrica**

Como se observa en el circuito eléctrico para realizar la conexión eléctrica de la prensa térmica, se debe tener en cuenta que está fabricada para 220Volt bifásico. Además, se debe verificar que la máquina sea instalada sobre un piso nivelado, en un ambiente ventilado, y se debe verificar que el suministro eléctrico principal esté igual que las valuaciones eléctricas de la máquina, así como reafirmar todos los tornillos del panel de control eléctrico. Como se trata de una prensa térmica de accionamiento eléctrico sometida a una automatización, es necesario realizar los siguientes pasos para su conexión eléctrica.

- Se debe revisar que la prensa térmica cuente con un PLC de 12 patas, numeradas de la uno a doce, como se muestra en el circuito eléctrico
- Las terminales 1 y 2 deben conectar con el interruptor de límite (MS)
- Las terminales 4 y 6 deben conectar con el termopar (TC)
- Las terminales 8 y 9 deben unirse a una de las líneas vivas y conectar con el disyuntor monopolar (8) que, a su vez, conecta con el contactor de calentamiento (C), para permitir el funcionamiento de la resistencia de la prensa térmica

- Las terminales 7 y 10 deben unir, por medio de un contactor de calentamiento (C), el otro extremo de la resistencia de la prensa térmica y con ello cerrar el circuito
- Las terminales 11 y 12 deben unirse siguiendo la siguiente secuencia; La terminal 11 debe unirse a una línea viva y sujeta a un par de *switch*, (S2 y S3) para cerrar el circuito y permitir su funcionamiento. EL terminal 12 debe conectar el circuito a un sistema de seguridad (〇〇) de accionamiento manual, cerrando el circuito debidamente en una caja de flipones a tierra

#### **4.2.2. Pasos para la conexión de la electroválvula**

La función de la electro válvula radica en que representa el vínculo que hace posible el funcionamiento de la automatización, debido a que mediante los impulsos eléctricos recibidos por la prensa térmica la electro válvula responde haciendo funcionar el circuito neumático, permitiendo el paso de aire comprimido. Y con ello, el pistón de doble efecto puede realizar el trabajo de apertura y cierre de la prensa térmica sin intervención manual, sino meramente automática, característica principal del proceso automatizado.

Para poder conseguir este funcionamiento, la electro válvula debe instalarse de acuerdo al circuito que se presentó y los pasos para su conexión son las siguientes.

- Se debe verificar primeramente que la válvula es una 5/2 con accionamiento eléctrico lineal

- El conducto de la fuente de energía que ha de alimentar la vía principal (P) de la válvula debe provenir de la unidad de mantenimiento, para dicho circuito neumático, tal y como se muestra en la figura 11
- La válvula se debe conectar abierta en reposo, es decir, que debe permitir el paso de aire al cilindro de trabajo ( $P \rightarrow B$ ), como lo muestra la figura 11, con el objeto de que el cilindro mantenga abierta la parte superior de la plancha cuando esta no esté operando, o se está preparando para operar
- Al mismo tiempo, la conexión de la válvula debe permitir el escape del aire del cilindro de trabajo ( $A \rightarrow R$ ), como se muestra en la figura 11, con el objeto de permitir que el cilindro se encuentre en la posición de apertura, para permitir el funcionamiento esperado
- Al realizar la conmutación de la válvula mediante el impulso eléctrico recibido del circuito eléctrico directamente, tal como lo muestra la figura 12, debe notarse que la válvula debe permitir el escape del aire del cilindro de trabajo ( $B \rightarrow S$ ), así como permitir el paso de aire del al cilindro de trabajo ( $P \rightarrow A$ ), para permitir que el cilindro realice su trabajo regresando a la posición en la que el vástago se introduce y permitir que descienda o cierre la parte superior de la prensa térmica

#### **4.2.3. Pasos para la conexión neumática**

El circuito neumático representa el complemento de la automatización, siendo el inicial, el circuito eléctrico.

Por ello es que para poder obtener un funcionamiento adecuado de las unidades neumáticas resulta necesario que estén conectadas de una forma correcta, y para lograrlo se debe realizar el siguiente procedimiento.

- Se debe verificar que la fuente de energía (1, ver figura 11) provenga de un ducto directo del compresor destinado para la alimentación del área de acabados especiales y no de otra fuente de aire comprimido
- El suministro de aire debe dirigirse a través de la unidad de mantenimiento (2, ver figura 11), antes de alimentar cualquier circuito
- Por medio de mangueras con resistencia de 115psi, se ha de dirigir el aire comprimido de la unidad de mantenimiento hacia la conexión P, de la electroválvula (3, ver figura 11)
- La conexión de la electroválvula, en conjunto con el cilindro de doble efecto (4, ver figura 11), se debe verificar que está de acuerdo a lo expresado en la sección 4.2.2 (pasos para la conexión de la electroválvula)
- El accionamiento de la electro válvula se realiza de forma eléctrica (6, ver figura 11), lo cual se logra visualizar de una forma más clara en la figura 12, en donde la línea viva colocada justamente después de los *switch* S2 y S3 tiene una conexión hacia la electroválvula justo al accionamiento eléctrico, lo cual permite introducir los impulsos eléctricos para facilitar las distintas conmutaciones de la electroválvula
- Se debe verificar que exista el muelle de recuperación o de retorno (5, ver figura 11)

#### **4.2.3.1 Funcionamiento de las unidades de servicio**

Los accesorios necesarios para el funcionamiento del sistema neumático tienen una importancia fundamental. Por ello es que deben tomarse en cuenta; en lo que respecta al filtro de aire comprimido, se usa para purificar el aire de partículas sólidas y gotas de humedad. Dichas partículas serán retenidas por un filtro sintetizado.

Mediante una instalación especial se logra la separación de líquido condensado hacia el recipiente del que consta el filtro, Esta condensación debe ser purgada cada cierto tiempo, para evitar que sea arrastrada por el aire comprimido.

El lubricador del aire comprimido debe proporcionar al sistema neumático un engrase eficiente para su funcionamiento adecuado. El aceite del depósito debe ser nubelizado por el contacto con el aire comprimido. La cantidad de aceite es regulado mediante un tornillo regulador. Se acostumbra que el aceite de la lubricación sea administrado en un flujo constante de unas 6 gotas por 100 litros de aire.

Las válvulas reguladoras de presión deben mantener la presión de trabajo del aire comprimido de una forma constante. Este debe ser independiente de las oscilaciones de la presión en la red, por ello se debe tener en mente que la presión de trabajo siempre es menor que la presión de entrada del aire comprimido.

Las presiones de trabajo recomendadas son.

Presión máxima de entrada 12 bar.

Presión nominal de trabajo        6 bar.

En lo que respecta al consumo de aire, se puede obtener un dato aproximado con base en la siguiente fórmula.

Cilindro de doble efecto

$$Q = 2 * (S \times q \times n) \quad (\text{l/min.})$$

Donde:

Q = Consumo total, en l/min

S = Carrera en cm

q = Consumo por cm., de carrera

n = Ciclos por minuto

Para el resultado obtenido al usar esta fórmula, es necesario ajustar el lubricador para que dosifique 6 gotas por minuto.

No es aconsejable el goteo excesivo por motivos de costos y medio ambiente. Puede ser mayor al inicio del rodaje, pero luego debe reducirse al máximo mientras se está trabajando en forma normal.

### **4.3. Cómo operar la plancha eléctrica ya automatizada**

#### **4.3.1. Encendido de la plancha**

Una vez automatizada la prensa térmica, el encendido se realiza verificando primeramente que está conectada a la alimentación eléctrica.

Se debe accionar el *switch* de encendido que tiene la prensa térmica a un costado del panel de control. Este procedimiento se realiza en una forma manual.

#### **4.3.2. Programación del tiempo y la temperatura de trabajo**

Para programar el tiempo se debe accionar en el panel de control dos veces la tecla (P) hasta que aparezca la letra “t”, con un tiempo que podrá ser cambiado con las teclas ↑ y ↓ hasta dejar el tiempo que se desea programar.

Con respecto a la temperatura, se deben accionar nuevamente en el panel de control las teclas (P) y (+) juntas, conjuntamente. Con ello se debe encender la máquina. Luego el panel de control mostrará un dato que puede ser cambiado con las teclas (+) 0 (-), lo cual modifica la escala de la temperatura de Celsius a Fahrenheit y viceversa, siguiendo ese procedimiento se establece la temperatura de trabajo requerida.

#### **4.3.3. Colocación de la prenda con doblez especial**

Una vez que se ha programado la temperatura y el tiempo de trabajo, se procede a colocar la prenda objeto de trabajo. Para ello el operario se debe dar cuenta de que la prensa esté abierta, debido a que el circuito diseñado de la automatización es normalmente abierto, lo cual permite que esto suceda. Luego, el operario, después de realizar el tipo de doblez especial que corresponde, debe colocar la prenda en el plato inferior de la prensa térmica, cuidando de aprovechar al máximo el área de trabajo. Este procedimiento se realiza en forma manual.

#### **4.3.4. Accionamiento para el descenso de la parte superior de la plancha**

Para permitir que la prensa térmica comience a operar, se debe hacer descender el plato superior de la prensa térmica. Para ello, el operador de la máquina debe, después de colocar la prenda de trabajo, accionar los dos botones de enclavamiento (S2 y S3) con las dos manos, respectivamente, lo cual permite que el circuito neumático abra el paso del aire comprimido y que el pistón de doble efecto se comprima de su posición de reposo, que está normalmente abierto, y con ello permita que el plato superior de la prensa descienda y se realice el trabajo de planchado.

#### **4.3.5. Ascenso de la parte superior de la plancha**

El ascenso de la parte superior de la prensa térmica se realiza automáticamente debido a la automatización propiamente dicha; representa uno de los resultados de llevar esta a cabo.

El circuito controlador del tiempo manda una señal que la electro válvula interpreta para que dé accionamiento al circuitoneumático, el cual permitirá que el cilindro de doble efecto se expanda y, con ello, dé apertura a la prensa térmica; este proceso es automático.

#### **4.3.6. Accionamiento del sistema de seguridad**

Después del proceso de automatización, la prensa térmica queda provista de un sistema de seguridad, el cual tiene como objeto cancelar el funcionamiento normal de la prensa térmica, por cualquier problema, accidente o imprevisto que se presente.



Para el accionamiento del sistema de seguridad, la prensa cuenta con un botón de seguridad (〇〇), el cual está unido al PLC en el extremo No. 12, con lo cual, al ser suspendido el flujo de corriente, lo cual ocurre al accionar este botón, la prensa térmica obedece al sistema de normalmente abierta puesto que supone que la prensa está desconectada y con ello da funcionamiento al sistema neumático, el cual hace que la prensa térmica se abra.

Este sistema de seguridad se acciona por el operador de la máquina con uno de sus muslos, ya que el botón (〇〇) que realiza esta operación se encuentra justo por debajo del área de operación y a una altura adecuada para ser alcanzado por cualquiera de los muslos del operador.



## **5. MEJORA CONTINUA**

### **5.1. Mantenimiento de la unidad automatizada**

En esta sección se abordan los temas referentes al mantenimiento de la unidad automatizada, para lo cual se hace referencia al tipo de mantenimiento y al período recomendable para llevarlo a cabo.

Se hace referencia en cuanto al mantenimiento del sistema eléctrico, tanto el de alimentación como el responsable del funcionamiento de la prensa térmica ya automatizada; de igual forma, se aborda el sistema mecánico que se utiliza.

Con respecto al sistema electrónico y de programación, no se le practica ningún servicio de mantenimiento, porque está sujeto a un tipo de programación y de calibración, por lo cual, al presentarse algún tipo de falla, se debe comunicar de inmediato al fabricante para que la repare.

#### **5.1.1. Sistema eléctrico**

Se debe atender el sistema eléctrico, tanto del que representa el propio funcionamiento de la prensa térmica automatizada, como del sistema de alimentación. Para ello, debido a los costos y a los buenos resultados que presenta, se va enfatizar en los tipos de mantenimiento preventivo y correctivo.

El mantenimiento preventivo de la alimentación se debe realizar una vez al año y de la siguiente manera:

- Se deben limpiar los contactos tanto de alta como de baja tensión, provenientes del transformador que alimenta el sistema independiente de las prensas térmicas. Se deben utilizar para ello unitron 14 y manta
- Se deben limpiar los aisladores del transformador de alta y de baja tensión, así como la cuba del transformador. Para ello se deben utilizar manta y unitron 14
- Se debe chequear el nivel y rigidez dieléctrica del aceite del transformador
- Se deben limpiar los contactos de entrada y salida de la caja de flipones. Esto se realiza con unitron 14 y manta
- Los contactos del tomacorriente se deben limpiar con unitron 14 y manta
- Cuando sea necesario, se deben lijar los contactos. Además de utilizar el unitron 14, se debe utilizar lija No. 400

El mantenimiento preventivo de la prensa automatizada se debe revisar en intervalos de tres meses y de la siguiente manera:

- Verificar los componentes eléctricos por su conexión apropiada y reafirmarlos
- Limpiar los contactos de los botones de enclavamiento (S2 Y S3) con unitron 14 y manta

En lo que respecta al mantenimiento correctivo, se debe realizar cuando sea necesario y de la forma más eficiente, recordando que los circuitos internos de la prensa térmica, así como el PLC, deben ser intervenidos únicamente por el fabricante y debe informarse a éste inmediatamente, si se presenta una falla.

### **5.1.2. Sistema neumático**

El mantenimiento del sistema neumático para el funcionamiento de la prensa térmica se debe efectuar en forma periódica y correctiva, es decir, se debe aplicar tanto el mantenimiento preventivo como el correctivo.

Para el mantenimiento preventivo se debe seguir el siguiente procedimiento.

- Inspección diaria
- Revisión de los filtros que no tienen purga automática y vaciar el condensado que esté presente

Se debe realizar una inspección semanal de la siguiente manera:

- Comprobar los manómetros de los reductores de presión
- Chequear los emisores de señal, respecto a posibles depósitos de suciedad
- Chequear el funcionamiento adecuado de los lubricantes

- Revisar la presencia de fugas en las juntas de los racores, reapretarlos si es preciso, y revisar los orificios de escape de las válvulas
- Reemplazar, si es necesario, las tuberías sometidas a movimientos
- Limpiar los cartuchos de los filtros con agua jabonosa o petróleo, y soplarlos en sentidos contrario (no usar productos disolventes)
- Comprobar el funcionamiento de las válvulas con purga automática
- Realizar la inspección semestral de la siguiente manera:
- Revisar y cambiar manguera, unidad de mantenimiento y manómetros, si es necesario
- Comprobar en los cilindros el desgaste de las guías del vástago, juntas rascadores y obturadores. Si es necesario, se deben reemplazar; para comprobar sus alineaciones mecánicas se deben hacer funcionar a mano y sin aire

El mantenimiento correctivo de estas unidades de servicio neumático se debe realizar cuando se presente la falla y de forma inmediata, cuidando que el procedimiento se realice de acuerdo a las especificaciones indicadas para ello.

### **5.1.3. Electroválvula**

Para el buen funcionamiento de la electroválvula se debe seguir un tipo de mantenimiento preventivo que lleve a obtener un rendimiento óptimo en el desarrollo operativo de la prensa térmica. Este mantenimiento se lleva a cabo de manera semestral e implica la revisión y cambio de estas unidades.

## **5.2. Índices de evaluación del mantenimiento**

En esta sección se aborda el tema referente a la evaluación adecuada de las ventajas de realizar el mantenimiento descrito anteriormente. Se ha de realizar con base en índices que demuestran tanto la confiabilidad del proceso como la mejora en productividad de la mano de obra y de la sección de acabados especiales en general.

### **5.2.1. Sistemas de confiabilidad**

Este índice tiene como objeto medir la confiabilidad del equipo sujeto a un mantenimiento específico en forma periódica, que indica una rotación constante de la vida útil que se espera del equipo en cuestión.

Para realizar este tipo de análisis es necesario fijar algunas variables que permitan describir el funcionamiento y, para ello, se pueden fijar como tal es la rotación de piezas importantes en un año, así como la calibración y el reajuste que permite brindar un tiempo óptimo mayor en el funcionamiento del equipo en cuestión, aumentando con ello la confiabilidad del equipo.

Si tenemos que “R” representa el número de mantenimientos que se hacen en un año, y “N” representa el número de años que han pasado sin darle mantenimiento, entonces tenemos que el índice de confiabilidad “C” nos representa el porcentaje de utilización de la capacidad del equipo en cuestión así:

$$C = (R/N) (100)$$

Transcurridos más de 4 años sin el respectivo mantenimiento, el equipo en cuestión tiene un índice de confiabilidad muy bajo que, por seguridad, se toma como cero.

### **5.2.2. Eficiencia y productividad de la mano de obra**

Este índice busca medir de alguna forma la relación directa que tiene el buen funcionamiento de la maquinaria con la eficiencia del trabajo realizado por el operario y el reflejo de ello en la productividad de este.

Se puede apreciar esta relación al establecer algunas variables que describan este funcionamiento. Para ello se tiene que la eficiencia del operario esta en función del tiempo de ciclo que, a su vez, depende del tiempo necesario para llevar a cabo la operación tanto por el operario como por la máquina, e igual sucede con la productividad. Si se sabe que el buen funcionamiento de la maquinaria está en función de su índice de confiabilidad, tenemos entonces que el índice de eficiencia y productividad está dado por:



$$Q = \frac{T.\text{Operario}(\text{costo M.O.}) + T. \text{Máquina}(\text{Costo Operación})(C) * (100)}{T.\text{Ciclo}(\text{costo M.O.}) + T\text{ciclo}(\text{Costo Operación})}$$

Donde:

T = tiempo

C = índice de confiabilidad

Q = índice de eficiencia y productividad

### **5.3. Capacitación**

#### **5.3.1 Mecánicos de línea**

Los encargados de llevar a cabo el tipo de mantenimiento y servicio descrito en el numeral 5.1 de este capítulo son los mecánicos de línea y los jefes de estos. Ambos deben trabajar conjuntamente para obtener resultados que brinden condiciones óptimas de funcionamiento. El encargado del departamento mecánico está obligado a leer, interpretar y explicar el material que se tenga del diseño de automatización, tal como las especificaciones del equipo, las medidas de seguridad, las inspecciones, etc.

Además, este conocimiento se debe transmitir a los demás mecánicos de línea, de una forma sencilla, clara y práctica, recalcando las ventajas y limitaciones en la realización de las labores de mantenimiento e inspección del equipo con base en la planificación realizada por el encargado del departamento; permitiendo con ello la disminución al máximo de problemas y fallas que se puedan generar durante el funcionamiento normal del equipo.

### 5.3.2. Operarios

Debido a su estrecha relación con el funcionamiento del equipo automatizado, es necesario capacitar al operario respecto de las siguientes labores

- Encendido y programación de la prensa térmica automatizada con base en el tipo de acabado especial en particular
- Identificación del funcionamiento adecuado de la prensa térmica automatizada
- Accionamiento del sistema de seguridad en caso de emergencia.
- En caso de detectar un inadecuado funcionamiento eléctrico, mecánico o neumático del equipo, reportarlo inmediatamente al encargado del departamento de mantenimiento del área.

Debe realizarse una junta entre el encargado de mantenimiento, los mecánicos de línea, los operarios y los supervisores de producción, esto todas las semanas, con el objeto de analizar a corto plazo los efectos generados por la implementación del equipo, con el fin de **a)** velar por el desarrollo del cumplimiento óptimo de las prensas térmicas en lo que respecta a sus funciones principales y secundarias; **b)** expresan conjuntamente sugerencias sobre mejoras continuas al sistema y su modo de aplicación; **c)** analizan la factibilidad de sus aplicaciones.

## CONCLUSIONES

1. Con la implementación de las prensas térmicas, su automatización y la reestructuración de los diagramas del proceso, la empresa posee un rediseño total del proceso de doblez especial mediante planchado, con lo cual se logra mejorar dicho proceso en lo que respecta al cumplimiento de las especificaciones, la estandarización y la sistematización del mismo, así como un cumplimiento de la demanda en el tiempo efectivo de trabajo programado.
2. Por medio del análisis de ventajas, desventajas y costos, se determinó que la mejor alternativa para mejorar la situación actual es la implementación de las prensas térmicas sujetas a la automatización electroneumática, con lo que se obtiene un retorno de la inversión a corto plazo, una inversión inicial relativamente baja y beneficios económicos más significativos para la empresa.
3. Este trabajo contiene los lineamientos básicos para la implementación de la automatización electroneumática en procesos textiles donde se utilicen planchas eléctricas, el cual puede ser de gran utilidad para todas las empresas que desean lograr procesos más eficientes utilizando como herramienta principal la tecnología en su rama de la automatización.
4. Con el diseño del instructivo para la utilización de la prensa térmica automatizada, se tiene una guía operacional que debe utilizar el operario para el accionamiento funcional adecuado de la misma.

5. Con la reestructuración de los diagramas operacionales del proceso como consecuencia de la automatización, la empresa cuenta con un esquema representativo del mismo, por medio del cual se aprecia una disminución de tiempos y, por ende, de costos en el proceso, ayudando con ello a elevar la productividad.
  
6. El departamento de mantenimiento cuenta con un programa de mantenimiento preventivo integrado por inspecciones diarias, semanales, mensuales, anuales, dependiendo del sistema ya sea eléctrico, neumático o electroneumático, con lo cual, en conjunto con la capacitación a los operarios y mecánicos de línea responsables para la realización de dicho programa, se logra obtener un funcionamiento óptimo e ininterrumpido del sistema.

## RECOMEDACIONES

1. Desarrollar el suministro de aire comprimido en el área de acabados especiales de una forma flexible a cambio de requerimientos en capacidad, tomando en cuenta el posible crecimiento de esta área debido a que la empresa se encuentra en expansión, y se pueda de esa manera prever lo requerimientos necesarios.
2. Además del mantenimiento periódico programado para el perfecto funcionamiento de las prensas térmicas, se debe realizar, para obtener los mejores resultados, la limpieza diaria de los platos térmicos de teflón que utiliza la prensa, usando un pedazo de tela de algodón humedecido con alcohol, y sin utilizar herramientas afiladas, pues ellas pueden dañar dichos platos.
3. Al empezar un turno de trabajo que requiera la utilización de las prensas térmicas, se debe revisar que la presión del aire comprimido en el sistema sea el adecuado y que no se estén presentando fluctuaciones en la presión. Al momento de encontrar una fluctuación se debe de suspender la alimentación desde el suministro principal, e informar a los mecánicos de líneas para resolver el problema y evitar resultados inesperados.

4. Se debe programar el mantenimiento en forma semanal, mensual, semestral, anual, el cual debe llevarse a cabo en el sistema automatizado, por los mecánicos de línea. La programación debe corresponder a los jefes de los mecánicos de línea, pues ellos son los encargados de mantener en perfectas condiciones los sistemas eléctricos, neumáticos y electroneumáticos del sistema.
  
5. Cualquier tipo de falla correspondiente al sistema eléctrico, independientemente de la automatización que poseen las prensas térmicas, debe ser notificado al proveedor, ya que estas cuentan con garantía.
  
6. Al momento de realizar la redistribución de la maquinaria dentro del área de acabados especiales, se debe inspeccionar que esta queda bastante despejada para la ventilación correcta del equipo, así como para poder llevar las rutinas de mantenimiento de una forma adecuado, evitando con ello algún tipo de suceso inesperado que obstaculice el suministro y buen funcionamiento del equipo instalado.

## BIBLIOGRAFÍA

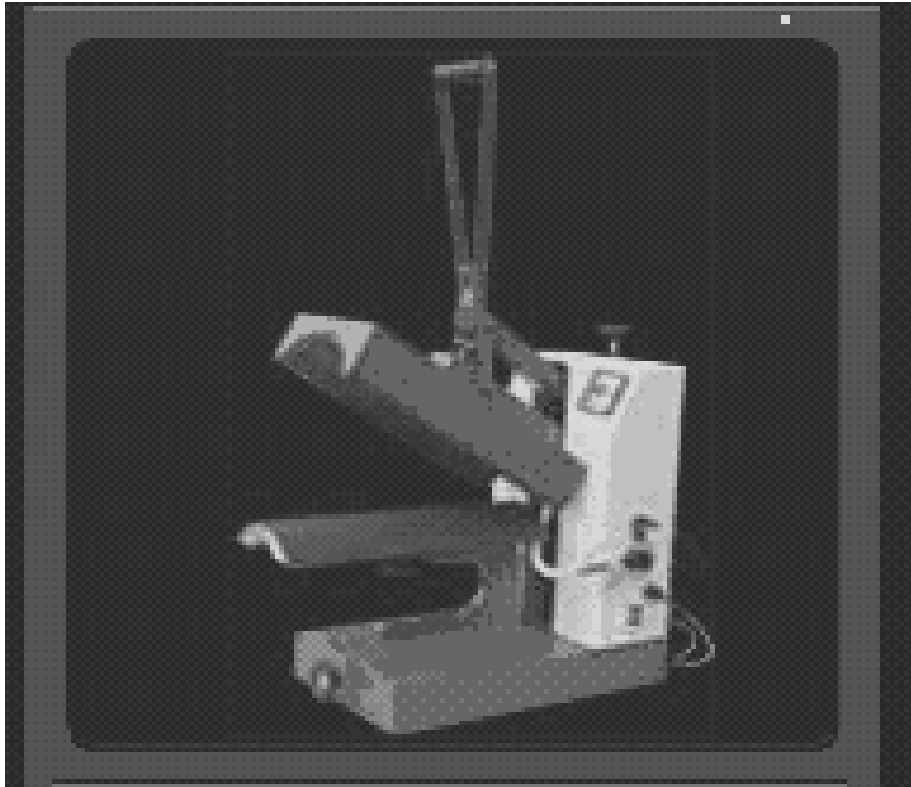
1. CHAPMAN, Stephen. **Máquinas eléctricas**. 3ra. Edición. México: McGraw Hill Interamericana.2000.768p.p
2. NIVEL, Benjamín y Andris Freivalds. **Ingeniería industrial**. 10ª. Edición. México: Alfa y Omega.2001.728p.p.
3. THEODORE, Baumeister. **Marks, Manual del Ingeniero Mecánico**. 2da. Edición.México:McGraw Hill.1992.p.17 a 29 Tomo II.
4. VACHETTE, Jean Luc. **Mejora continua de la calidad**. Primera Edición. España: Gestión Empresarial.1992
5. VILLANUEVA, Enrique Dounce. **La administración en el Mantenimiento**.2da.Edición.México:Continental.91.p.p





## ANEXOS

**Figura 13. Prensa térmica sujeta a automatización**



**Figura 14. Elementos neumáticos de la automatización, cilindro de doble efecto, unidad de mantenimiento y electroválvula 5/2 Festo**



Cilindro de  
doble efecto



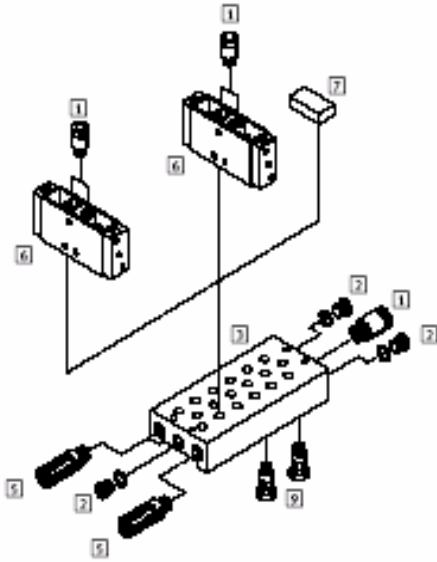
Unidad de  
mantenimiento



Electro válvula  
5/2

Figura 15. Diagrama del montaje de la electroválvula 5/2

Montaje en la placa de alimentación



Montaje en perfil distribuidos

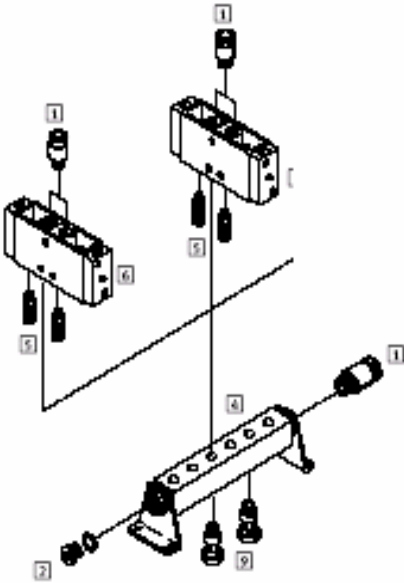


Figura 16. Diagrama del montaje de la unidad de mantenimiento Festo

Unidad de mantenimiento FRC-Micro

