

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

**“REDISTRIBUCION Y MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA DE  
PRODUCCIÓN DE UNA  
FÁBRICA DE PASTILLAS DE FRENOS DE DISCOS”**

Presentado ante la ilustre  
Universidad Central de Venezuela  
Por los Brs. Maldonado A., Cinthia S.  
Ramírez G., Marcos A  
Para optar al Título de  
Ingeniero Mecánico

Caracas, 2008

## **TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

# **“REDISTRIBUCION Y MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA FÁBRICA DE PASTILLAS DE FRENOS DE DISCOS”**

TUTOR ACADÉMICO: Prof. Ing. Raffaele D' Andrea.

TUTOR INDUSTRIAL: Ing. Roberto Riccelli

Presentado ante la ilustre  
Universidad Central de Venezuela  
Por los Brs. Maldonado A., Cinthia S.  
Ramírez G., Marcos A  
Para optar al Título de  
Ingeniero Mecánico

Caracas, 2008

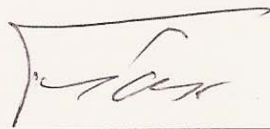
Caracas, Noviembre, 2008.

## ACTA

Los abajo firmantes, Miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Mecánica para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por los Bachilleres **Cinthia Maldonado** y **Marcos Ramírez**, intitulado

### “REDISTRIBUCIÓN Y MODERNIZACION DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA FÁBRICA DE PASTILLAS DE FRENO DE DISCOS”

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos en el Plan de Estudios conducente al Título de Ingeniero Mecánico y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por los autores.



**Prof. Manuel Márquez**  
Jurado



**Prof. Jesuado Areyan**  
Jurado



**Prof. Raffaele D'Andrea**  
Tutor Académico

**Maldonado A., Cinthia. Y Ramírez G., Marcos A**  
**REDISTRIBUCION Y MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA DE**  
**PRODUCCIÓN DE UNA**  
**FÁBRICA DE PASTILLAS DE FRENOS DE DISCOS**

**Tutor Académico: Prof. Ing. Raffaele D' Andrea. Tutor Industrial: Ing. Roberto Riccelli. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Mecánica. 2008. 358 Pág.**

**Palabras Claves:** Producción. Balance de Líneas de Producción. Distribución de Planta. Seguridad e Higiene Industrial. Inventario.

El siguiente trabajo especial de grado, se realizó con la finalidad de optimizar los procesos productivos y las condiciones generales de operación de una fábrica de pastillas de frenos de disco, así como presentar un proyecto de redistribución y modernización de la fábrica en el mismo espacio físico. A través del estudio de métodos para la fábrica mencionada, constituido principalmente por el análisis crítico de los procesos actuales y las condiciones de trabajo, las propuestas de cambios y mejoras de los mismo y finalmente el desarrollo e implementación de una nueva distribución de planta. En el análisis crítico se evaluó cada uno de los factores que conforman el proceso de producción como el manejo de materiales, maquinaria utilizada, métodos de producción, ambiente de trabajo y el diagnóstico de las condiciones de higiene y seguridad industrial. En la propuesta de cambios y mejoras se redefinieron los procesos productivos y las distintas áreas de producción, se eliminaron las actividades innecesarias, se integraron equipos de tecnología moderna y se balancearon las líneas de producción, adicionalmente se realizó un inventario de equipos.

## **DEDICATORIA**

---

### **DEDICATORIA**

A Dios, a Jesucristo y al Espíritu Santo, por darme la vida, por guiarme en cada uno de mis pasos. Eres la persona más importante en mi vida, nunca dejare de agradecerte por todo lo maravilloso que has hecho en mí.

TE AMO...MI DIOS ETERNO

A mi madre Alicia y mi padre Luís por haberme guiado en todo este camino, por haberme traído al mundo.

TE AMO

A mis hermanos Debbie, Bisset, Luís y Héctor por haber estado siempre conmigo, compartiendo experiencias únicas. Son muy importantes para mí...

LOS AMO...

A Luís Ezequiel, el bebe consentido de la familia.

TE AMO...

A toda mi familia Adame y Maldonado, por cada consejo y apoyo brindado.

LOS AMO...

A mis amigos y compañeros de la universidad, por sus consejos, ayudas, por su amistad incondicional, los llevare siempre en mi corazón.

LOS AMO...

*Cinthia Maldonado*

## **DEDICATORIA**

---

### **DEDICATORIA**

A DIOS, que nos ayuda con su sabiduría y amor. Siempre te estaré agradecido por todo lo que me has dado.

GRACIAS MI DIOS.

A mis viejos Marco Tulio y Morelia por su amor incondicional, apoyo y ayuda en todas las decisiones que he tomado en mi vida.

LOS AMO.

A mi hermanita Maria Eugenia, por su apoyo y comprensión. Gracias por soportarme mi negra.

TE AMO.

A mis dos Abuelitas Flor y Maria, por su amor incondicional. Y por aquellos consejos que siempre me han ayudado.

LOS AMO.

A toda mi familia por su amor y apoyo en los momentos difíciles.

LOS AMO.

A nuestra Universidad, *La Casa Que Vence Las Sombras*. Por forjarme como profesional y hacer de mí la persona que hoy soy.

*Marcos Ramírez.*

## **AGRADECIMIENTOS**

---

### **AGRADECIMIENTOS**

A mi Dios, por haberme dado la sabiduría, fortaleza y paciencia durante toda mi carrera y por haberme ayudado alcanzar esta meta.

A mi madre Alicia, por su amor, comprensión, por cada minuto de cariño. Gracias por ser como eres única y especial en mi vida. Cada día que pasa no dejaras de ser lo más hermoso que tengo en mi vida.

A mi padre, por ayudarme siempre y por cada consejo impartido.

A mis hermanos, porque siempre estuvieron hay apoyándome, gracias por su comprensión y cariño.

A mi oso (marcos) por haber sido mi compañero de tesis, gracias por tu apoyo, comprensión, cariño, eres muy especial para mi. Te quiero mucho. Cada momento que estuvimos juntos fue una experiencia única. Perdóname todo lo malo. Gracias por ser mi confidente.

A la Universidad Central de Venezuela, por haberme brindado la oportunidad de estudiar en esa casa de estudio. Siempre estaré orgullosa de haber sido estudiantes ucevista.

A la Facultad de Ingeniería Mecánica, por haber formado en mí el profesional que hoy en día soy.

A empresas DRIFF por haberme brindado la oportunidad de realizar mi trabajo especial de Grado en sus instalaciones.

## AGRADECIMIENTOS

---

Al Profesor Raffaele de Andrea por haberme guiado durante todo este trabajo, gracias por sus orientaciones, consejos, por cada minuto que me dedico, lo cual me servirá durante mi carrera profesional.

Al Ing. Roberto Riccelli, por la oportunidad que nos brindo de haber realizado este tabajo en su empresa. Gracias por su apoyo, amistad y orientación.

Al Prof. Hendrick Albornoz, por la confianza brindada, por su apoyo incondicional. Y por todas las ayudas prestadas.

Al Prof. Crisanto Villalobos. Por su amistad y cariño. Gracias por la enseñanza impartida.

A los hermanos de la Fe, por haberme ayudado en cada una de sus oraciones.

A mi bebe precioso Wilker por su amor, cariño, comprensión, compañía y por haberme ayudado alcanzar esta meta. Te amo.

A mis amigas, Gaby e Ingrid por su apoyo incondicional, por su amistad, fidelidad, cariño. Las quiero mucho.

A mis amichis de la universidad, especialmente a *Tony, Andrés, Leito, Luigi, Raulin, Loro, Tina, Bruno, Maya, Al Duban, Albex, Luisito, Alelu, Eduardito, Perú, Marciano, Behar, Leyton, Víctor, Mene* y *Luís Manuel*. Gracias por su cariño, amistad, consejo. Siempre recordare cada momento especial que estuvimos juntos. Los amo mucho. Espero que estemos siempre juntos.

*Cinthia Maldonado*

*“Yo soy el Alfa y la Omega”, dice el Señor Dios, “el que es, y que era y que ha de venir, el Todopoderoso.” Apocalipsis 1:8*



## **AGRADECIMIENTOS**

---

### **AGRADECIMIENTOS**

A mi Dios. Por ayudarme en lo momentos difíciles y llenarme de fuerza y paciencia para poder lograr esta meta.

A mis viejos, por ayudarme en todo momento de mi vida con su amor y consejos, y sobre todo gracias por siempre creer en mí.

A mi hermanita por siempre estar conmigo, y apoyarme en todo momento.

A mi Compañera, amiga y hermanita (Cinthia), por haber estado conmigo en este en este proyecto en las buenas y en las malas, Por tu amistad incondicional que siempre estaré agradecido, Te quiero mucho mi YAMI YAMI.

A la Universidad Central de Venezuela. Por darme el privilegio de haber pasado por sus Aulas, y tener el honor de siempre ser un ucevista.

A la Escuela de Ingeniería Mecánica, Por formarme como profesional critico y brindándome la oportunidad de haber forjado amistades invaluable.

A mi Novia linda (MAYAYA), Por siempre estar a mi lado, con tu apoyo y amor, TE AMO.

Al Profesor Raffaele D' Andrea, Por su dedicación, consejos y apoyo incondicional para la realización de este proyecto. Gracias Profesor.

A DRIFF C.A por haberme brindado la oportunidad de realizar mi trabajo especial de Grado en sus instalaciones y a todo su personal en especial al Ing. Roberto Riccelli, por su ayuda, apoyo y amistad.

## **AGRADECIMIENTOS**

---

Al Prof. Hendrick Albornoz, Por su apoyo incondicional, por creer en nosotros y sobre todo por la amistad que nos brinda.

Al Prof. Crisanto Villalobos. Por su amistad y apoyo a lo largo de mi carrera.

A los hermanos que hice en la universidad, *Al Duban, Andre, Xuxita, Erika, Lizza, Fefa, Peru, Make, Pepe, Pumba, Ramón, Bruno, Tina, Ludgui, Raulin, Cabra, Gabo, Loro, Andrés, Maria José, Tony, Leyton, Marciano, Behar.* Gracias por su cariño y apoyo. Espero que nuestra amistad perdure en el tiempo.

A todos mis amigos y hermanos de mi Pueblo. Gracias por su amistad y amor.

*Marcos Ramírez*

**ÍNDICE DE CONTENIDO**

	Página
<b>INTRODUCCIÓN</b>	xix
<b>CAPÍTULO I DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA</b>	
1.1 Justificación del Problema.....	21
1.2 Antecedentes.....	22
1.3 Planteamiento del Problema.....	23
1.4 Objetivo General.....	24
1.4.1 Objetivos Específicos.....	24
1.5 Alcances.....	25
<b>CAPÍTULO II FUNDAMENTOS TEÓRICOS</b>	
2.1 Distribución de Planta.....	27
2.1.1 Objetivos de una buena distribución de planta .....	27
2.1.2 Principios Básicos De La Distribución En Planta.....	29
2.1.3 Tipos De Distribución De Planta.....	30
2.1.4 Factores Que Afectan La Distribución En Planta.....	40
2.1.5 Sistemas De Flujo.....	44
2.1.6 Estimación Del Manejo De Materiales Criterios De Evaluación Y Su Fundamento.....	46
2.2 Diagramas de Procesos.....	47
2.2.1 Diagrama de Operaciones del Proceso.....	50
2.2.2 Diagrama De Análisis Del Proceso.....	50
2.2.3 Diagrama de Recorrido.....	52
2.3 Metodología SLP.....	53
2.3.1 Análisis de Factores que Afectan la Distribución de Planta.....	53
2.3.2. Búsqueda de Alternativas de Distribución de Áreas.....	55
2.3.3 Evaluación de las alternativas de Distribución de Áreas.....	55
2.3.4 Selección de la Distribución de Áreas.....	57

## **INDICE GENERAL**

---

2.3.5 Distribución de Equipos.....	57
2.4 Capacidad de Producción.....	58
2.4.1 Planificación de la capacidad.....	59
2.5 Balanceo de líneas (análisis de la producción).....	60
2.6 Estudio de Tiempos.....	61
2.6.1 Objeto del cronometraje.....	61
 <b>CAPITULO III METODOLOGÍA</b>	
3.1 Levantamiento de la información técnica.....	64
3.2 Proceso Actual.....	64
3.3 Generación y evaluación del proceso productivo de la empresa .....	65
3.4 Evaluación de las propuestas para la redistribución.....	66
3.5 Planificación de la redistribución y estimación de la inversión....	66
 <b>CAPÍTULO IV DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y SU PROCESO PRODUCTIVO</b>	
4.1 Misión y Visión de DRIFF.....	68
4.2 Organigrama De La Empresa DRIFF C.A.....	69
4.3 Descripción De La Empresa.....	70
4.4 Descripción Del Producto.....	71
4.1.1 El Freno De Discos.....	71
4.4.2 Pastillas Para Frenos De Disco.....	72
4.4.3 Frenos De Tambor	75
4.5 Descripción De Los Procesos Productivos En La Planta.....	77
4.5.1 Flujograma actual de la empresa.....	85

## **INDICE GENERAL**

---

4.5.2 Diagrama De Análisis Del Proceso.....	86
4.5.3 Diagrama de Recorrido.....	90
<b>Capítulo V ANÁLISIS CRÍTICO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS Y PROPUESTAS DE MEJORAS</b>	
5.1 Análisis del flujograma actual y propuesto de la empresa.....	92
5.2 Análisis Crítico De Los Procesos Productivos y Propuestas De Mejoras.....	99
5.2.1 Elaboración De Pastillas De Freno De Disco.....	100
5.2.1.1 Departamento de Elaboración de Láminas Portapastillas .....	100
5.2.1.2 Departamento De Granallado Y Barnizado.....	102
5.2.1.3 Departamento De Preparación De La Mezcla De Materia Prima.....	104
5.2.1.4 Departamento De Preformado.....	108
5.2.1.5 Departamento de Prensado En Caliente.....	110
5.2.1.6 Departamento De Pintado.....	112
5.2.1.7 Departamento De Horneado De Pastillas.....	114
5.2.1.8 Departamento De Rectificado De Pastillas.....	115
5.2.1.9 Departamento De Codificado y Empaquetado.....	117
5.2.1.10 Departamento de Almacenamiento.....	119
5.2.2 Línea de Producción De Vulcanizado De Bandas.....	121
5.2.3 Línea de Fabricación De Matrices y Moldes.....	124
<b>CAPITULO VI ESTIMACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA</b>	
6.1 Estimación De Los Tiempos De Producción.....	125
6.1.1 Clasificación De Los Productos.....	126
6.1.2 Método Utilizado Para La Toma De Tiempos.....	131
6.1.3 Resultados.....	136
6.1.4 Verificación De La Capacidad Utilizada.....	137
6.1.5 Balance De La Línea De Producción.....	139

**CAPÍTULO VII DIAGNOSTICO DE LAS CONDICIONES DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROPUESTAS DE MEJORAS**

7.1 Diagnostico De Las Condiciones De Higiene Y Seguridad industrial.....	165
7.2 Propuesta De Mejoras En Las Condiciones De Higiene Y seguridad Industrial.....	173
7.3 Recomendaciones.....	177

**CAPÍTULO VII REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

8.1 Desarrollo de La Metodología (SLP).....	181
8.1.1 Análisis De Factores Que Afectan La Distribución De Planta.....	181
8.1.1.1 Análisis del Flujo de Materiales.....	181
8.1.1.2 Análisis De Relaciones De Actividades.....	183
8.1.1.3 Elaboración Del Diagrama De Relaciones.....	186
8.1.1.4 Determinación De Los Requerimientos De Espacio.....	188
8.1.1.5 Verificación Del Espacio Disponible.....	189
8.1.2 Búsqueda De Alternativas De Distribución De Áreas....	190
8.1.2.1 Diagrama de relación de espacio.....	191
8.1.2.2 Consideraciones y Limitaciones Prácticas.....	193
8.1.2.3 Desarrollo De Alternativas De Distribución De Áreas.....	194
8.1.3 Evaluación De Las Alternativas De Distribución De Áreas.....	200
8.1.3.1 Evaluación por adyacencia de áreas.....	200
8.1.3.2 Evaluación Por Distancia Recorrida En El Manejo De Materiales.....	202
8.1.3.3 Evaluación De La Forma De Las Áreas.....	203
8.1.4 Selección De La Nueva Distribución De Áreas.....	207
8.1.5 Distribución De Equipos.....	208

**CAPITULO IX PLANIFICACION DE LA INSTALACION Y ESTIMACION DE INVERSION**

## **INDICE GENERAL**

---

9.1 Inversión De La Nueva Maquinaria.....	211
9.2 Planificación De La Instalación.....	212
9.3 Estimación De La Inversión Requerida Para La Ejecución De Las Actividades.....	214
<b>CAPITULO VI INVENTARIO DE EQUIPOS</b>	
<b>CONCLUSIONES</b>	224
<b>RECOMENDACIONES</b>	226
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	228
<b>GLOSARIO</b>	232
<b>SIMBOLOS Y ABREVIATURAS</b>	235
<b>ANEXOS</b>	
<b>Anexo A</b> Distribución Actual de la Planta.....	238
<b>Anexo B</b> Diagrama de recorrido actual del proceso productivo.....	244
<b>Anexo D</b> Dimensiones a Escala de Las Pastillas Tipo A, B, C.....	249
<b>Anexo E</b> Toma de datos de tiempo para cada uno de los procesos.....	253
<b>Anexo F</b> Área Requerida Para cada Máquina.....	273
<b>Anexo G</b> Planos de Áreas Disponibles y Requeridas de la Planta.....	280
<b>Anexo H</b> Distribución de Equipos de la Propuesta del Galpón A.....	291
<b>Anexo I</b> Distribución de Equipos de las Propuestas del Galpón B.....	293
<b>Anexo J</b> Distribución de Equipos de la Propuesta del Galpón D.....	297
<b>Anexo K</b> Plano de los Diagramas de Recorrido de las Distribuciones Propuestas para la planta.....	299
<b>Anexo L</b> Inventario de Equipos.....	306

**ÍNDICE DE FIGURAS**

	Página
<b>Figura 2.1</b> Flujo en línea.....	45
<b>Figura 2.2</b> Flujo en ELE.....	45
<b>Figura 2.3</b> Flujo en U.....	45
<b>Figura 2.4</b> Flujo en S.....	46
<b>Figura 2.5</b> Ejemplo De Diagrama De Operaciones De Proceso.....	52
<b>Figura 4.1</b> Organigrama De La Empresa DRIFF C.A.....	69
<b>Figura 4.2</b> Freno de Disco.....	71
<b>Figura 4.3</b> Pastillas de Freno.....	72
<b>Figura 4.4</b> Frenos de Tambor.....	76
<b>Figura 4.5</b> Proceso Productivo.....	84
<b>Figura 4.6</b> Flujograma actual de la empresa.....	85
<b>Figura 5.1</b> Flujograma propuesto de la empresa.....	95
<b>Figura 5.2</b> Vista 1 Galpón A.....	101
<b>Figura 5.3</b> Vista 2 Galpón A.....	101
<b>Figura 5.4</b> Vista 1 área de Granallado.....	103
<b>Figura 5.5</b> Vista área de Barnizado.....	103
<b>Figura 5.6</b> Vista Área de Mezclado.....	105
<b>Figura 5.7</b> Área De Preformado.....	107
<b>Figura 5.8</b> Área De Preformado.....	107
<b>Figura 5.9</b> Área de Prensado en Caliente.....	109
<b>Figura 5.10</b> Vista 1 Área de Pintado.....	111
<b>Figura 5.11</b> Vista 2 de Pintado.....	111
<b>Figura 5.12</b> Vista 1 Horno.....	113
<b>Figura 5.13</b> Vista 2 Horno.....	113
<b>Figura 5.14</b> Área de Rectificado.....	114



## INDICE GENERAL

---

<b>Figura 5.15</b> Vista 1 Galpón C.....	116
<b>Figura 5.16</b> Vista 2 Galpón C.....	116
<b>Figura 5.17</b> Vista 1 Galpón D.....	118
<b>Figura 5.18</b> Vista 2 Galpón D.....	118
<b>Figura 5.19</b> Vista 1 Área de Láminas.....	118
<b>Figura 5.20</b> Vista 4 Galpón C.....	118
<b>Figura 5.21</b> Vista 5 Galpón C.....	118
<b>Figura 5.22</b> Área de Vulcanizado de Bandas.....	120
<b>Figura 5.23</b> Vista 1 Nueva área de Vulcanización de Bandas.....	121
<b>Figura 5.24</b> Vista 1 Galpón A .....	123
<b>Figura 5.25</b> Vista 2 Galpón A.....	123
<b>Figura 6.1</b> Pastillas de Frenos.....	127
<b>Figura 6.2</b> Balance De Producción Pastillas Tipo A.....	140
<b>Figura 6.3</b> Balance De Producción Pastillas Tipo B.....	141
<b>Figura 6.4</b> Balance De Producción Pastillas Tipo C.....	142
<b>Figura 6.5</b> Vista prensa en caliente.....	152
<b>Figura 6.6</b> Mezcladora.....	154
<b>Figura 6.7</b> Vista 1 mezcladora nueva.....	155
<b>Figura 6.8</b> Vista 2 mezcladora nueva.....	155
<b>Figura 6.9</b> Mezcladora Propuesta .....	156
<b>Figura 6.10</b> Prensa Preformado .....	157
<b>Figura 6.11</b> Prensa de doblado.....	158
<b>Figura 6.12</b> Prensa de troquelado.....	159
<b>Figura 6.13</b> Centro de mecanizado CNC.....	161
<b>Figura 6.14</b> Cortadora por hilo.....	162
<b>Figura 6.15</b> Torno CNC.....	163
<b>Figura 8.1</b> Flujograma Del Proceso Productivo DRIFF C.A	182
<b>Figura 8.2</b> Diagrama de Relación de Actividades	183
<b>Figura 8.3</b> Diagrama de Relaciones	187
<b>Figura 8.4</b> Diagrama de Relación de Espacio	192

**ÍNDICE DE TABLAS**

	Páginas
<b>Tabla 2.1</b> Comparación entre los tipos de Distribución.....	38
<b>Tabla 2.2</b> Signos Convencionales normalizados para realizar diagramas de proceso.....	49
<b>Tabla 2.3</b> Ejemplo De La Planilla De Diagrama De Proceso.....	51
<b>Tabla 4.1</b> Diagrama De Análisis Del Proceso Actual.....	89
<b>Tabla 5.1</b> Diagrama de análisis propuesto.....	98
<b>Tabla 6.1</b> Tipos de Referencias Producidas Febrero-Junio 2008.....	129
<b>Tabla 6.2</b> Tiempos De Procesos Pastillas Tipo A.....	133
<b>Tabla 6.3</b> Tiempos De Procesos Pastillas Tipo B.....	134
<b>Tabla 6.4</b> Tiempos De Procesos Pastillas Tipo C.....	135
<b>Tabla 6.5</b> Tiempos Promedio Ponderado.....	136
<b>Tabla 6.6</b> Porcentaje de Utilización de la empresa DRIFF C.A.....	138
<b>Tabla 6.7</b> Requerimientos para cada operación.....	146
<b>Tabla 6.8</b> Parámetros técnicos WANDA JF645Z.....	151
<b>Tabla 6.9</b> Parámetros técnicos WANDA JF860.....	154
<b>Tabla 6.10</b> Parámetros técnicos Tecnomatic.....	157
<b>Tabla 6.11</b> Parámetros técnicos Delpiano y Rionegro.....	158
<b>Tabla 6.12</b> Parámetros técnicos RT Neumática.....	160
<b>Tabla 6.13</b> Parámetros técnicos HAAS Automation, TM 1P.....	161
<b>Tabla 6.14</b> Parámetros técnicos Jiangsu Sanxing Machinery Manufacture...	162
<b>Tabla 6.15</b> Parámetros técnicos HAAS Automation, Serie TL 25.....	163
<b>Tabla 7.1</b> Evaluación Galpón A.....	166
<b>Tabla 7.2</b> Evaluación Galpón B.....	168
<b>Tabla 7.3</b> Evaluación Galpón C y D.....	171

## INDICE GENERAL

---

<b>Tabla 8.1</b> Cercanías tipo A.....	184
<b>Tabla 8.2</b> Cercanías tipo E.....	185
<b>Tabla 8.3</b> Cercanías tipo I.....	185
<b>Tabla 8.4</b> Cercanías tipo O.....	185
<b>Tabla 8.5</b> Cercanías tipo X.....	186
<b>Tabla 8.6</b> Espacio Requerido Por Cada Área De La Planta.....	188
<b>Tabla 8.7</b> Espacio Disponible Por Cada Galpón En La Planta.....	190
<b>Tabla 8.8</b> Evaluación Por Adyacencia Entre Áreas. Propuesta 1. Galpón B	201
<b>Tabla 8.9</b> Evaluación Por Adyacencia Entre Áreas. Propuesta 2. Galpón B	201
<b>Tabla 8.10</b> Evaluación Por Adyacencia Entre Áreas. Propuesta 3. Galpón B	202
<b>Tabla 8.11</b> Evaluación Por Distancia Recorrida Propuesta 1 galpón B.....	202
<b>Tabla 8.12</b> Evaluación Por Distancia Recorrida Propuesta 2 galpón B.....	203
<b>Tabla 8.13</b> Evaluación Por Distancia Recorrida Propuesta 3 galpón C.....	203
<b>Tabla 8.14</b> Evaluación Según Forma De Las Áreas De Trabajo. Propuesta 1 galpón B.....	204
<b>Tabla 8.15</b> Evaluación Según Forma De Las Áreas De Trabajo. Propuesta 2 galpón B.....	205
<b>Tabla 8.16</b> Evaluación Según Forma De Las Áreas De Trabajo. Propuesta 3 galpón B.....	206
<b>Tabla 8.17</b> Resumen De Evaluación Según Forma De Las Áreas De Trabajo.....	207
<b>Tabla 8.18</b> Evaluación Global De Las Propuestas De Distribución De Áreas.....	208
<b>Tabla 9.1</b> Inversión de la Nueva Maquinaria.....	211
<b>Tabla 9.2</b> Diagrama de Ejecución de Actividades.....	213
<b>Tabla 9.3</b> Estimación de inversión. ....	215
<b>Tabla 10.1</b> Ubicación del equipo (distribución de propuestas).....	219
<b>Tabla 10.2</b> Tipo De Equipo.....	219

### INTRODUCCION

En todo país desarrollado o en vías de desarrollo, la principal fuente de crecimiento económico es el incremento de la productividad; ésta debe entenderse como el mejoramiento de la capacidad productiva, y del entorno general, con el consecuente mejoramiento del nivel de vida del ciudadano. Es así que en los países en vías de desarrollo el sector de la pequeña y mediana industria constituye uno de los sectores más importantes para ese crecimiento económico.

En Venezuela existen una vasta gama de pequeñas y medianas industrias que alimentan unos de los sectores más dinámicos de la industria nacional como es la producción y ensamblaje automotriz.

Unas de estas empresas es DRIFF C.A que se ocupa de fabricar pastillas de frenos de discos para automóviles, éstos conforma los sistemas de seguridad más importantes para los vehículos , cuya función principal es desacelerar el giro de los neumáticos para así lograr detenerlos , las pastillas de frenos constan de un material de fricción que esta moldeado integralmente a una placa de acero y éstas deben ser cambiadas regularmente, por esto dicha empresa está interesada en ampliar su aparato productivo, mejorando su línea de producción , incluyendo nueva maquinaria y actualizando todo lo referente a la seguridad y higiene de la planta , esto para satisfacer plenamente el creciente aumento del parque automotor del país.

**CAPITULO I****DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA****1.1 Justificación del problema**

La demanda vehicular en Venezuela en los últimos años se ha visto incrementada notablemente, siendo esto una oportunidad de crecimiento para los fabricantes Nacionales de pastillas de frenos de discos.

La empresa DRIFF C.A, ante esta problemática se ha propuesto ampliar y modernizar su línea de producción de pastillas de frenos de discos, para así satisfacer la nueva demanda nacional. Es por ello que se nos presenta la oportunidad de realizar el trabajo especial de grado que permita a la empresa DRIFF C.A cumplir con sus expectativas de expansión generando nuevas fuentes de trabajo en el sector industrial; además podría en un futuro abordar mercados de exportación, permitiendo a la empresa una posterior generación de divisas para el país.

## 1.2 Antecedentes

El presente proyecto no posee ningún tipo de antecedentes o trabajos previos que hayan sido realizados dentro de la empresa, el crecimiento de dicha empresa ha carecido en su totalidad de el estudio y análisis correspondientes tanto como para la ordenación de los espacios físicos y planificación de la modernización de los procesos productivos , por lo cual su actual directiva se ha visto en la necesidad de realizar dichos estudios con la intención de satisfacer la demanda del mercado y aumentar su productividad.

Sin embargo se han consultado trabajos relacionados como los que se señalan a continuación:

En el año 2005, Suarez y Zavarce, realizaron el trabajo especial de grado en la escuela de ingeniería mecánica de la UCV titulado *“Reestructuración y modernización de una industria química”*.

El siguiente estudio se realizo con la finalidad de optimizar los procesos productivos y las condiciones generales de operación de la planta de productos químicos pertenecientes a la empresa fuller, así como también presentar un proyecto de reestructuración y distribución de la planta en un nuevo espacio físico.

Se llevo a cabo un estudio de métodos para la planta mencionada, constituido principalmente por el análisis crítico de los procesos actuales y las condiciones de trabajo, la propuesta de cambios y mejoras en los mismos.

En el año 2006, Cárdenas y López, realizaron el trabajo especial de grado en la escuela de ingeniería mecánica de la UCV titulado “*Optimización Del Proceso Productivo De Una Empresa Manufacturera De Lámparas*”.

El estudio realizado en la fábrica se fundamentó en revisar el proceso productivo mediante diagramas de operación de proceso, del proceso y de recorrido, para identificar los excesos de recorridos, tiempo de traslado y demás problemas en el proceso de manufactura.

Con la distribución de planta propuesta se reduce la distancia recorrida actualmente, los tiempos de traslado y se aumenta la productiva en un porcentaje; así mismo se plantea mejoras en los dispositivos de transporte del material semielaborado en la fábrica, en las condiciones de trabajo y una reunión de análisis y planificación de la producción semanal.

### **1.3 Planteamiento del Problema**

DRIFF C.A. es una empresa Venezolana con más de 30 años en el mercado fabricando productos de reposición automotriz (pastillas de frenos para discos) de calidad, buscando satisfacer los requerimientos del mercado nacional promoviendo la confianza en los productos nacionales. Actualmente se ha visto en la necesidad de mejorar su tecnología de producción, y para ello se han propuesto realizar *una redistribución y modernización de su línea de producción*, adquiriendo nuevas maquinarias y realizando arreglos en la disposición de máquinas, recursos y materiales.

### 1.4 Objetivo General

Realizar *la redistribución y modernización de la línea de producción de una fábrica de pastillas de frenos de discos*, de manera tal que el valor agregado al sistema de producción eleve los niveles de productividad.

#### 1.4.1 Objetivos Específicos

- Analizar el flujograma de producción actual y rediseñar el nuevo flujograma del proceso productivo.
- Diseñar una nueva distribución de planta.
- Desarrollar un proyecto de seguridad industrial y estimar los recursos técnicos necesarios.
- Planificar la nueva distribución de la planta.
- Estimación de los costos de la redistribución y modernización de la nueva línea de producción.
- Estimar el crecimiento de productividad generado.
- Ofrecer ayuda en la instalación y puesta en marcha de la nueva redistribución de planta.



**1.5 Alcances**

- Obtener información exacta de las maquinas existentes y las adquiridas por la empresa para realizar su disposición física en la planta
- Estimación del espacio físico necesario para la distribución de: área de producción, área de almacenamiento, área de carga y descarga, áreas de servicios y áreas de administración.
- Estimar la nueva capacidad de producción.
- Elaborar un plan de distribución de planta que optimice el proceso de producción.

**CAPITULO II****FUNDAMENTOS TEORICOS****2.1 Distribución De Planta**

La distribución en planta implica la ordenación física de los elementos industriales y comerciales. Esta ordenación ya practicada o en proyecto, incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las actividades de servicio. Es una herramienta propia de la ingeniería Industrial, donde el ingeniero tiene que poner a trabajar toda su inventiva, creatividad y sobre todo muchas técnicas propias para plasmar en una maqueta o dibujo, lo que se considera que es la solución óptima de diseño del centro de trabajo.

**2.1.1 Objetivos de una buena distribución de planta**

- Minimizar el manejo de materiales para que el tiempo de transporte interno sea mínimo por al menos, estas razones:
  1. Reducir los costos de movimiento de materiales, ya se utilizan maquinas y personas para realizar esta actividad.
  2. Disminuir las pérdidas de los productos sensibles al transporte, ya que cuando más se transportan los productos más deteriorados se van a producir.
  3. Aumentar la producción.
  4. Disminuir las demoras de la producción.
  5. Mayor y mejor utilización de la maquinaria, mano de obra y servicios.

- Utilizar el espacio disponible de la mejor forma posible, y en general, minimizando el destinado a cada distribución. Eliminando las áreas ocupadas innecesariamente.
- Tratar de realizar la distribución atendiendo a las características psicosociales, de seguridad y salud de los trabajadores.
- Mejorar el ánimo y satisfacción de los empleados.
- Simplificar al máximo el proceso productivo.
- Reducir registros contables y organizativos, y mano de obra indirecta.
- Mejorar y simplificar la supervisión y control.
- Alcanzar cierto grado de flexibilidad en el proceso productivo para poder adaptarse con facilidad a los cambios del entorno.
- Otros (orden y limpieza, mantenimiento, costos, incentivo).

Las instalaciones deben tener, un adecuado equilibrio entre la presentación de un servicio fácil y rápido, de un lado, y un flujo eficiente de materiales e información para las operaciones internas, de otro. Es evidente que, aunque los objetivos enumerados puedan ser ventajas concretas a conseguir, no todas podrán ser alcanzadas al mismo tiempo y, en la mayoría de los casos, la mejor solución será un equilibrio en la consecución de los mismos.

En general, una buena distribución de planta tratará esencialmente de lograr una implantación eficiente y equilibrada del mismo basada en:

- Mínimo espacio ocupado.
- Mínimo recorrido de materiales y personas.
- Máxima comodidad para las personas.

- Máxima flexibilidad de las configuraciones.

### 2.1.2 Principios Básicos De La Distribución En Planta

Una buena distribución en planta debe cumplir con seis principios, los que se listan a continuación:

- Principio de la Integración de conjunto: La distribución optima será aquella que integre al hombre, materiales, maquinas y cualquier otro factor de la manera mas racional posible, de tal manera que funcionen como un equipo único. No es suficiente conseguir una distribución adecuada para cada área, sino que debe ser también adecuada para otras áreas que tengan que ver indirectamente con ella.
- Principio de la mínima distancia recorrida: En igualdad de circunstancias, sera aquella mayor distribución la que permita mover el material a la distancia mas corta posible entre operaciones consecutivas. Al trasladar el material se debe procurar el ahorro, reduciendo las distancias de recorrido; esto significa que se debe tratar de colocar operaciones sucesivas inmediatamente adyacentes unas de otras.
- Principio de la circulación o flujo de materiales: En igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución o proceso es aquel que tenga ordenadas las áreas de trabajo en la misma secuencia en que se transforman o montan los materiales. Este es un complemento del principio de la mínima distancia y significa que el material se overa progresivamente de cada operario ala siguiente, sin que existan retrocesos o movimientos transversales, buscando un progreso constante hacia su terminación sin interrupciones e interferencias. Esto implica que el material tenga que desplazarse siempre en línea recta, ni limita el movimiento en una sola dirección.

- Principio de espacio cúbico: La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto vertical como horizontal. Una buena distribución es aquella que aprovecha las tres dimensiones en igual forma.
- Principio de la satisfacción y de la seguridad: A igual de condiciones, será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los productores. La seguridad es un factor de gran importancia, una distribución nunca puede ser efectiva si se somete a los trabajadores a riesgos o accidentes.
- Principio de la flexibilidad: A igual de condiciones, siempre será más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costo o inconvenientes. Las Plantas pierden a menudo dinero al no poder adaptar sus sistemas de producción con rapidez a los cambios constantes del entorno, de ahí la importancia de este principio es cada vez mayor.

### 2.1.3 Tipos De Distribución De Planta

- Distribución por posición fija: Se trata de una distribución en que el material a elaborar no se desplaza en la fabrica, permanece en un solo lugar, y todas las herramientas, maquinaria, hombres y otras piezas del material concurren a ella. Se emplea cuando el producto es voluminoso y pesado, y solo se producen pocas unidades al mismo tiempo. Se requiere de poco especialización en el trabajo, pero gran habilidad y obreros calificados.

#### Ventajas

- Reduce el manejo de la pieza mayor (a pesar de que aumenta la cantidad de piezas a trasladar al punto de montaje).
- Permite que operarios altamente capacitados completen su trabajo en un punto y hace recaer sobre un trabajador o un equipo de montaje la responsabilidad en cuanto a calidad.

- Permite cambios frecuentes en el producto y en la secuencia de operarios.
- Se adapta a gran variedad de productos y a la demanda intermitente.
- Es más flexible, al no requerir una ingeniería de distribución muy organizada ni costosa, ni precauciones contra las interrupciones en la comunidad del trabajo.

### **Desventajas**

- Escasa flexibilidad en los tiempos de fabricación, el flujo de fabricación no puede ser más rápido que la actividad más lenta.
- Inversión elevada de equipos específicos.
- El conjunto depende de cada de las partes, la parada de alguna maquina o la falta de personal en las algunas de la estaciones de trabajo puede para la producción completa.
- Se ocupa mucho espacio y el resto de recursos rodean al producto.
- Es difícil utilizar maquinaria o equipos de gran tamaño.
- Trabajos muy monótonos que afectan la moral del personal.

Ejemplo: Montajes de calderas, en edificios, barcos., torres de tendido eléctrico y en general, montajes a pie de obra, carreteras, túneles, la construcción de buques, la fabricación de motores diesel o motores de grandes dimensiones y la construcción de aviones.

- Distribución por proceso o por Fusión: Estaba basada en una distribución en planta de los elementos productivos que tienden a agruparlos por su afinidad funcional y operativa (así se dispondrán juntas, en un “taller”, las máquinas y herramientas de naturaleza similar, tales como tornos, fresadoras, etc.). En esta distribución el producto tendrá que efectuar un recorrido más o menos complejo en función de las operaciones a que deba ser sometido.

El objetivo de la distribución en planta orientada a procesos consiste en optimizar la posición relativa de unas secciones respecto de otras.

El criterio que suele utilizarse para valorar la función a optimizar es el de las distancias recorridas por los productos. Previamente deberán tener en cuenta aspectos relacionados con la ubicación de entradas y salidas, aspectos normativos y de seguridad, así como incompatibilidades de cercanía de las secciones debido a la naturaleza de los procesos.

Esta disposición se utiliza generalmente cuando se fabrica una amplia gama de productos que requieren la misma maquinaria y se produce un volumen relativamente pequeño de cada producto. También cuando la maquinaria es costosa y no puede moverse fácilmente y cuando se tiene una demanda intermitente.

### **Ventajas**

- Todos los productos que se fabrican en la planta comparte las mismas maquinas por lo que la capacidad de cada una de ellas puede emplearse al máximo reduciendo el numero de maquinas necesarias, lo que permitirá reducir las inversiones en este sentido.
- Se adapta fácilmente a una demanda intermitente (variación de los programas productivos)
- Adaptable a gran variedad de productos, así como a frecuentes cambios en la secuencia de las operaciones.
- Presenta mayor incentivo para el individuo en lo que se refiere elevar el nivel de su producción. Y permite una alta especialización de los operarios en el manejo de las máquinas, y esto los hace más hábiles.
- Con su empleo es más fácil mantener la continuidad de la producción en los casos de:
  - Una avería en una maquina no influye en forma decisiva en la planificación, ya que la carga del recurso averiado se reparte entre las demás maquinas.
  - Escasez de material.
  - Ausencia de trabajadores.

### Desventajas

- Existe mayor dificultad para fijar las rutas y los programas de trabajo. Ya que no existen rutas fijas ni directas.
  - Mayor manipulación de materiales como consecuencia de la separación de las operaciones y de las mayores distancias que hay que recorrer; esto se traduce en costos más elevados empleándose mayor mano de obra.
  - Mayor congestión de rutas y áreas de trabajo.
  - Para optimizar el transporte se fabrica en lotes grandes, anticipando la entrega a otros departamentos antes de lo necesario, por lo que aumenta los inventarios en proceso.
  - El mayor esparcimiento entre los equipos y departamentos separados, significa más superficie ocupada.
  - Sistemas de control de producción mucho más complicados y falta de un control visual.
- 
- Distribución por producción en cadena: Es aquella en que los elementos se disponen en la planta en la misma secuencia que las operaciones que deben efectuarse sobre el producto y por tanto, estará justificada, en principio, a partir de ciertos volúmenes de producción del mismo producto o, como veremos, de productos de la misma familia que tengan una secuencia de operaciones similares.

La producción por cadena, nos llevara a la producción continua (cantidad muy grande de un producto que ya no se distingue individualmente, sino por flujo).

Las distribuciones de planta que han gozado de mayor implantación en industrias de producción en masa se basan en la disposición orientada al producto.

En esta distribución los puestos de trabajo están situados uno a continuación del otro, y en cada puesto, el dispositivo de evacuación sirve para alimentar el puesto sucesivo sin otras mantenciones intermedias.

Una distribución en cadena puede ser realizada de diversas maneras. La cadena más simple esta constituida por operarios trabajando uno al lado del otro sobre la misma mesa; después de haber ejecutado sobre una pieza la operación asignada, los operarios pasan el trabajo al vecino, que hará la operación siguiente.



Cuando los puestos de trabajo están un poco más alejados unos de otros, se le une mediante un medio de manutención. Esto puede ser, por ejemplo, una rampa, un transportador de rodillos que funcione por gravedad, una cinta transportadora provista de un dispositivo que detenga las piezas, etc.

En todos los dispositivos precedentes, las piezas que alimentan un puesto de trabajo se detienen en cada uno de ellos automáticamente. En otros casos, el operario debe coger las piezas cuando pasan ante él sobre el transportador. Este dispositivo supone que la velocidad de la cinta es suficientemente lenta para que tengan tiempo de hacer sus operaciones en el intervalo de paso de las piezas.

En ciertas partes, la longitud de la cadena puede ser prolongada voluntariamente de forma que constituye un stock intermedio, o también para introducir una demora técnicamente necesaria entre dos operaciones sucesivas, por ejemplo para permitir el enfriamiento después de una operación de soldadura, o el secado después de una operación de pintado o encolado.

Otra forma de encadenar las operaciones consiste en disponer los puestos de trabajo a lo largo de un transportador, constantemente en movimiento, formando un bucle cerrado. Esta disposición es de gran flexibilidad. De este modo se pueden encadenar puestos instalados en talleres diferentes.

### **Ventajas**

- El trabajo se mueve siguiendo rutas fijas y directas, lo que hace que sean menores los retrasos en la fabricación.
- Reducción del manejo de material, debido a que el recorrido es mas corto sobre una serie de maquinas sucesivas, contiguas o puestos de trabajo adyacente.
- Disminución de las cantidades de material en proceso, permitiendo reducir el tiempo de flujo así como las inversiones de material, que incluye menos mano de obra para el transporte.
- Un uso efectivo de la mano de obra:
  - a) A través de una mayor especialización.
  - b) Gracias a una mayor facilidad de entrenamiento (coste inferior, menos duración).
  - c) A través de una oferta más amplia de mano de obra (semi-especializada y completamente inexperta)
- Mayor facilidad de control:
  - a) De producción, que nos permita estandarizar y especializar fracciones pequeñas del proceso.

- b) Sobre los trabajadores, que nos permita una mas fácil supervisión.
- c) Por reducir el número de problemas inter-departamentales.
- Reduce la congestión y el área del suelo ocupado por pasillos y almacenamiento de materiales y piezas.

### Desventajas

- Elevada inversión en máquinas debido a que algunas líneas de fabricación no pueden emplazarse para realizar otras.
- Menos flexibilidad en la ejecución del trabajo por que las tareas no pueden asignarse a otras maquinas similares, como en la disposición por proceso.
- Menos habilidad en los operarios. Cada uno aprende un trabajo en una maquina determinada y ocasiona dificultad de reasignación de las operaciones entre los trabajadores para adaptarse a los cambios de la demanda.
- La fábrica en su conjunto es menos fiable y tiene más paradas de producción, ya que las fiabilidades van disminuyendo después de cada máquina porque depende de todas las anteriores.
- El ritmo de producción es fijado por la maquina mas lenta (cuello de botella), por tanto se exige una adecuada sincronización y equilibrado de la línea.
- Riesgo que se detenga la línea de producción si una máquina sufre una avería, por lo que requiere máquinas de reserva.

Ejemplo: instalación para decapar chapa de acero, fabricación de automóviles, embotellados de gaseosas, el enlatado de conservas, extrusionado de plástico o tren de laminado de un metal.

- Tecnología De Grupo: Con mayor énfasis hacia las fábricas automáticas y los sistemas flexibles de manufactura, las distribuciones por tecnología de grupos han recibido gran atención en los últimos años. Para implementar una distribución por tecnología de grupos, se deben identificar y agrupar las partes con base en semejanzas en función de la manufactura o en el diseño. Las partes se agrupan en familias de partes. Se supone que cada familia se requiere un procedimiento semejante, lo cual sugiere una distribución basadas

en las necesidades de cada familia. En la mayoría de los casos, las maquinas se agrupan en celdas de maquinas, y cada celda corresponde a determinada familia de parte, o a un pequeño grupo de familias de partes.

El concepto de tecnología de grupos parece adaptarse mejor a las grandes empresas que producen una gran variedad de partes en cantidades de moderadas a grandes. Una empresa normal considera que esta distribución podría tener hasta 10.000 números distintos de partes, que podrían agruparse en unas 50 familias de partes.

### **Ventajas**

- Inventarios reducidos de trabajo en proceso. Cada celda de manufactura trabaja como unidad independiente, y permite controles mucho más estrictos en el flujo de la producción. No se necesitan grandes inventarios de trabajo en proceso para mantener los tiempos de ciclo. Una ventaja colateral es las filas de espera reducidas de partes, con la menor confusión que resulta.
- Menores tiempos de preparación. Como las celdas de manufactura se organizan de acuerdo con tipos de partes, no debería haber gran variación en los ajustes requeridos de las maquinas, cuando se cambia de una parte a otra. Esto permite que las celdas trabajen con mucha más eficiencia.
- Menores costos de manejo de material. Para una empresa que produzca 10000 partes, una distribución por proceso necesitaría una variedad de rutas de partes. Si los volúmenes son grandes, los centros de proceso deberían estar separados por grandes distancias, requiriendo así considerables costos de manejo de materiales. Una distribución basada en tecnología de grupos resolvería este problema.
- Mejor programación. Al aislar los grupos de partes, es mucho más fácil mantener registro del flujo de la producción dentro de cada celda. La reducción de los tiempos de ciclo y de colas de trabajo en proceso que conlleva programas de entrega más confiables.

### **Desventajas**

El método de tecnología de grupos tiene varias desventajas. Una de ellas es que puede ser difícil determinar las familias adecuadas de partes. Se pueden agrupar las partes por tamaño y forma, o por requerimientos de proceso de manufactura. El primer método es el más fácil, pero no se presta a desarrollar distribuciones. La forma en que se agrupan las partes es una función, en gran medida, del sistema de codificación que se use para clasificarlas.

Las distribuciones por tecnología de grupos pueden requerir duplicación de algunas maquinas. Para que una celda de manufactura sea autocontenida, debe contar con todas las maquinas puede ser costoso y ocasionar mayor tiempo de inactividad.

La gran mayoría de las distribuciones actuales son del tipo por proceso o por proceso. Las empresas que producen una gran variedad de partes pueden elegir diversas distribuciones para distintas líneas de productos o algún otro método híbrido. La variación del producto y su volumen anual son los principales factores determinantes para tomar la decisión adecuada.

Tabla 2.1 Comparación entre los tipos de Distribución.

	TIPOS DE DISTRIBUCIÓN			
	En cadena	Al proceso	Tecnología de Grupo	Posición fija
<b>Orientación</b>	Al producto	Al proceso	Al producto y al proceso	Itinerante
<b>Características Del producto</b>	Producto estandarizado. Volumen de producción elevado. Tasa de producción constante	Producto variado, flexible y personalizado. Volumen de producción variable. Diferentes tasas de producción.	Volumen de producción elevado. Producto estandarizado pero con muchas variantes. Ritmo de producción variable.	Bajo volumen. A menudo producto único. Si no es así: línea de puestos fijos.
<b>Flujo de Producto</b>	Unidad a unidad. Línea continúa. Misma secuencia estandarizada para cada unidad.	Por lotes. Flujo Diversificado. Cada producto requiere una secuencia de operaciones únicas.	Unidad por unidad, continuo, sin stock intermedio y con ritmo de producción modificable.	Poco o ningún flujo. Trabajadores, máquinas y materiales se desplazan.
<b>Cualificación de los trabajadores.</b>	Tareas rutinarias y repetitivas, altamente especializado. Poca cualificación.	Operarios cualificados sin una supervisión estricta. Cierta grado de adaptabilidad.	Operarios cualificados polivalentes y poli competentes.	Alto grado de flexibilidad. Asignaciones específicas variables.
<b>Manejo de materiales</b>	Flujo de materiales previsible, sistematizado y frecuentemente automatizado	El tipo y el volumen de lo que se maneja y se requiere es variable.	Flujo de materiales estandarizados y planificado.	Tipo y volumen variable, a menudo en poca cantidad.

<b>Inventario</b>	Alta rotación de materia prima e inventarios de trabajos en curso.	Baja rotación. Inventarios detallados de materias primas.	Stock intermedios nulos. Alta rotación de materias primas.	Inventario variable, a veces inmóvil.
<b>Utilización del espacio</b>	Utilización adecuada. Ritmo alto de producción por unidad de espacio.	Ritmo de producción por unidad de espacio relativamente bajo. Altos requerimientos de trabajos en proceso.	Distribuciones muy compactas que utilizan el espacio de forma muy eficiente.	Puede ser factible una baja utilización de espacio por unidad de producción.
<b>Tiempos de ciclo</b>	Cortos	Largos	Medios-cortos	Muy largos
<b>Coste de producción</b>	Costes fijos muy altos. Costes variables bajos. Costes unitarios bajos.	Costes fijos muy bajos. Costes variables altos. Costes unitarios medios	Costes fijos muy bajos. Costes variables bajos. Costes unitarios bajos.	Costes fijos muy bajos. Costes variables elevados.
<b>Caso de fabricación</b>	Envasado de bebidas	Taller de ebanistería	Ensamblaje de faros.	Edificio en construcción.
<b>Caso de servicios</b>	Ikea. Túnel de lavado	Agencia tributaria	Pesado de frutas en una gran superficie	Operación Quirúrgica,

*Fuente: NAHMIAS. S (2*

### 2.1.4 Factores Que Afectan La Distribución En Planta

En la distribución en planta se hace necesario conocer la totalidad de los factores implicados en ella y las interrelaciones existentes entre los mismos. La influencia e importancia relativa de estos factores puede variar de acuerdo con cada organización y situación concreta.

Estos factores que influyen en la distribución en planta se dividen en ocho grupos: Materiales, Maquinaria, Hombre, Movimiento, Espera, Servicio, Edificio y Cambio, a los cuales se les analizarán diversas características y consideraciones que deben ser tomadas en cuenta en el momento de llevar a cabo una distribución en planta. El examinar cada uno de los factores se establece un medio sistemático y ordenado para poder estudiarlos, sin descuidar detalles importantes que pueden afectar el proceso de Distribución en planta.

#### **Factor material**

Es el factor más importante y abarca:

- Materia prima.
- Material entrante.
- Material en proceso.
- Productos acabados.
- Material saliente o embalado.
- Materiales accesorios empleados en el proceso.
- Piezas rechazadas, a recuperar o repetir.
- Material de recuperación.
- Chatarras, viruta, desperdicios, desechos.
- Materiales de embalaje.
- Materiales para mantenimiento, taller de utillaje u otros servicios.

Son elementos fundamentales a considerar del factor material el tamaño, la forma, el volumen, el peso, características físicas y químicas, que influyen decisivamente en los métodos de producción y en las formas de manipulación y almacenamiento. Se tendrá en cuenta la secuencia y el orden en el que se han de efectuar las operaciones en el material, puesto que esto

determinara la ordenación de las áreas de trabajo y de los equipos y la disposición relativa de unos departamentos con otros, debiéndose prestar también especial atención, a la variedad y a la cantidad de los ítems a producir. Por ultimo se debe diseñar el producto de la manera que sea más fácil de fabricar al menor coste posible.

### **Factor Maquinaria**

La información sobre la maquinaria (incluyendo las herramientas y equipo) es fundamental para una ordenación apropiada de la misma.

Los elementos de la maquinaria incluyen los siguientes elementos:

- Máquinas de producción.
- Equipo de proceso o tratamiento.
- Dispositivos especiales.
- Herramientas, Moldes, patrones, plantillas, montajes.
- Aparatos y galgas de medición y de comprobación, unidades de prueba.
- Herramientas manuales y eléctricas manejadas por el operario.
- Controles o cuadros de control.
- Maquinaria de repuesto o inactiva.
- Maquinaria para mantenimiento.
- Taller de utillaje u otros servicios.

Es indispensable realizar un análisis de espacio acupado por las máquinas, forma, altura, peso, cantidad y clases de operarios requeridos, riesgos del personal, requerimientos de ventilación; para realizar un adecuado y completo estudio de distribución de planta; tratando de usar las máquinas al máximo de su capacidad.



**Factor Hombre**

Esta constituido por la mano de obra directa e indirecta. Como factor de producción, el hombre es mucho más flexible que cualquier material o maquinaria. Se le puede trasladar, se puede dividir o repartir su trabajo, entrenarle para nuevas operaciones y, generalmente, ubicarlo en cualquier distribución que sea apropiada para las operaciones deseadas. Y se deben considerar: las condiciones de trabajo y seguridad, el estudio de la necesidad de la mano de obra adicional así como la calificación y flexibilidad del personal requerido; también se tendrá en cuenta el numero de trabajadores necesarios en cada momento y el trabajo que debe realizar.

**Factor Movimiento**

El movimiento de uno, al menos, de los tres elementos básicos de la producción (material, hombres y maquinaria) es esencial. Siendo el de principal enteres el movimiento del material.

Las manipulaciones no son operaciones productivas, pues no añaden ningún valor al producto. Por ello, hay que intentar que sean mínimas y que su realización se combine en lo posible con otras operaciones, se debe realizar un análisis de recorrido que sigue el material, máquina y hombre; procurar que el material sea colocado en zonas de fácil acceso para las siguientes operaciones; sin perder de vista que se persigue la eliminación de manejos innecesarios y antieconómicos.

**Factor Espera**

Se refiere a las paradas o demoras que se producen en la circulación de los materiales, incluyendo también el almacenamiento. El material es espera no siempre es un coste a evitar, en ocasiones, puede proveer una economía superior (por ejemplo: protegiendo la producción frente a demoras de entregas programadas, mejorando el servicio a clientes, permitiendo lotes de producción de tamaños más económico, etc.),

lo cual hace necesario que sean considerados los espacios necesarios para los materiales en espera, almacenajes, área de recepción y despacho, etc.

Estos espacios para espera dependerán principalmente de la cantidad de material y método de almacenaje y deben poseer equipos para almacenar o esperar que sena fácilmente accesibles, fuertes, seguros, ajustables, y que proporcionen protección contra el polvo, deterioro, humedad, corrosión, etc.

### **Factor Servicio**

Son las actividades, elementos y personal; que permiten y facilitan la actividad principal de la planta, es decir a la producción y mantienen y conservan en actividad a los trabajadores, materiales y máquinas. Entre ellos, los relativos al personal (por ejemplo: vías de acceso, protección contra incendios, primeros auxilios, supervisión, seguridad, etc.), los relativos al material ( por ejemplo: mantenimiento y distribución de líneas de servicios auxiliares). Estos servicios aproximadamente un tercio de cada planta o departamento suele estar dedicado a los mismos. Es especialmente importante que el espacio ocupado por dichos servicios asegure su eficiencia y que los costes indirectos que suponen queden minimizados.

### **Factor Edificio**

Es un factor primordial para el diseño de la distribución de planta, ya que este representa una restricción física para la organización de los departamentos de la planta, así como las áreas de los mismos. Este factor tiene importancia cuando ya existe el locales el que se instalara la planta, pues si es una nueva construcción se hace según las necesidades de la planta.

### **Factor Cambio**

Esta referida a la facilidad de adaptación que tiene la distribución de planta, para soportar variaciones en el proceso productivo, y en los factores mencionados anteriormente; sin que ello implique una disminución de la eficiencia en la

producción, aumento excesivo de costos, menor calidad del producto, entre otros. Esta flexibilidad se logra si la distribución de planta se ha previendo posibles cambios futuros como ampliaciones, redistribuciones, etc.

### 2.1.5 Sistemas De Flujo

Se refieren a la forma o figura que describe el producto a lo largo de la línea de producción. Estos pueden clasificarse como horizontales o verticales. Un sistema de flujo horizontal resulta adecuado cuando todas las operaciones se ubican en el mismo piso, y un patrón de flujo vertical cuando las operaciones están en estructuras de niveles múltiples.

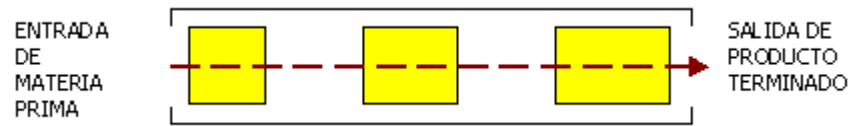
Tipos de flujo:

- El patrón más simple es un flujo en línea recta (I)
- La forma en L se usa para reemplazar la forma en I si la configuración del edificio o de la línea así lo necesitan.
- La forma en U.
- El patrón circular es similar a la forma en U.
- El patrón S se emplea cuando el espacio requerido para las operaciones de producción es demasiado grande como para usar otros patrones.

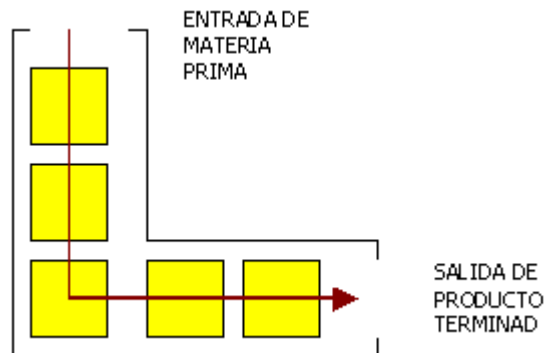
Los más empleados son la forma I y U. La disposición en forma de U es tal que, los puestos de entrada y salida de la línea se encuentran a la misma altura y pueden ser manejados por el mismo operario. Cada operario se ocupa de las máquinas que tiene a su alrededor. La forma en U reduce al mínimo el tiempo que debe desplazarse el operario y la distancia a recorrer. La ventaja más importante es la de permitir, gran facilidad, la resignación de un número mayor o menor de operaciones a cada trabajador, e incluso que existan más o menos trabajadores, entre los que se repartan las operaciones de la línea.

Otro tipo de disposiciones son las distribuciones en forma de I (línea recta), las que los operarios pueden tener que desplazarse en recorridos mayores. Resulta frecuente que en estos casos se empiecen a manejar las máquinas en modalidad de producción por lotes. Las disposiciones en I están pensadas para cadenas de producción donde el operario suele permanecer

estático y son los componentes los que se mueven mediante mecanismos de transporte.



**Figura 2.1** Flujo en línea



**Figura 2.2** Flujo en ELE

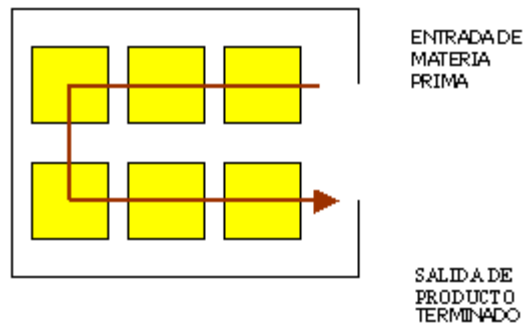


Figura 2.3 Flujo en U

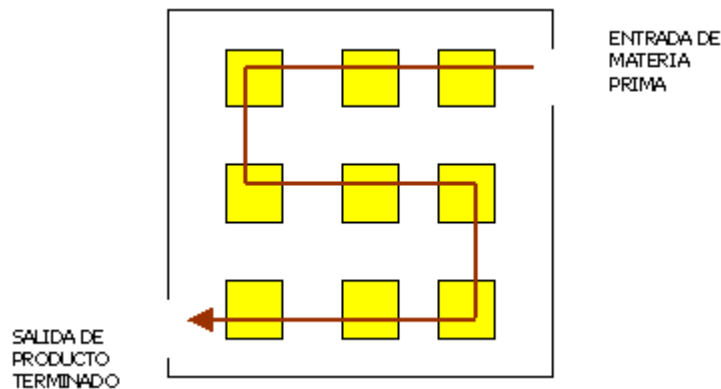


Figura 2.4 Flujo en S

### 2.1.6 Estimación Del Manejo De Materiales Criterios De Evaluación Y Su Fundamento

La distribución en planta y el manejo de materiales se relacionan directamente, ya que un breve diseño de la distribución reduce al mínimo la distancia de transporte de materia prima. Desde la perspectiva de la ingeniería, el manejo de materiales se define como el arte y la ciencia que se aplican al traslado, embalajes y almacenamiento de sustancias en cualesquier de sus formas, tales como: líquidos,

sólidos a granel, piezas, paquetes, unidades de carga, contenedores, vehículos y naves.

En una empresa en general, el criterio fundamental para evaluar el manejo de materiales es la reducción de los costos de producción.

### **Almacenamiento**

Cada compañía debe hacer provisiones para acumular sus productos en distintos lugares, mientras espera que ellos se vendan. Se necesita realizar una función de almacenamiento puesto que los ciclos de producción y consumo difícilmente coinciden. La función de almacenamiento supera las discrepancias en cuanto se refiere al tiempo y las cantidades deseadas.

La compañía debe determinar el número suficiente de locales de almacenamiento que debe mantener, con el fin de que la entrega de los bienes a los consumidores se realice rápidamente.

Algunos de los inventarios de la compañía estarán alejados o cercanos a la planta de producción y el resto podrían estar ubicados en las principales bodegas a través del país, la compañía puede poseer algunas bodegas en alquiler, aunque estas tienen mayor control sobre sus propias bodegas. La bodega de almacenamiento está diseñada para almacenar productos durante largos periodos de tiempo.

### **Transporte**




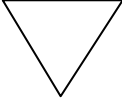
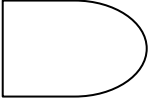
La selección del transportador de la compañía afectara el costo de la producción. Para transportar los productos desde las plantas a sus bodegas o desde las bodegas a los distribuidores, la compañía puede seleccionar entre cinco principales formas de transporte: ferrocarril, agua, camiones, tubería y aire. Las características de cada forma de transporte son variables.

**2.2 Diagramas de Procesos**

Los Diagramas de Procesos son representaciones graficas de los métodos de trabajo. De acuerdo con el método de trabajo a utilizar, se utilizan los siguientes diagramas:

- Diagramas de Operación de Proceso o flujograma Del Proceso
- Diagrama de Análisis del Proceso
- Diagrama de Recorrido

En los que cada acción esta representada por medio de signos convencionales normalizados (Tabla 2.2).

<p><b>OPERACIÓN</b></p> 	<p>Ocurre cuando se cambian intencionalmente las características físicas o químicas de un objeto; cuando dicho objeto es montado junto a otro; o es desmontado de otro objeto y cuando se arregla o prepara para realizar otra actividad. También cuando se da o se recibe información, se traza o se realiza un cálculo.</p>
<p><b>INSPECCION</b></p> 	<p>Tiene Lugar cuando un objeto es examinado para ser identificado o para verificar su conformidad de acuerdo a estándares establecidos de calidad o cantidad.</p>
<p><b>TRANSPORTE</b></p> 	<p>Sucede cuando un objeto es trasladado de un lugar a otro, excepto cuando dicho traslado forma parte de una operación o es realizado por el operario en su sitio de trabajo durante una operación o una inspección.</p>
<p><b>ALMACENAJE</b></p> 	<p>Ocurre cuando un objeto se resguarda y protege contra un traslado no autorizado. Para que el objeto pueda ser sacado de este almacenaje, es necesaria una orden.</p>
<p><b>DEMORA</b></p> 	<p>Se origina cuando las condiciones, excepto aquellas que cambian intencionalmente las características físicas o químicas de material, no permiten la inmediata realización de las siguientes acciones planificadas.</p>

*Fuente: NAHMIAS. S (2)*

**Tabla 2.2** Signos Convencionales normalizados para realizar diagramas de proceso



### 2.2.1 Diagrama de Operaciones del Proceso o Flujograma del Proceso

El Diagrama de Operaciones del Proceso, es la representación grafica de los puntos en los cuales se introducen los materiales al proceso y de la secuencia de todas las operaciones e inspecciones. No se incluyen aquellas actividades relacionadas con el manejo de Materiales. Además contiene toda la información que se considere para el análisis, tiempos, materiales, facilidades, físicas empleadas entre otras.

En general el Diagrama De Operaciones Del Proceso es útil para estudiar casos en los cuales se hace el ensamble o el agregado de varios componentes. Ayuda a visualizar el método actual para que así puedan desarrollarse métodos mejorados. Muestra al analista el efecto que tendrá el cambiar una operación dada sobre las operaciones precedentes y subsiguientes. La sola construcción de este diagrama sugerirá posibilidades de mejoras. Dado que cada paso se muestra en la secuencia cronológica adecuada.

### 2.2.2 Diagrama De Análisis Del Proceso

El diagrama del proceso es la representación grafica del orden de todas las operaciones, transporte, inspecciones, demoras y almacenaje que tiene lugar durante el proceso y comprende información que se considere necesaria para el análisis como son: tiempos, cantidades y distancias recorridas.

El diagrama de procesos, no es un fin en si mismo, sino que constituye un medio para lograr un objetivo. Es solo una herramienta de análisis que permite:

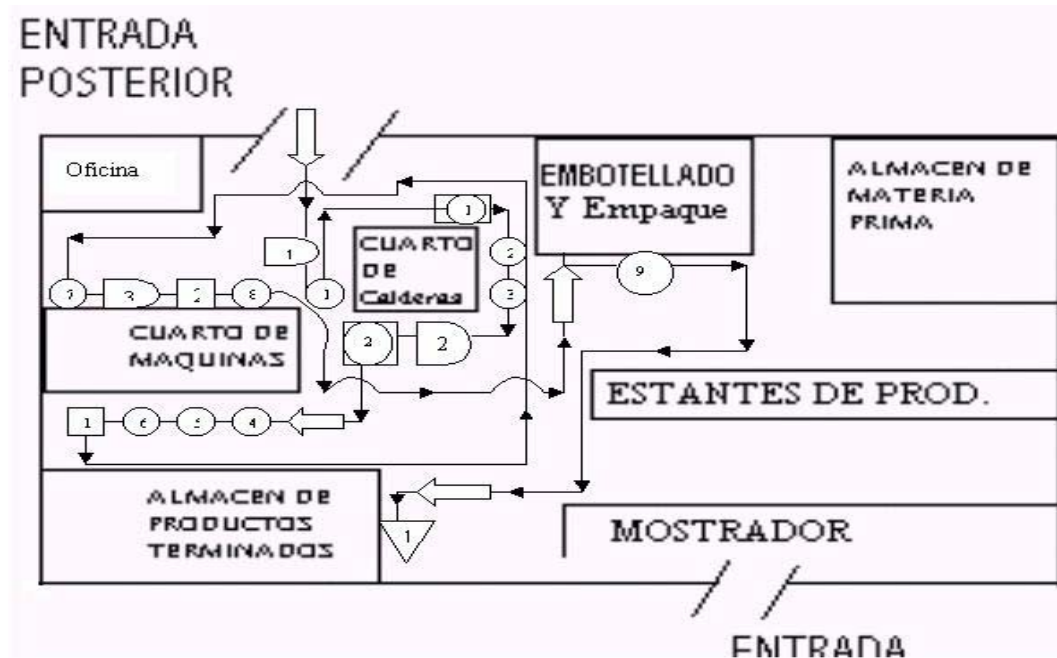
- Mejorar las actividades relacionadas con el manejo de materiales.
- Obtener una mejor distribución de planta.
- Hacer más eficiente el almacenamiento.
- Reducir los tiempos de demora.



### 2.2.3 Diagrama de Recorrido

Es una modalidad del diagrama de proceso, que se usa como complemento del mismo. Consiste en un plano del área estudiada, hecho a escala, con sus maquinas y áreas de trabajo guardando la relación correcta entre si, representando además todas los obstáculos de la construcción civil. Por las observaciones hechas en el área, se trazan las trayectorias de los desplazamientos de los materiales, piezas, productos y operarios objetos del estudio, utilizando algunas veces símbolos del diagrama de proceso para identificar las actividades que se realizan en los diferentes puntos de parada.

Este diagrama es muy útil cuando los elementos se realizan sobre recorridos (realización repetida sobre la misma trayectoria) y cruces de flujos, los cuales podrían visualizarse claramente si las líneas se dibujaran en lápiz. En la figura 2.10 se puede observar un ejemplo del diagrama de recorrido.



*Fuente: Elaboración Propia*

**Figura 2.5** Ejemplo De Diagrama De Operaciones De Proceso

### 2.3 Metodología SLP (Systematic Layout Planning)

El diseño de la distribución de planta de DRIFF C.A. se llevo a cabo desarrollando el método conocido como systematic layout planning (SLP), el cual fue creado por Mutter y Tompkins (1) y es considerado mundialmente como el método mas adecuado y organizado para el diseño de distribuciones de planta. Este se puede describir como un proceso ordenado de análisis que se compone en general de cinco fases: análisis de la información recogida, búsqueda de alternativas de distribución de áreas, la evaluación de las mismas, selección de la distribución de áreas más conveniente y finalmente el desarrollo de la distribución de equipos.

#### 2.3.1 Análisis de Factores que Afectan la Distribución de Planta

1. Análisis de Flujo de Materiales: El flujo de materiales se refiere al estudio del movimiento de materia prima, producto en proceso y producto terminado, a lo largo de todas las áreas de la planta.
2. Análisis de relaciones de actividades: Esta busca establecer la relación existente entre cada área de trabajo, de manera que se establece la cercanía o lejanía necesaria entre ellas. Para esto se elabora un diagrama de relaciones de actividades en el que se especifica la analogía. Este diagrama se realiza de la siguiente manera:

Se define todas las áreas en el diagrama de relación.

Se determina la relación entre cada uno de las áreas preguntando al personal involucrado.

Establecer en el diagrama las relaciones asignando valores según la cercanía necesaria de la siguiente manera:

A: Absolutamente Necesario

E: Especialmente Necesario

I: Importante

O: cercanía Ordinaria

U: Sin importancia

X: Indeseable

establecer la razón por la cual es deseable o no la cercanía

Permitir al personal involucrado en las áreas analizadas que revisen y evalúen si es necesario algún cambio en el diagrama.

3. Elaboración del Diagrama de relaciones: De los análisis anteriores se colocan las actividades tomando en cuenta el espacio, el flujo de materiales y la relación entre actividades. Las proximidades son usadas para reflejar la relación entre un par de actividades.
4. Determinación de los requerimientos de espacio: Este paso consiste en determinar el espacio requerido para cada área de trabajo, para esto se toma en cuenta el espacio necesario para cada maquina, pasillos e inventario.
5. Verificación del espacio disponible: es el espacio con que se cuenta para acomodar todas las áreas de trabajo. En el paso anterior se determina el espacio total requerido para la planta, y en este paso se determina si es posible diseñar el nuevo layout con el espacio disponible.

### 2.3.2. Búsqueda de Alternativas de Distribución de Áreas

Esta fase consiste en desarrollar varias alternativas para la distribución de Áreas. La misma se divide en los siguientes pasos:

1. Diagrama de relación de Espacio: Una vez que se determina el espacio requerido para cada departamento se elabora un diagrama de relaciones de espacio que no es mas que un diagrama de relaciones pero especificando gráficamente el espacio de cada áreas y su localización dentro de la planta.
2. Consideraciones y Limitaciones prácticas en el diagrama de relaciones: Se refiere en hacer un diagrama de relaciones de espacio para considerar las limitaciones prácticas que impiden un acomodo específico. Estas limitaciones pueden ser la forma o área total del terreno con que se cuenta para la planta.
3. Desarrollar Alternativas de Distribución de Áreas: Basándose en las limitaciones y consideraciones prácticas se generan varias alternativas de Distribución de Áreas. Siempre se deben desarrollar más de una alternativa para poder compararlas y así elegir la más adecuada para el funcionamiento de la planta.

### 2.3.3 Evaluación de las alternativas de Distribución de Áreas

Esta fase del método SLP consiste en evaluar las alternativas de distribución de Áreas. Existen diversos criterios para evaluar la eficiencia de una distribución, los cuales toman en cuenta la adyacencia de las áreas que requieren estar juntas, la distancia recorrida en el manejo de materiales dentro de la planta y la forma de cada departamento.

1. Evaluación Por Adyacencia de Áreas: esto consiste en dar valores a cada adyacencia entre las áreas dependiendo de la relación entre ellas. Para evaluar de esta manera si es necesario contar con el diagrama de relaciones de actividades entre áreas. Una vez que se tiene una

alternativa de distribución se verifica las adyacencias asignando la siguiente puntuación:

$$A=20$$

$$E=15$$

$$I=10$$

$$O=5$$

$$U=0$$

## 2. Evaluación de la Forma de las Áreas

La forma de un área dentro de la distribución es muy importante ya que de ella depende que se tenga un mejor arreglo de las instalaciones y manejo de materiales dentro de el. La forma ideal de un área es un cuadrado perfecto o de un rectángulo evitando que este sea muy delgado. Para estimar la forma de las áreas de trabajo se requiere conocer el área y el perímetro de cada una de ellas y utilizar tales datos en la siguiente ecuación:

(Ecuación 2.2)

$$F = \frac{P}{4 * \sqrt{A}}$$

En donde:

F= Parámetro de Forma

A=Área Total

P= Perímetro

### 3. Evaluación Por Distancia Recorrida En El Manejo De Materiales

Una vez presentadas y evaluadas las diferentes distribuciones de conjunto se selecciona a través de una matriz matriz morfológica a la alternativa más conveniente, la que se adopte mejor a las exigencias del diseño, tomando en cuenta como base de selección el cumplimiento de las normas de seguridad e higiene industrial, la adyacencia entre las áreas, la forma de cada área y la distancia recorrida en el manejo de materiales.

#### **2.3.4 Selección de la Distribución de Áreas**

Una vez presentas y evaluadas las diferentes Distribuciones se selecciona a través de una matriz morfológica la alternativa más conveniente, la que se adapte mejor a las exigencias del diseño, tomando como base de selección el cumplimiento de las normas de higiene y seguridad industrial, la adyacencia entre áreas, la forma de cada de área y la distancia recorrida en el manejo de materiales.

#### **2.3.5 Distribución de Equipos**

A partir de la distribución de áreas seleccionadas se desarrolla la distribución de equipos, en donde se representa la ubicación o arreglo de las maquinarias y equipos dentro de cada área de trabajo. Para la realización de la distribución de equipos se debe considerar ciertos factores de seguridad industrial que son de carácter obligatorio para la adecuada operación de la planta, tales como espacio entre maquinas, espacio entre maquinas y hombres, espacio para trabajadores, espacio para pasillos, vías de escape, etc.



## 2.4 Capacidad de Producción

La capacidad de una planta es la cantidad de unidades que puede fabricar en determinado tiempo. La política de la capacidad desempeña un papel clave en la determinación de la posición competitiva de la empresa en el mercado. Una estrategia de capacidad debe tener en cuenta una diversidad de factores, entre los que se citan:

- Patrones predichos de la demanda.
- Costos de construir y operar nuevas instalaciones.
- Nueva tecnología de procesos.
- Estrategia de los competidores.

Se deben conocer cuatro clases de capacidad:

1. Capacidad Teórica (también llamada capacidad nominal, evaluada y en pie) es la cantidad de producto que debe ser fabricado por las instalaciones existentes. (Cinco personas trabajando 40 horas por semana deben producir 200 horas de producto. Las máquinas automáticas están diseñadas para convertir un número dado de piezas por hora.) Esta debe exceder las otras tres clases de capacidad.
2. Capacidad requerida es la cantidad que se necesita para dar apoyo al MPS. Las técnicas de planeación de los requerimientos de capacidad intentan producir ésta. Esta debe incluir la tolerancia para las demandas no planeadas sobre la capacidad.
3. Capacidad demostrada es el producto promedio reciente realmente alcanzado. Esta debe exceder ligeramente la capacidad requerida, que por lo general se subestima.
4. Capacidad efectiva es la parte de la capacidad demostrada aplicada a elaborar los artículos correctos. Esta debe ser muy cercana al 100%.

Las capacidades teóricas se logran rara vez; hay un constante desgaste que lo impide. La capacidad demostrada es la más fácil de medir. La capacidad utilizada en elaborar las cosas equivocadas reduce el total efectivo que debe ser igual a la cantidad requerida.

#### **2.4.1 Planificación de la capacidad.**

La planificación de la capacidad es un asunto extremadamente complicado. Cada vez que una compañía considera aumentar la capacidad productiva actual, debe considerar un sin número de posibilidades. En primer lugar, habrá que tomar la decisión sobre si deberá aumentarse la capacidad modificando las instalaciones existentes. Desde el punto de vista de los costos indirectos, esta alternativa es atractiva. Es menos costo llevar a cabo grandes cambios en los procesos y plantas exigentes que construir nuevas instalaciones. Sin embargo, en el último término esta estrategia podría resultar engañosa. Hay bastantes pruebas de que las plantas que tienen enfoque son más productivas. Rápidamente se alcanzan rendimientos decrecientes si la empresa trata de impulsar la capacidad productiva en un solo lugar, más allá de su valor óptimo.

El objetivo de la planificación de la capacidad es establecer el nivel de capacidad que satisfaga la demanda del mercado de manera rentable. La planificación de la capacidad se puede contemplar a largo plazo (más de un año) a medio plazo (los siguientes seis a dieciocho meses) y a corto plazo (menos de seis meses).

La planificación de la capacidad típica para largo plazo, además de planificar grandes aspectos de la capacidad. Debe considerar la demanda de cada una de las líneas de producción, la capacidad de las plantas y la asignación de la producción en la red de planta es común que se realice con los siguientes pasos:

1. Pronosticar las ventas para cada línea de producto
2. Pronosticar las ventas para cada producto de las líneas
3. Calcular los requisitos de equipos y personal para cumplir el pronóstico de productos.
4. Proyectar la disponibilidad de equipos y de personal en todo el horizonte de planificación.

### 2.5 Balanceo de líneas (análisis de la producción)

Es una técnica que ayuda en la planificación de la producción para ponerla en práctica se tiene que hacer un análisis de todo el proceso productivo, siendo de beneficio para la productividad de la empresa permitiendo observar los puntos débiles de la organización. Los planes de producción establecidos, sufren atrasos por no contar con técnicas adecuadas en la organización de la planta y equipo. Y el objetivo del balanceo en una línea de producción es igualar los tiempos de trabajo en todas las operaciones.

Deben existir ciertas condiciones para que la producción en línea sea práctica:

- Cantidad. El volumen o cantidad de producción debe ser suficiente para cubrir el costo de la preparación de la línea. Esto depende del ritmo de producción y de la duración que tendrá la tarea.
- Equilibrio. Los tiempos necesarios para cada operación en línea deben ser aproximadamente iguales.
- Continuidad. Deben tomarse precauciones para asegurar un aprovisionamiento continuo del material, piezas, sub. ensambles, etc., y la prevención de fallas de equipo.

Los casos típicos de balanceo de línea de producción son:

- Conocidos los tiempos de las operaciones, determinar el número de operarios necesarios para cada operación.
- Conocido el tiempo de ciclo, minimizar el número de estaciones de trabajo.
- Conocido el número de estaciones de trabajo, asignar elementos de trabajo a la misma.

**2.6 Estudio de Tiempos**

Por medio del cronometraje la conocerá una serie de datos con respecto a los tiempos de ejecución que son muy importantes para su desarrollo, tales como: programas de fabricación, capacidad de las maquinas, control de costos y, lo que es más importante, poder pagar al operario, proporcionalmente a su rendimiento; de esta manera las relaciones de la empresa con lo trabajadores es mas intima y la percepción salarial mas justa.

Por todo dicho anteriormente se comprende, que los cronometradores, tiene un cargo de mucho responsabilidad, respecto a la empresa y a sus operarios, lo que nos obliga tener el criterio de justicia muy bien decidido.

**2.6.1 Objeto del cronometraje**

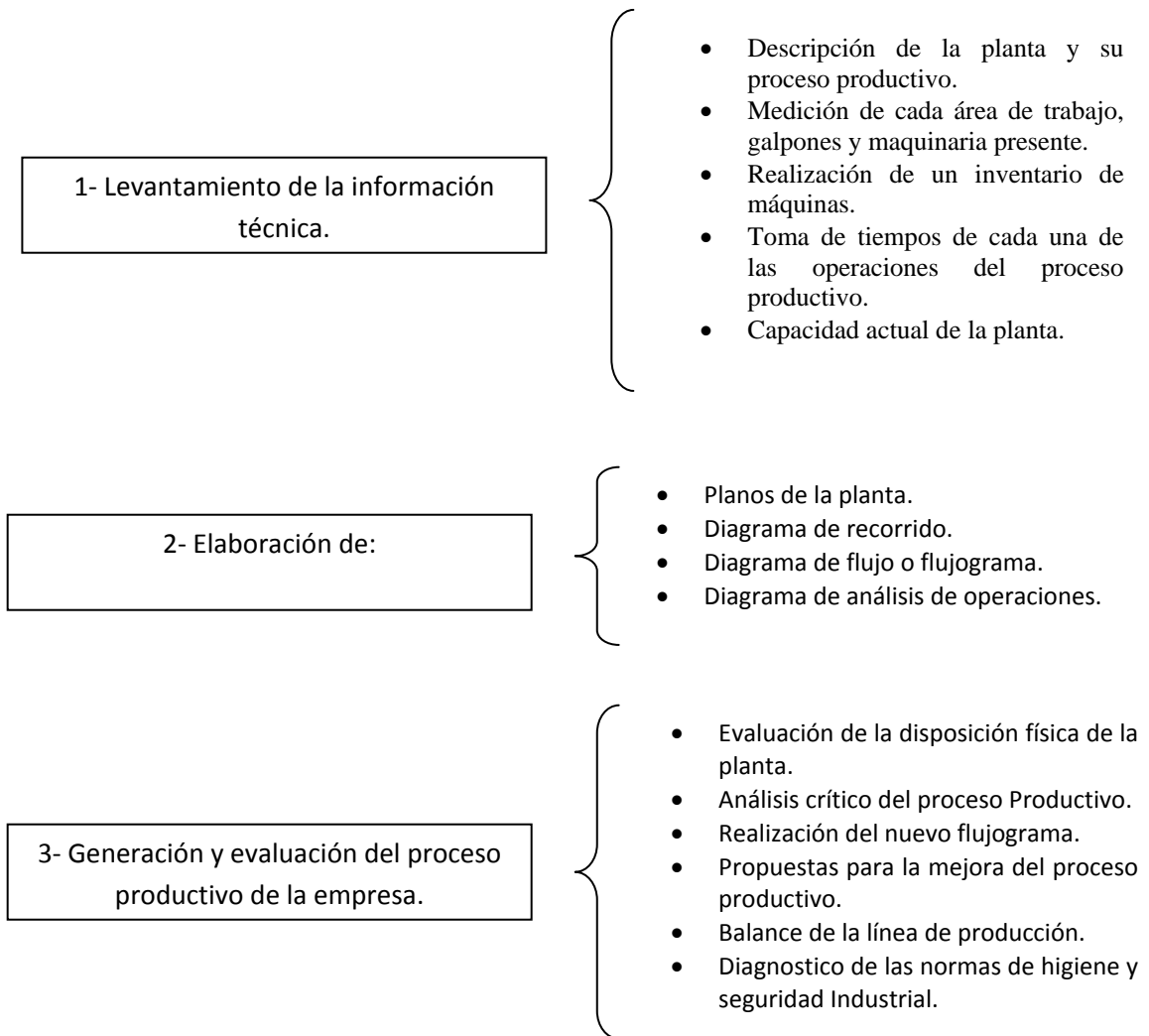
Una empresa organizada, debe cumplir su misión en las mejores condiciones económicas, para esto debe seguir y cumplir varias condiciones:

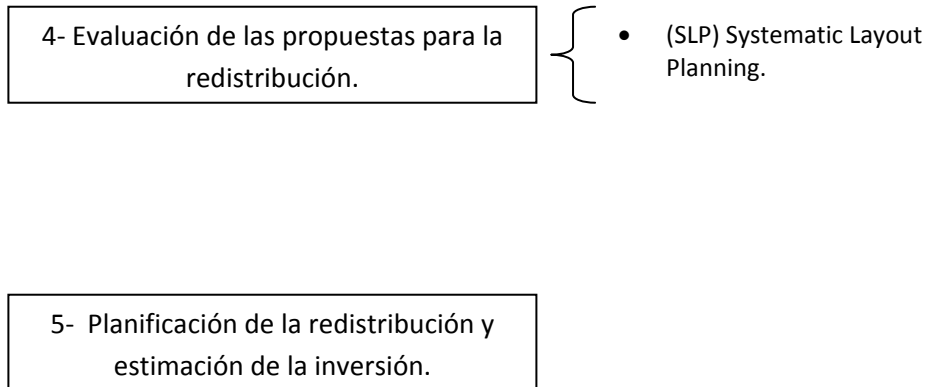
1. Poder planificar sobre datos ciertos.
2. Conocer los rendimientos a los que trabaja el conjunto. Hombre-maquinas-instalaciones.
3. La posibilidad de retribuir a su personal de acuerdo a la eficiencia del mismo, con honorarios netamente superiores a su salario base.
4. conocer los tiempos reales, para poder determinar las distintas operaciones de un proceso de fabricación.

## CAPITULO III

### METODOLOGÍA

El desarrollo del presente trabajo se llevó a cabo siguiendo una serie de etapas, las cuales se describen a continuación:





### 3.1 Levantamiento de la información técnica.

La recopilación de datos se obtuvo a partir de la observación del proceso productivo de la planta. De esta manera se obtendrá información necesaria para determinar la situación actual de la planta y las posibles mejoras de su proceso productivo.

El objetivo es definir claramente la información más relevante para cada uno de los siguientes factores: Material, Maquinaria, Hombre, desplazamiento, espera y infraestructura. Este proceso se realizó tomando las medidas de cada área de trabajo, así como el inventario de cada una de las máquinas y equipos que allí se encontraban. Adicionalmente se realizó la toma de tiempos en cada uno de las operaciones tomando en cuenta los retrasos y esperas de transporte. Toda esto con la finalidad de iniciar la elaboración de cada uno de los planos de la planta y de los diagramas.

### 3.2 Proceso Actual

Se tomaron los datos recopilados anteriormente referentes al área total de la planta, así como el área de cada máquina. Estos planos se elaboraron a través de un programa CAD (Computer Assistant Design). En estos planos se encuentra reflejada la situación actual de la planta, esto realizado tomando en cuenta las áreas

de seguridad que deberían tener cada máquina. A Partir de esto realizar el análisis crítico de todas las áreas de trabajo presentes en la planta para lograr:

- La disminución de las distancias, demoras y almacenamientos innecesarios.
- Obtener un ahorro de espacio.

Adicionalmente se realizaron los siguientes diagramas actuales de la planta:

- **Diagrama de recorrido:** Este diagrama permite determinar la congestión en el tránsito de materiales o personas y las distancias lejanas de un puesto de trabajo a otro. Donde se muestra la posición de áreas, equipos y puestos de trabajo, para establecer el flujo o recorrido de cada producto.
- **Diagrama de flujo o flujograma:** Este diagrama representa un proceso administrativo y permite describir sistemas de forma clara, lógica y breve facilitando la visualización del movimiento de flujo desde su origen hasta su fin.

### 3.3 Generación y evaluación del proceso productivo de la empresa.

El primer paso realizado para el análisis crítico de la situación actual de la planta fue la evaluación e inspección general de la disposición física de la planta. Lo cual requirió la visita constante al área de trabajo, para así puntualizar los problemas más resaltantes en la línea de producción. En dicha inspección se observaron las siguientes áreas: maquinaria, almacenamiento de materia prima, producto final, las vías de circulación de material y personal y la inspección completa de toda la empresa con respecto a las normas de seguridad e higiene industrial. A través de la inspección general de la planta se identifico, estimo y valorizo los tipos de riesgos existentes en la empresa estos se realizaron en los lugares y puestos de trabajo que puedan presentar riesgos para la seguridad y salud de sus empleados, con la finalidad de implementar un sistema de seguridad e higiene industrial que satisfaga los requerimientos de este tipo de industria.

Se analizó el proceso productivo por medio de sus operaciones, generando así mismo propuestas de mejoras en la línea de producción. A través de la toma de tiempo de cada una de las operaciones se realizó un balance en la línea de producción permitiendo así determinar las operaciones más débiles del proceso productivo.

### **3.4 Evaluación de las propuestas para la redistribución.**

En este paso se establecen las propuestas para las mejoras del proceso productivo, flujo de materiales, distancias entre estaciones de trabajo, cambios de sistemas de producción. Luego de realizadas cada una de las propuestas se precederá a evaluarlas a través del método SLP (Systematic Layout Planning), para obtener la propuesta que mejor se adapta a las necesidades de la empresa.

### **3.5 Planificación de la redistribución y estimación de la inversión.**

En esta etapa del proyecto se planifica la ejecución e instalación de las propuestas más adecuada presentada en la sección anterior, con una secuencia lógica de actividades que garanticen el buen funcionamiento de los equipos y se alcancen los objetivos propuestos. También se realizara la estimación de lo costos que genere esta redistribución.



**CAPITULO IV**

**DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y SU PROCESO**

**PRODUCTIVO**

**DRIFF C.A.**

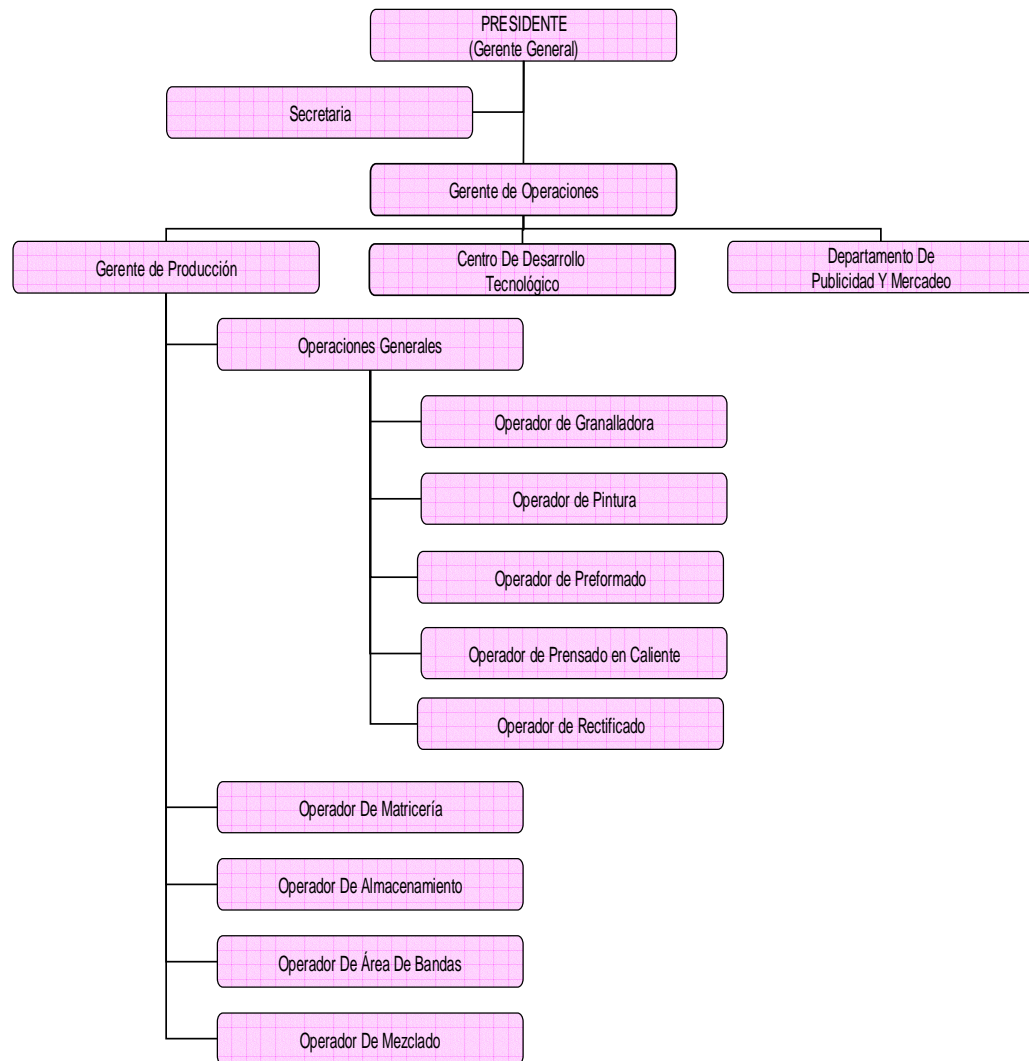
Es una empresa constituida desde el año 1.974, cuyo objeto es la fabricación de pastillas para frenos de discos, vulcanización e integración de las mismas; matricería de troqueles para la fabricación de materiales de frenos, bandas de frenos y su vulcanización.

**4.1 Misión y Visión de DRIFF**

Es una empresa Venezolana con más de 30 años en el mercado fabricando productos de reposición automotriz de altísima calidad, para satisfacer los requerimientos del mercado consumidor promoviendo la confianza en los productos nacionales. Constantemente se actualizan la tecnología de producción así como utilización de materias primas de última generación para garantizar Seguridad y Calidad del producto.

## CAPITULO IV DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y SU PROCESO PRODUCTIVO

### 4.2 Organigrama De La Empresa DRIFF C.A



*Fuente: Elaboración Propia*

**Figura 4.1** Organigrama De La Empresa DRIFF C.A

### 4.3 Descripción Física De La Empresa

En la actualidad, la empresa se encuentra ubicada en el Estado Miranda, Carretera Panamericana, Km. 14, San Antonio de Los Altos, Urb. Las Minas. El terreno geográfico de la empresa es de manera irregular, generando áreas de planta en distintos niveles, lo cual afecta directamente el proceso productivo y manejo de materiales.

La Empresa cuenta en la actualidad con cuatro (4) galpones los cuales están divididos en los siguientes:

- **Galpón A:** Este se encuentra en la parte más baja de la empresa, en esta área se realizan los trabajos de elaboración de las láminas portapastillas, los cuales abarcan: Cizallado, Troquelado, Doblado, Taladrado, Lavado y la línea de fabricación de Matrices y Moldes.
- **Galpón B:** Este se encuentra en la parte intermedia de la empresa, en esta área se realiza la fabricación del material de fricción que va hacer adherido a la lámina portapastilla, y los procesos que abarcan son: el Área de Elaboración de Pastillas: Granallado, Barnizado, Preformado, Prensado en Caliente, Pintado, Rectificado, Mezclado y Vulcanización de Bandas.
- **Galpón C:** Este se encuentra en la parte alta de la empresa, en esta área se realizan los trabajos de codificado, empaquetado y almacenamiento del producto final.

## **CAPITULO IV DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y SU PROCESO PRODUCTIVO**

---

- **Galpón D:** Este se encuentra en la parte alta de la empresa, esta área se utiliza para el almacenamiento de la materia prima; también en este galpón se habilitó un área para la ubicación de un centro de mecanizado recientemente adquirido por la empresa para la realización de matrices y molde, esto con el objeto de optimizar y mejorar la línea de producción de moldes y matrices ubicada en el galpón A.

En el Anexo A, se puede observar la distribución actual de la planta.

### **4.4 Descripción de los Productos**

#### **4.4.1 El Freno De Discos**

Es un dispositivo cuya función es detener o reducir la velocidad del vehículo. Hecho normalmente de acero. La fricción entre el disco y las pastillas hace que el vehículo se detenga, esto se produce debido a que la pastilla es presionada mecánica o hidráulicamente contra los laterales de los discos. Los frenos de disco son utilizados en automóviles, motocicletas y algunas bicicletas.



**Figura 4.2** Freno de Disco.

### 4.4.2 Pastillas Para Frenos De Disco

Son piezas fabricadas con material de fricción con la finalidad de complementar el sistema de frenos, de longitud y espesor variable, cuyo enfrentamiento para frenado es transversal. La superficie de contacto es plana y se le denomina material de fricción, el cual va integrado a una base metálica (porta-pastillas).



**Figura 4.3** Pastillas de Freno

- Lamina Porta Pastilla: Es el elemento metálico cuya función es la de mantener el material de fricción en el porta pastillas de las pinzas. La característica principal es que debe de ser lo más plano posible para evitar que durante en proceso de prensado en caliente y posterior curado de las pastillas surjan fisuras entre el soporte y el material de fricción.
- Material de fricción: Es la superficie de la pastilla que entra en contacto con el disco, y el cual se realiza cumpliendo con la formulación específica de la empresa. La formulación específica de la empresa puede tener dos tipos de materiales:
  - Material de fricción de Amianto (Asbesto): Es un material de fricción que tiene como formulación base, amianto y un enlazador orgánico.

## CAPITULO IV DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y SU PROCESO PRODUCTIVO

- Material de fricción Semi-Metálico: Es un material de fricción que tiene como formulación base, material metálico y un enlazador metálico.
- Formulación: Es una mezcla específica de materia prima a partir de la cual se fabrican. Las pastillas de freno y que conjuntamente con el proceso de producción determina las Características del material de fricción.

El material de fricción está compuesto principalmente de los siguientes elementos:

- Las Fibras: Las fibras son los elementos encargados de aglutinar y ligar el resto de los elementos. Es decir, las fibras son el “armazón” de las pastillas de freno, a través de sus múltiples ramificaciones van uniendo el resto de los elementos. Existen dos tipos principales de fibras las sintéticas y las minerales. Las más usuales en el campo de la fricción son: fibras de vidrio, fibras de armadía, lana de roca...
- Las Cargas Minerales: Las cargas minerales son las encargadas de dar consistencia mecánica al conjunto, es decir, le aportan resistencia a la abrasión y resistencia a cortadura. Están encargadas también, de aportar resistencia a las altas temperaturas. Las más usuales son: barita, magnesita, talco, mica, carbonato, feldespatos y otros.
- Componentes Metálicos: Se añaden en forma de polvo o viruta para conseguir homogeneizar el material de fricción así como la transferencia de calor de la pastilla al caliper. Los más usuales son, latón, cobre, bronce entre otros. Una gran parte de los componentes metálicos usados en los materiales de fricción,

#### **CAPITULO IV DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y SU PROCESO PRODUCTIVO**

tienen efectos nocivos sobre la salud por lo que se recomienda seguir estrictamente las normas de seguridad referente a los productos que contengan tales metales pesados.

- Los Lubricantes O Modificadores De Coeficiente: Son los encargados de hacer variar el coeficiente de fricción, dependiendo del rango de temperatura de funcionamiento. Son empleados en forma de polvo suelen ser grafitos, cokes, sulfuros, antracitas, etc.
- Los Materiales Orgánicos: Son los encargados de aglomerar el resto de los materiales. Cuando alcanzan una determinada temperatura fluyen y ligan el resto de componentes, hasta que se polimerizan. Las más importantes son las resinas fenólicas termoendurecibles, aunque también son empleados diferentes tipos de cauchos, ceras, aceites...
- Los Abrasivos: Cumplen principalmente la misión de incrementar el coeficiente de fricción y también renuevan y limpian la superficie del disco permitiendo la formación de la capa intermedia o también conocida como tercera capa.

### **4.4.3 Frenos De Tambor**

Este tipo de frenos constan de tambor metálico sujeto a la rueda, un cilindro de rueda, pastillas y resortes de regreso. La presión hidráulica ejercida desde el cilindro maestro, causa que el cilindro de rueda presione las pastillas contra las paredes interiores del tambor, produciendo el descenso de velocidad correspondiente.

En la actualidad los frenos de tambor se utilizan solamente en las ruedas traseras y con ciertos vehículos, ya que los frenos de disco gozan de una mayor fuerza de frenado por lo que se utilizan en la mayoría de los automóviles como frenos delanteros, aunque la tendencia indica que la gran mayoría de los carros terminarán usando frenos de disco en las cuatro ruedas. Sus partes son:

- Campana o tambor: Tambor unido con la rueda, al detener la campana se detiene también la rueda.
- Cilindro de rueda: Cilindro ubicado dentro de la campana. Recibe la presión que viene de la bomba del freno usándola para abrir las bandas que detendrán la campana y por tanto las ruedas.
- Resorte de recuperación: Resorte usado para regresar las bandas a su lugar original, evitando que las ruedas queden frenadas.
- Forros: Elementos construidos en un material de alta fricción incorporados como frenos de las bandas. Son quienes realmente realizan el contacto con la campana y por tanto los que mas sufren desgaste.



## CAPITULO IV DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y SU PROCESO PRODUCTIVO

- Bandas o zapatas: Son 2 elementos metálicos en forma de media luna por cada rueda, encargados de recibir la presión del cilindro de rueda y aplicarlo mediante los forros a la campana.

La configuración mas simple de un freno de tambor es el freno de banda, que es una zapata flexible, enrollada alrededor de la mayor parte de la circunferencia externa del tambor, y que se aprieta contra este. La zapata puede pivotarse contra la circunferencia interior o exterior (o ambas) del tambor. Si la zapata entra solo en contacto con una pequeña porción anular del tambor, se trata de un freno de zapata corta, de lo contrario se trata de un freno de zapata larga.



**Figura 4.4** Frenos de Tambor

### **4.5 Descripción del Proceso Productivo en la Planta**

Actualmente la empresa DRIFF C.A tiene como proceso principal la fabricación de las pastillas de frenos de disco, es por esto que el siguiente trabajo especial de grado se enfocara directamente a este proceso productivo.

La fabricación de las pastillas de freno de discos es un proceso bastante estandarizado. Las operaciones realizadas por la empresa a grandes rasgos a la hora de fabricar las mismas son los siguientes:

- **Cizallado:** Esta máquina realiza cortes en planchas de diferentes espesores. El corte se efectúa en frío y consiste en separar la plancha en dos partes netas, sin arranque alguno de viruta. La cizalla que realiza este corte es de tipo guillotina esta realiza la operación de corte de las planchas con el desplazamiento paralelo y alternado de una cuchilla hacia la otra. Esta máquina esta compuesta por tres partes principales, dos móviles (palanca y cuchillas) y una fija (cuchilla). Estas cuchillas consta de dos hojas de acero templado, una de ellas esta fija a la base del cuerpo, mientras que la otra esta sujeta a la parte superior del mismo por un eje que permite el movimiento ascendente y descendente para efectuar el corte. Este proceso corta la lámina en forma de tiras, tomando como patrón el modelo del portapastillas que se va a producir. Las láminas que se utilizan en este proceso son traídas desde el galpón principal a esta área de trabajo, donde se almacena una cantidad suficiente de láminas para su pronto uso. El traslado de estas láminas se realiza con un camión, luego estas son desmontadas de manera manual por los obreros.

## CAPITULO IV DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y SU PROCESO PRODUCTIVO

- **Troquelado:** Se utiliza para realizar piezas a partir de una lámina, cortándolas en uno o varios golpes., y la matriz de corte por donde se inserta el troquel, cuando este es impulsado de forma enérgica, por la potencia que le proporciona la prensa que acumula energía mediante un volante de inercia y la transmite bien mecánicamente a un troquel o matriz mediante un sistema de biela-manivela. Esta proporciona un golpe seco y contundente sobre la lámina, produciendo un corte limpio de la misma. En este proceso se troquelan las tiras de láminas provenientes del proceso de cizallado, tomando como matriz patrón el modelo del portapastillas que se va a fabricar. Estas tiras de láminas ya cizalladas son trasladadas de manera manual hasta el área de troquelado. Las cuales a su vez son colocadas en mesas de trabajo para luego ser troqueladas. Luego el operador del troquelado traslada sus piezas hasta el área de doblado o esmerilado de manera manual.
  
- **Esmerilado:** Consiste en la eliminación del material, mediante la utilización de partículas abrasivas, que extraen virutas del material de la muestra. Esta operación se realiza manualmente. Esta maquina esta compuesta principalmente de un pie automático a través del cual se acciona al sistema, el cual hace girar al disco abrasivo que eliminará del portapastillas cualquier rebaba presente en la misma. En este proceso los porta pastillas son esmeriladas de manera manual una por una por el operador del esmeril. Luego estas piezas son trasladadas con una carretilla hasta el proceso de lavado. Esta operación es necesaria más no esta incluida en el flujograma de la empresa.
  
- **Doblado:** En este proceso se busca aplanar las pastillas de tal manera que quede totalmente plana sin ningún tipo de dobleces. Y se realiza en una prensa similar a la del troquelado, pero con una matriz de aplanado. En este proceso

## CAPITULO IV DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y SU PROCESO PRODUCTIVO

los porta pastillas son dobladas de manera manual una por una por el operador del esmeril. Luego estas piezas son trasladadas con una carretilla hasta el proceso de lavado o esmerilado. Esta operación es necesaria más no esta incluida en el flujograma de la empresa.

- **Lavado:** Consiste en lavar los portapastillas con agua y jabón para una buena limpieza y de esta manera remover toda la grasa producto de procesos anteriores. Los porta pastillas son colocados en la lavadora de manera manual, es decir, el operador debe cargar los envases llenos de porta pastillas hasta la abertura de la lavadora. En este proceso los porta pastillas son llevadas al galpón superior a través de un grúa puente y luego trasladadas con una carretilla hasta el área de secado.
- **Secado:** En esta operación los portapastillas se colocan a lo largo de una superficie a las afueras del galpón superior para obtener su secado natural. Luego de su secado son recolectadas con una pala y arrojadas en un envase para su traslado con una carretilla al área de granallado.
- **Granallado:** Es un tratamiento mecánico superficial que consiste en someter las piezas metálicas a un violento chorro de bolitas de acero (granalla). Tiene como finalidad terminar de limpiar totalmente los portapastillas de cualquier rebaba u óxido presente en la misma. Para introducir los porta pastillas a la máquina de granallado el operador debe cargar los envases llenos de porta pastillas hasta la abertura de la misma. Luego para su desmontaje el operador deberá extraer los porta pastillas con las manos hasta los envases. Luego de

## **CAPITULO IV DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y SU PROCESO PRODUCTIVO**

---

esto los porta pastillas son ordenadas en una mesa para después ser llevadas al área de barnizado.

- **Barnizado:** Es una operación o protección preventiva de la superficie de los objetos. Para conseguir un buen barnizado, las superficies deben estar completamente lisas, es por ello que se realiza primero el proceso de granallado. El barnizado de las piezas se realiza con una pistola la cual le llega aire comprimido con gran velocidad atomizando de esta manera las piezas. Luego de esto son trasladadas a un área específica de la empresa para su secado.
- **Mezclado y Preparación de mezcla:** su misión es la de mezclar todos los componentes de forma homogénea. Para conseguir una buena homogeneización de la mezcla, el mezclador está provisto de un eje central que hace girar los componentes en forma de ochos y en otro eje dos cuchillas batidoras que son las que van homogeneizando la mezcla. En este proceso, uno de los factores críticos es el tiempo que los diferentes materiales pasen en el mezclador, ya que este periodo debe estar definido dependiendo del tipo de fibras que se vayan a mezclar. Toda la materia primaria utilizada en esta área proviene del almacén primario. Parte de esa materia prima es trasladada a través de un montacargas hasta un sub. Almacén que se encuentra en esta área, donde el operador deberá pesar con una balanza todos los componentes que necesita para preparar la mezcla. Luego con ayuda de una escalera logra llevar la materia prima hasta la abertura de la mezcladora. Para la extracción de la mezcla el operador simplemente inclina la abertura de la mezcladora obteniendo el descenso de la mezcla a los envases. Estos envases son llevados para el área de preformado.

## CAPITULO IV DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y SU PROCESO PRODUCTIVO

- **Preformado:** La función del prensado en frío es la de aglutinar los diferentes componentes de la mezcla. Por una parte, con la presión que se realiza se consiguen una reducción del volumen y la unión de la parte metálica de la pastilla con el material de fricción. El material de fricción es trasladado desde los tanques principales de la mezcla hasta las mesas de trabajo del preformado. Luego aquí el obrero procederá a través de unos envases medir con una balanza la porción necesaria para cada tipo de pastilla. El producto aquí terminado es colocado en bandejas para su traslado al área prensado en caliente.
  
- **Prensado en caliente:** La función del prensado en caliente es la de aglutinar los diferentes componentes. Por una parte, con la presión que se realiza se consiguen una reducción del volumen, pero a su vez con la temperatura lo que se hace es fundir las resinas para que estas fluyan por todo el material ligando los diferentes elementos. Este proceso lleva asociado unos ciclos de prensado, es decir, que la prensa actuará sobre las pastillas durante un determinado tiempo, para a continuación permitir la salida de los gases. En esta etapa es en la que los soportes son pegados al material de fricción. Esto se produce por dos motivos principales, uno de ellos es que el soporte lleva impregnado una resina que consigue la adhesión del material y por otro lado, existen unos huecos pasantes en los soportes cuya función es la de alojar el material de fricción que fluye para conseguir una completa fijación del material de fricción al soporte. El tiempo típico de prensado varía de 10 a 12 minutos según la fórmula empleada para permitir el curado en prensa de las resinas. En esta operación el operador coloca primero unos moldes que se encuentran dispuestos en forma de tiras, estas tiras dependerán de el tipo de pastillas que se este fabricando. Después el operador coloca las bandejas provenientes del proceso en frío en unas mesas de trabajo y empieza montar las pastillas en dicha máquina de manera manual. Luego para su desmontaje se extraen las

## CAPITULO IV DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y SU PROCESO PRODUCTIVO

tiras una por una y se golpean con un martillo de goma para si extraer totalmente la pastilla. Estas a su vez son depositadas en carritos para así facilitar su traslado al área de granallado.

- **Limpieza Post-moldeo:** Luego que las piezas son retiradas de las prensas en caliente, estas son llevadas a la operación de granallado para eliminar el pegamento sobrante de la pastilla.
- **Pintado:** Es una operación o protección preventiva de la superficie del portapastillas. Para conseguir un buen pintado, las superficies deben estar completamente lisas, es por ello que se realiza primero el proceso de granallado. El pintado de las piezas se realiza con una pistola la cual le llega aire comprimido con gran velocidad atomizando de esta manera las piezas. Aquí las pastillas son ordenadas en bandejas y a su vez estas son trasladadas a una mesa de trabajo y ordenadas para su proceso de pintado. Luego estos porta pastillas son colocadas por bandejas en estantes. Estos estantes son llevados de manera manual al horno de pintado.
- **Horneado:** Luego que las pastillas son pintadas, estas son llevadas a un horno a una temperatura de  $150^{\circ}\text{C}$  para que se produzca el secado de la pintura. Luego que la pintura de las pastillas ha secado se comienza a extraer los estantes del horno y el desmontaje de las bandejas de manera manual. Estas bandejas son llevadas al área de rectificado.
- **Rectificado:** Es una operación efectuada por una muela sobre la superficie de fricción, que consiste en eliminar deformaciones debidas a temple o de obtener tolerancias restringidas de elaboración o de realizar elevados perfeccionamientos en la superficie de fricción. La operación se lleva a cabo

## **CAPITULO IV DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y SU PROCESO PRODUCTIVO**

---

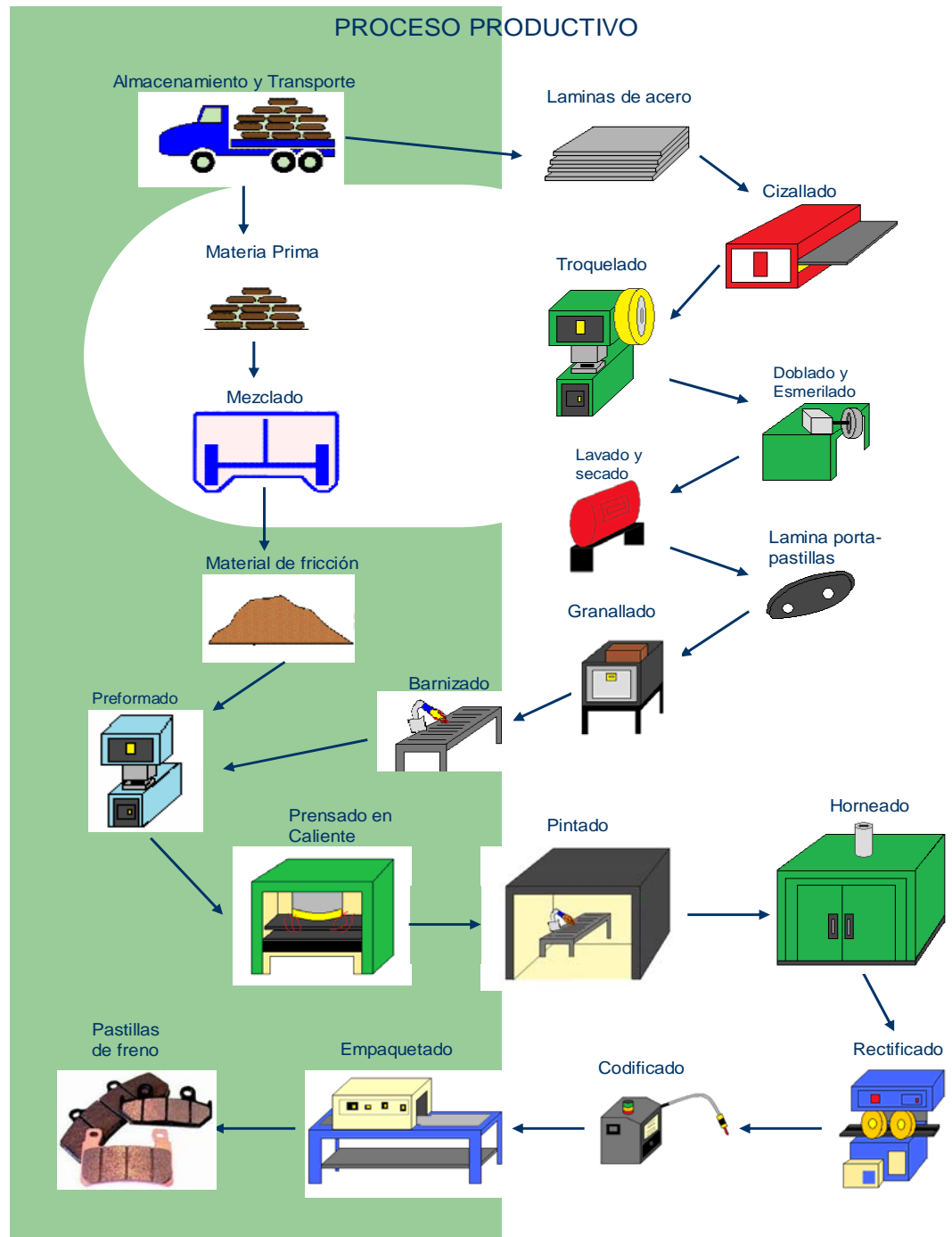
en dos fases: una de desbaste, esta fase sirve para eliminar o reducir los defectos de forma. Como la excentricidad, la ovalidad, las ondulaciones, etc. Otra fase es la de acabado, en la cual la pieza se lleva a tolerancias preescritas por el diseño alcanzando un acabado superficial más minucioso. Luego que estas pastillas son rectificadas se colocan en cestas para ser trasladadas al área de codificado.

- **Limpieza Pre-embalaje:** Aquí las pastillas son limpiadas con aire comprimido y llevadas al proceso de embalaje.
  
- **Codificación Y Empaquetado:** Las pastillas son codificadas con su número de serie y el modelo de vehículo, luego estas ingresan a la empaquetadora de termo contracción y posteriormente son colocadas en su estuche correspondiente. Luego de ser empaquetadas son colocadas en mesas para su pronto almacenamiento. Esta operación es nueva dentro de la línea de producción por esto no esta incluida en el flujograma actual de la empresa.

A continuación en la figura 4.5 se observa el proceso productivo.



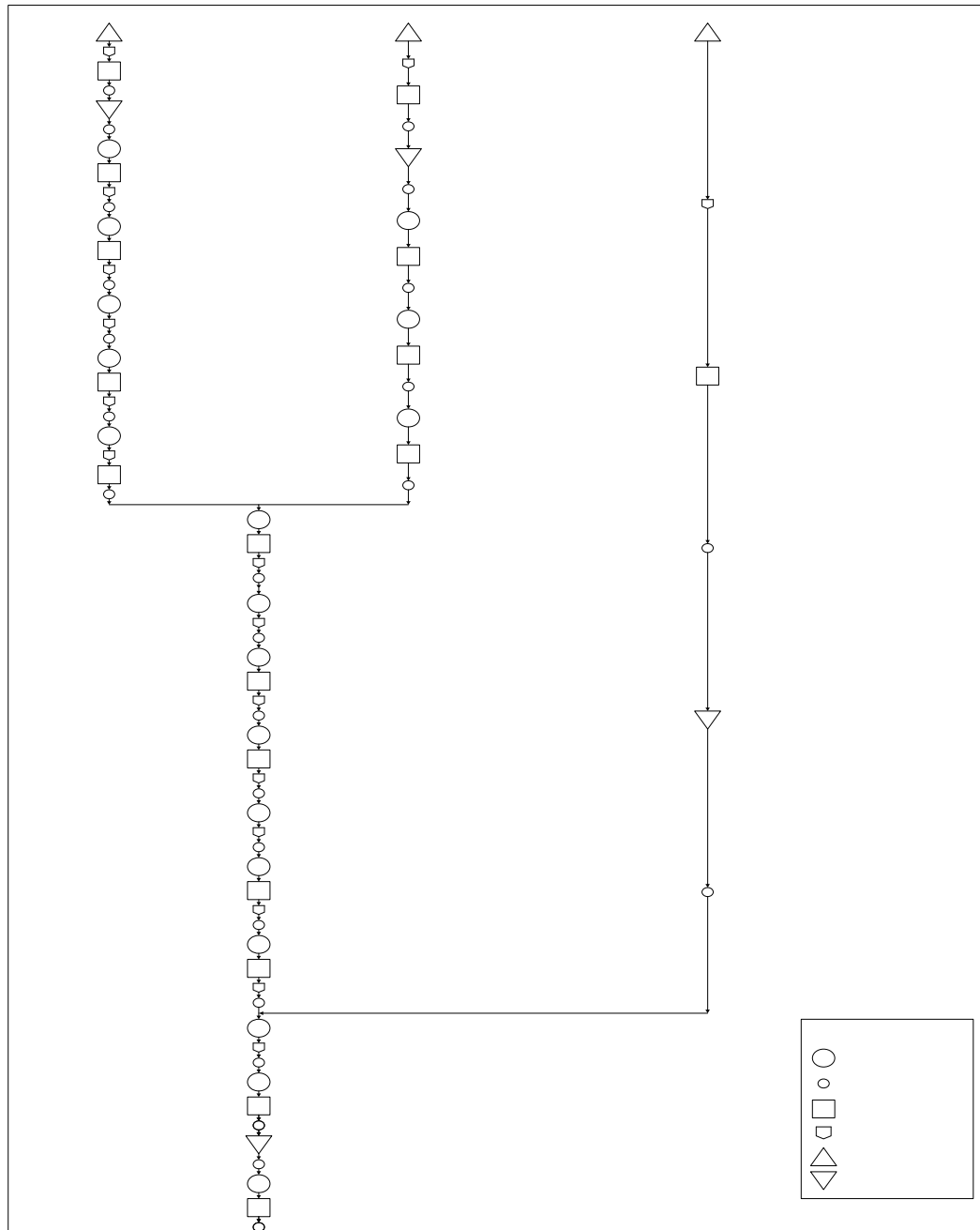
## CAPITULO IV DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y SU PROCESO PRODUCTIVO



*Fuente: Elaboración Propia*

**Figura 4.5** Proceso Productivo

4.5.1 Flujograma actual de la empresa



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4.6. Flujograma actual de la empresa

## CAPITULO IV DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y SU PROCESO PRODUCTIVO

### 4.5.2 Diagrama De Análisis Del Proceso

Proceso: Actual		R E S U M E N							
		ACTIVIDAD	<u>ACTUAL</u>	PROPUESTO	ECONOMIA				
Fabricación de Pastillas de Frenos de Discos									
Empieza:		Operación	16						
Termina:		Traslado	20						
Método:		Espera	13						
<u>Producto/materia/hombre:</u>		Inspección	15						
Fecha:	Operario:	Almacenaje	2						
		Distancia (mts.)							
		Tiempo (min.)							
DESCRIPCIÓN	Cant. (juegos)	Distan. (Mts.)	Tiempo (min.)	S I M B O L O S					OBSERVACIONES
				○	➔	D	□	▽	
Recepción de materia Prima						•			
Espera						•			
Inspección							•		
Traslado almacén					•				
Almacenamiento								•	
Cargar las láminas hasta cizalladora					•				
Cizallado				•					
Inspección							•		
Espera a traslado						•			
Traslado a Troquelado					•				
Troquelado				•					
Inspección							•		

## CAPITULO IV DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y SU PROCESO PRODUCTIVO

DESCRIPCIÓN	Cant. (juegos)	Distan. (Mts.)	Tiempo (min.)	SIMBOLOS					OBSERVACIONES
				○	⇒	D	□	▽	
Espera a traslado						•			
Traslado a lavado					•				
Lavado				•					
Espera al secado						•			
Traslado a Granallado					•				
Granallado				•					
Inspección							•		
Espera al Barnizado						•			
Traslado a Barnizado					•				
Barnizado				•					
Espera al secado						•			
Inspección							•		
Traslado de los porta pastillas a preformado					•				
Mezclado				•					
Preparación de mezcla				•					
Inspección							•		
Traslado de la mezclado					•				
Mezclado				•					
Inspección							•		
Traslado a Pesaje					•				

## CAPITULO IV DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y SU PROCESO PRODUCTIVO

DESCRIPCIÓN	Cant. (juegos)	Distan. (Mts.)	Tiempo (min.)	SIMBOLOS					OBSERVACIONES
				○	⇒	D	□	▽	
Inspección							•		
Traslado a Preformado					•				
Preformado				•					
Inspección							•		
Espera traslado						•			
Traslado a Prensa en caliente					•				
Prensa en caliente				•					
Espera a Traslado						•			
Limpieza post-moldeo				•					
Inspección							•		
Espera a traslado					•				
Traslado a Pintado					•				
Pintado				•					
Inspección							•		
Espera traslado						•			
Traslado a Horneado					•				
Horneado				•					
Espera a traslado						•			
Traslado a Rectificado					•				
Rectificado				•					
Inspección							•		

**CAPITULO IV DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y SU PROCESO PRODUCTIVO**

DESCRIPCIÓN	Cant. (juegos)	Distan. (Mts.)	Tiempo (min.)	SIMBOLOS					OBSERVACIONES
				○	⇒	D	□	▽	
Espera a traslado						•			
Traslado a la limpieza pre-embalaje					•				
Inspección							•		
Espera a traslado						•			
Traslado a recepción de producto terminado					•				
Recepción de producto terminado				•					
Inspección de producto terminado							•		
Traslado almacén					•				
Almacenaje								•	
Traslado al camión de carga					•				
Camión de carga				•					
Inspección							•		
Traslado a distribuidor					•				
<b>Total</b>				<b>16</b>	<b>20</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>2</b>	

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 4.1** Diagrama De Análisis Del Proceso Actual

### **4.5.3 Diagrama de Recorrido**

En el Anexo B, se puede observar el Diagrama de recorrido actual de la empresa.

**CAPITULO V****ANÁLISIS CRÍTICO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS Y PROPUESTAS  
DE MEJORAS****5.1 Análisis del flujograma actual y propuesto de la empresa**

Primero analizaremos el flujograma actual de la empresa en el cual se observó lo siguiente:

- No cumplía con la simbología utilizada para la realización de dicho diagrama.
- Gran cantidad de esperas innecesarias después de cada operación. Esto ocasiona grandes retrasos en la fabricación de la pastillas, adicionalmente impide que el flujo de materiales sea continuo.
- Inspecciones innecesarias en el proceso productivo. Se observa que después de cada operación se efectúa una inspección del material que va saliendo de cada una de las operaciones. Siendo esto innecesario para todas las operaciones.
- No se encuentran todas las operaciones. Como por ejemplo: Doblado, Esmerilado, Codificado y Empaquetado.

Como se puede observar en la figura 4.6 Flujograma actual de la empresa y la tabla 4.1 Diagrama De Análisis Del Proceso Actual.



Es por ello que se propone realizar un nuevo Flujograma que muestre:

- La simbología requerida para realizar estos diagramas.
- Disminuir las esperas de material de una operación a otra. Que son producto de falta de personal en las líneas de producción, se contara con un incremento de personal en los diferentes departamentos.
- Reducir el número de inspecciones. Solo se realizara inspecciones cuando las diferentes materias primas sean trasladadas a los galpones de trabajo. Esta inspección será efectuada por el encargado de la planta.
- Incluir operaciones faltantes e incorporar al proceso productivo nuevas operaciones. Se incluirán las operaciones de Doblado, Esmerilado, Codificado y Empaquetado. Dichos procesos son adquisiciones reciente de la planta. Estas operaciones ya existían antes de nuestro estudio, pero la empresa no había actualizado su flujograma.
- El diagrama partirá desde el almacenamiento de las diferentes materias primas.
- Se incluirá un almacenamiento para la operación de mezclado. Debido a que su materia prima se encuentra distribuidas en distintos galpones.
- Se eliminó temporalmente la operación de limpieza post-moldeo, debido a que la misma es realizada por la máquina de granallado, lo cual genera grandes retrasos en la producción. Recordemos que

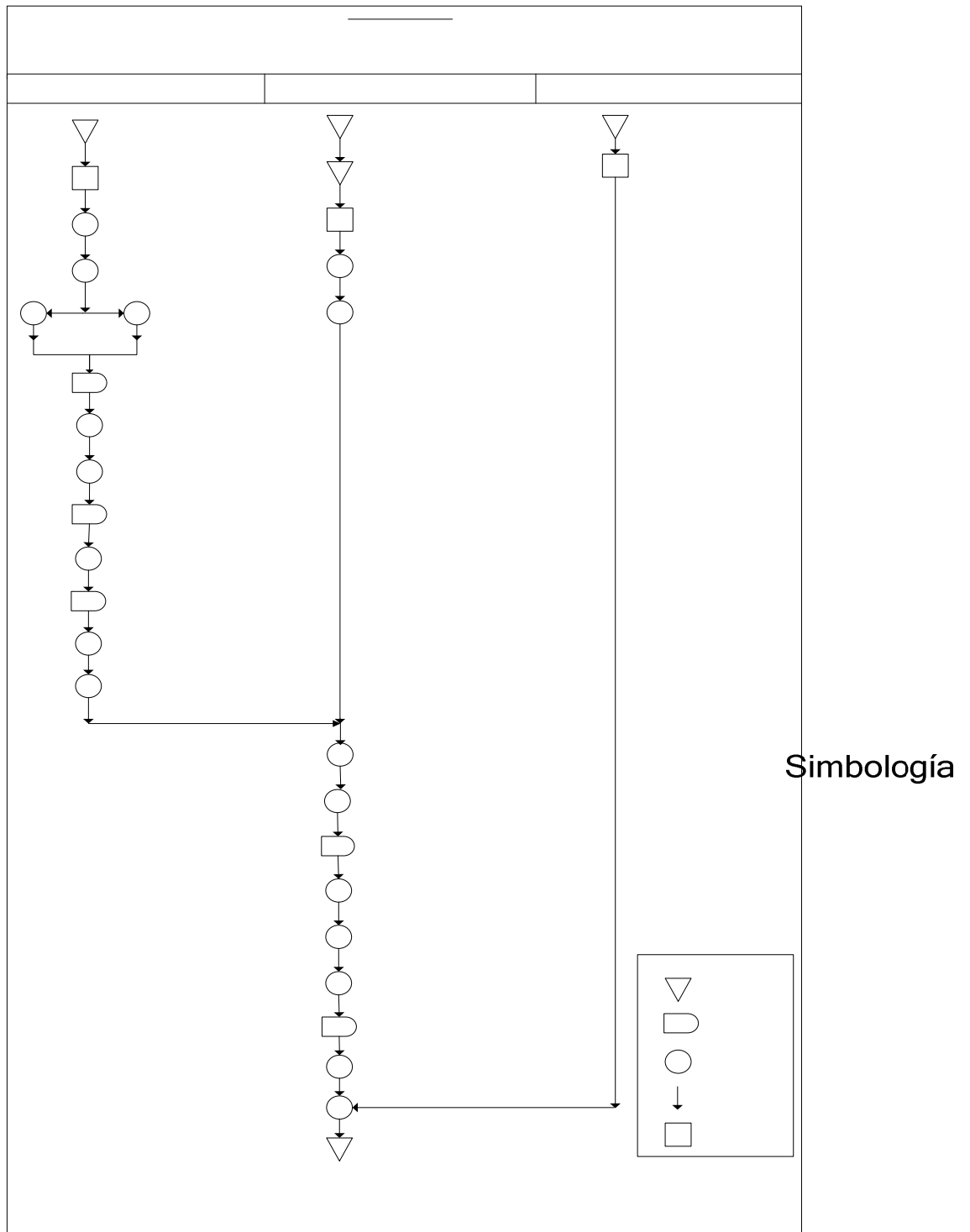
---

el granallado es una operación que se realiza después del secado de las pastillas.

- La limpieza pre-embalaje no se realizara debido a que la adquisición de una nueva rectificadora hace el proceso directamente. El embalaje queda definido como operación de empaquetado. Estas operaciones ya existían antes de nuestro estudio, pero la empresa no había actualizado su flujograma.


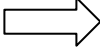





















A continuación se muestra el nuevo flujograma (figura 5.1) y El diagrama de análisis de proceso (Tabla 5.1):

• **Flujograma**



**Figura 5.1** Flujograma propuesto de la empresa

• **Diagrama De Análisis Del Proceso**

Proceso: Actual		R E S U M E N							
Fabricación de Pastillas de Frenos de Discos		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMIA				
Empieza:		Operación		16					
Termina:		Traslado 		15					
Método:		Espera 		6					
Producto/materia/hombre:		Inspección 		1					
Fecha:	Operario:	Almacenaje 		2					
		Distancia (mts.) 							
		Tiempo (min.)							
DESCRIPCIÓN	Cant. (juegos)	Distan. (Mts.)	Tiempo (min.)	SIMBOLOS					OBSERVACIONES
									
Almacenamiento de materia prima a los diferentes galpones									
Inspección									
Cargar las láminas hasta cizalladora		1,0							1 Obrero
Cizallado	1		0:00:03						Operador de cizalla
Cargar las laminas cortadas hasta la troqueladora	1	11,0							Operador de cizalla
Troquelado	1		0:00:15						Operador de troquel
Cargar las laminas porta pastillas hasta el proceso de doblado o esmerilado		27,0							1 Obrero
Doblado o Esmerilado	1		0:00:28						1 Operador
Espera para el traslado a lavado.			0:00:28						1 Operador (Espera)

DESCRIPCIÓN	Cant. (juegos)	Distan. (Mts.)	Tiempo (min.)	SIMBOLOS					OBSERVACIONES
				○	⇒	D	□	▽	
Traslado a Lavado					•				
Lavado				•					1 Operador
Traslado a Secado		36,3			•				Puente Grúa (Espera)
Secado				•					1 Operador
Espera a Traslado a Granallado						•			1 Operador
Traslado a Granallado		13,30			•				1 Operador
Granallado	1			•					1 Operador
Espera al Barnizado						•			Proceso de Pintado (Espera)
Traslado a Barnizado		16,3			•				1 Operador
Barnizado	1			•					1 Operador
Traslado al secado		9,6			•				1 Operador
Secado				•					Al Natural
Traslado de los porta pastillas a preformado		33,5			•				2 Operadores
Traslado a Preparación de mezcla		2			•				Carretilla
Mezclado				•					1 Operador
Traslado de la mezcla a Preformado		20,4			•				1 Operador
Preformado	1			•					2 Operadores
Espera traslado a prensa en caliente						•			
Traslado a Prensa en caliente		21,5			•				2 Operadores
Prensa en caliente	1			•					1 Operador
Espera a Pintado						•			
Traslado a Pintado		24,5			•				1 Operador
Pintado	1			•					2 Operadores
Traslado a Horneado		15,0			•				2 Operadores
Horneado				•					3 operadores
Traslado a Rectificado		16,5			•				2 Operadores
Rectificado	1			•					2 Operadores

DESCRIPCIÓN	Cant. (juegos)	Distan. (Mts.)	Tiempo (min.)	SIMBOLOS					OBSERVACIONES
				○	⇒	D	□	▽	
Espera a codificado						•			Espera de vehículo de carga
Traslado al codificado		79,5			•				1 Operador
Codificado	1			•					2 Operador
Traslado al Empaquetado		3,8			•				1 Operador
Empaquetado	1			•					2 Operadores
Traslado al almacén		6,0			•				
Almacenamiento								•	1 Operador
<b>Total</b>		545,2		16	15	6	1	2	

**Tabla 5.1** Diagrama de Análisis de Procesos Propuesto

## 5.2 Análisis Crítico De Los Procesos Productivos y Propuestas De Mejoras

Actualmente la planta esta distribuida en cuatro (4) galpones dónde se desarrollan 3 líneas de producción:

- Línea de Producción De Pastillas De Freno De Disco
- Línea de Producción De Vulcanizado De Bandas
- Línea de Fabricación De Matrices y Moldes

En el análisis de cada una de estos departamentos que conforman las líneas de producción, se hizo énfasis en cuatro factores fundamentales a conocer:

- Evaluación General de la Operación
- Manejo De Materiales
- Estado Funcional De Máquinas y Equipos
- Propuestas de Mejoras

### 5.2.1 Elaboración De Pastillas De Freno De Disco

Esta línea de producción posee 10 departamentos que conforman su proceso productivo.

#### 5.2.1.1 Departamento de Elaboración de Láminas Portapastillas

Este departamento se encuentra en el galpón A ubicado en la parte inferior de la empresa.

- **Evaluación General De La Operación:** Este departamento elabora la pieza metálica que sirve de soporte a la pastilla de freno. Esta pieza se realiza a través de los procesos de cizallado, troquelado, doblado, esmerilado, taladrado y lavado. El poco espacio presente en este departamento dificulta el flujo de materiales; como la materia prima y los desechos originados por el proceso de troquelado, los cuales se ubican a la salida del galpón. Las matrices utilizadas en las prensas para realizar el proceso de troquelado se encuentran distribuidas a lo largo de todo el departamento, ocasionando retrasos a la hora de realizar su cambio, estas son instaladas por medio de un gato hidráulico. Luego de elaborarse las láminas porta pastillas se introducen en barriles de acero y se trasladan al siguiente proceso por medio de un puente grúa. Este proceso es complejo debido a la ubicación existente entre un galpón y otro.



- **Manejo de Materiales:** El departamento de elaboración de láminas portapastillas es surtido de materia prima (Láminas De Acero) proveniente de los galpones superiores, su traslado es difícil debido a lo inclinado de la rampa de acceso, por lo que sólo una cantidad determinada de materia prima puede ser trasladada. Todos los movimientos de material dentro del departamento se realizan por los operarios de cada proceso por medio de un gato hidráulico.
- **Estado Funcional De Maquinas Y Equipos:** En este proceso se ven involucradas las siguientes máquinas: 3 Prensas, cizalladora, lavadora de hierros, esmeriles, Taladros de árbol, gato hidráulico y una Grúa de cadenas. Estas se encuentran en condiciones de operación aceptables, no obstante en el caso de las prensas, estas por llevar muchos años en servicio y no prestársele mantenimiento preventivo se nota el deterioro en su instrumentación.



**Figura 5.2** Vista 1 Galpón A



**Figura 5.3** Vista 2 Galpón A

- **Propuestas de Mejoras:**

1. Establecer un área de ubicación para los desechos provenientes del proceso de troquelado. Incluyendo un sistema de recolección efectivo para evitar la acumulación de estos desechos.
2. Incrementar la capacidad de carga de la operación de lavado; adquiriendo una nueva máquina, que a su vez disminuya el ruido mientras efectúa el proceso.
3. Mejorar el sistema de transporte de las láminas porta pastillas desde este departamento hacia el proceso de secado. Esto adquiriendo un puente grúa de mayor capacidad.

### 5.2.1.2 Departamento De Granallado Y Barnizado

- **Evaluación General De La Operación:** Este departamento se encuentra ubicado en el galpón B, donde se realiza el proceso de granallado aquí se retira de las láminas cualquier imperfecto proveniente de los procesos anteriores. El barnizado permite que el material de fricción se adhiera a la lámina, estos procesos se encuentra en condiciones deficientes por el estado actual de las máquinas y el mal manejo de los materiales, afectando el proceso productivo en su totalidad. Dentro de la operación de granallado se encuentra un sistema de extracción de partículas que son expulsadas durante el proceso de operación. Dichas partículas o granallas se depositen en el piso de trabajo, provocando accidentes en otros procesos y oxidación en el producto final.

- **Manejo de materiales:** La materia prima utilizada son las láminas porta pastillas provenientes del departamento anterior, los traslados se realizan por medio de mesas de gran tamaño que obstaculizan el flujo de materiales en otros procesos.
- **Estado Funcional De Maquinas Y Equipos:** Este departamento esta compuesto por la siguiente maquinaria: grallanadora de láminas, granalladora de bandas, máquina de pintado por compresor, todas estas máquinas poseen mucho tiempo en la empresa por lo que el proceso se realiza de forma manual, y no se le realiza el mantenimiento preventivo que necesitan, por lo tanto permanentemente presentan averías, las cuales afectan directamente el proceso de producción de la planta.



**Figura 5.4** Vista 1 área de Granallado



**Figura 5.5** Vista área de Barnizado

- **Propuestas de Mejoras:**

1. Adquisición de una Granalladora, debido al mal estado que presenta la actual. Esta produce paradas continuas que afectan el flujo de materiales en la línea de producción.
2. La Adquisición de nuevas mesas de trabajo en el área de barnizado, debido a que las actuales ocupan mucho espacio dentro de la planta.

### 5.2.1.3 Departamento De Preparación De La Mezcla De Materia Prima

- **Evaluación General De La Operación:** Este proceso es de fundamental importancia dentro del proceso productivo de la empresa, ya que aquí se elabora el material de fricción que se adhiere a las láminas porta pastillas. Este proceso se ve afectado en gran parte por el mal manejo del material, ya que se generan gran cantidad de partículas pulvigenas que son expulsadas al ambiente cuando son manipuladas y el sistema de extracción actual presenta gran deterioro. También la ubicación de la mezcla final de esta operación (material de fricción) causa perdida de espacio del galpón, afectando a procesos o áreas de trabajo vecinas, todos estos factores traen como consecuencia que este proceso genere grandes problemas dentro de la línea de producción. Es por ello que esta área es de gran preocupación en la gerencia de la planta.
- **Manejo de Materiales:** Este departamento se encuentra provista de materia prima (Material de fricción) proveniente del área de almacenamiento, su traslado hacia esta área es difícil debido a la ubicación del galpón. También

por ser un área donde se procesan materiales de alto riesgo para la salud de los operadores esta se encuentra aislada del proceso productivo, en un área completamente cerrada ubicada al final del galpón B. Para ello se creó un área de almacenamiento temporal de materia prima ubicada en el extremo del galpón. Esto con la finalidad de facilitar el traslado de la materia prima al proceso.

- **Estado Funcional De Maquinas Y Equipos:** En este proceso se encuentran involucradas las siguientes máquinas: dos mezcladoras y una balanza. Donde solo una mezcladora está en condiciones de operación. Esta máquina se encuentra en deficientes condiciones debido al poco mantenimiento que se le realiza. En este proceso se encuentran involucrados materiales que generan gran cantidad de partículas en suspensión en el ambiente, por ende las máquinas se ven expuestas a gran cantidad de polvo ocasionando su rápido deterioro.



**Figura 5.6** Vista Área de Mezclado

- **Propuestas de Mejoras:**

1. Mejorar el área de mezclado. Creando un área cerrada donde las partículas expulsadas por dicha mezcla, no se vean esparcidas en toda el área de producción.
2. Mejorar el almacenamiento de materia prima en el área de mezclado. Con el objetivo de reducir la acumulación de materia prima innecesaria dentro del proceso productivo.
3. Mejorar el sistema de extracción de polvos. Adquiriendo un nuevo sistema de mayor capacidad.

#### **5.2.1.4 Departamento De Preformado**

- **Evaluación General De La Operación:** En este proceso es utilizado el material de fricción y las láminas porta pastillas barnizadas provenientes de procesos anteriores. Este proceso consiste en la unión de ambos elementos a través de su compresión en frío (prensa). Se observó que presenta una deficiencia en cuanto a su ubicación, trayendo como consecuencia el congestionamiento del flujo materiales, debido a que los equipos utilizados por los trabajadores para su traslado a operaciones vecinas, son ineficientes y las mesas utilizadas para la materia prima ocupan un espacio innecesario dentro de esta área de trabajo.

- **Manejo De Materiales:** El manejo de los materiales en este proceso es deficiente, todos los traslados de materiales se realizan manualmente por medio de envases provenientes del departamento de mezclado. Estas pastillas son trasladadas al siguiente proceso por medio de bandejas manipuladas por los trabajadores.
- **Estado Funcional De Maquinas Y Equipos:** Este departamento esta constituido por 3 prensas y 3 balanzas, estas máquinas se encuentran en condiciones normales de operación, y su proceso es completamente manual. También posee dos máquinas que se encuentran en reparación para su instalación dentro del departamento.



**Figura 5.7** Área De Preformado



**Figura 5.8** Área De Preformado

- **Propuestas de Mejoras:**
  1. Mejorar la ubicación las matrices utilizadas por las Prensas. Creando una nueva área para las mismas.

2. La instalación y automatización de las prensas que se encuentran dañadas en el área de producción.

### 5.2.1.5 Departamento de Prensado En Caliente

- **Evaluación General De La Operación:** Este departamento es el eje fundamental de la línea de producción, ya que aquí depende la calidad de las pastillas de frenos. El proceso consiste en la compresión en caliente de la lámina portapastilla y el material de fricción. Se observó deficiencia en el manejo de los materiales debido a la ubicación de su maquinaria, ya que las mismas se encuentran dispersas por todo el galpón afectando todo el proceso productivo. Otro problema observado es la demora que ocurre al almacenar pastillas de frenos en barriles y ubicarlos por todo el galpón en espera del proceso de pintado, esto ocasiona un colapso en el flujo de materiales dentro de los departamentos vecinos.
- **Manejo De Materiales:** En este proceso el material utilizado es proveniente de del departamento de Preformado. Este departamento de prensado en caliente presento gran deficiencia en su distribución y disposición de su maquinaria lo que afecta directamente al buen flujo de materiales, el proceso de traslado de material a esta área es realizada por trabajadores de la planta de forma manual por medio de bandejas, este proceso es lento y poco eficiente retrasando considerablemente el proceso de prensado. Adicionalmente una de sus maquinarias presenta problemas que cuanto ha movilización se refiere, debido ha que se encuentra fija a la estructura física de la planta, lo que impide su movilización a una nueva área de trabajo.



- **Estado Funcional De Maquinas Y Equipos:** Esta área esta constituida por la siguiente maquinaria: 2 prensas pequeñas y una prensa de gran capacidad (MAPELLI). La operación de prensado se realiza de forma automática. Todo el proceso de montaje y desmontaje de las pastillas a las máquinas se realiza de forma manual.



**Figura 5.9** Área de Prensado en Caliente

- **Propuestas de Mejoras:**
  1. Reubicar el producto final proveniente del prensado en caliente, creando un área de almacenamiento preventivo donde se realice la espera de este producto hasta que pase al proceso de pintado.

2. Poner en funcionamiento la maquinaria adquirida por la empresa. Una presa doble en caliente.

#### 5.2.1.6 Departamento De Pintado

- **Evaluación General De La Operación:** Esta operación al poseer un área determinada y al estar aislada de los demás procesos productivos, posee un flujo de materiales adecuado, el problema que se observó es el desorden existente en los productos que se utilizan en el proceso, ya que se encuentran dispersos por los alrededores del área de pintado entorpeciendo el trabajo de los operarios, el proceso de pintado por compresor tiende hacer un proceso muy lento y sucio lo que ocasiona retrasos considerables en la línea de producción. También la falta de mantenimiento en el sistema de extracción de las partículas sobrantes del proceso debido ha que afecta la salud y el buen desempeño de los trabajadores que allí operan.
  
- **Manejo De Materiales:** Este proceso es alimentado por el departamento de Prensado en Caliente, este Departamento esta bien localizado dentro de la empresa por lo que el manejo de materiales es adecuado, este es realizado por los trabajadores de los procesos anteriores de forma manual por medio de bandejas.

- **Estado Funcional De Maquinas Y Equipos:** El departamento de pintado cuenta con un espacio aislado donde se realiza la operación. Este proceso se efectúa por medio de un compresor y pintura líquida, donde las pastillas son ubicadas en un mesón para su posterior pintado, este departamento cuenta con un sistema de extracción de las partículas expulsadas por el proceso.



**Figura 5.10** Vista 1 Área de Pintado



**Figura 5.11** Vista 2 Área de Pintado

- **Propuestas de Mejoras:**
  1. La reubicación de los productos utilizados para la realización del pintado como son: pinturas, solventes, productos de limpieza, etc.
  2. El mejoramiento del sistema de extracción de partículas del proceso.

### 5.2.1.7 Departamento De Horneado De Pastillas

- **Evaluación General De La Operación:** El departamento de horneado de las pastillas se encuentra en buenas condiciones de trabajo, el único inconveniente apreciable es la lentitud del proceso, lo que retrasa considerablemente el proceso productivo de la planta.
- **Manejo De Materiales:** En este proceso los materiales utilizados son los provenientes del departamento de pintado. Esta área esta muy bien demarcada dentro del galpón superior de la planta, las pastillas son ubicadas en estantes especialmente diseñados para dicho horno, la ubicación de las pastillas es realizada de forma manual por los operarios de este equipo.
- **Estado Funcional De Maquinas Y Equipos:** Esta departamento consta de de un horno eléctrico que trabaja con una temperatura máxima para las pastillas de 150 °C, este proceso se realiza de forma ascendente desde la temperatura ambiente hasta la temperatura máxima antes mencionada, durante aproximadamente 8 horas. Este horno se encuentra en excelentes condiciones, debido a que fue adquirido por la empresa en años recientes.



**Figura 5.12** Vista 1 Horno



**Figura 5.13** Vista 2 Horno

- **Propuestas de Mejoras:** Debido al buen funcionamiento de este departamento no se requiere de ninguna mejora en su proceso.

#### 5.2.1.8 Departamento De Rectificado De Pastillas

- **Evaluación General De La Operación:** Este departamento es gran importancia dentro del proceso de producción, debido a la instalación de la nueva máquina su operación se realiza en buenas condiciones, el inconveniente encontrado es que dentro de este proceso su produce desbasté en el material de fricción de la pastilla de freno, el cual origina gran cantidad de partículas pulvigenas con gran contenido de asbesto, el sistema encargado de la extracción de dichas partículas se encuentra en condiciones deficientes. Ocasionando gran cantidad de partículas en suspensión en el área de trabajo.

- **Manejo de Materiales:** En este proceso los materiales utilizados son los provenientes del departamento de horneado. Su área esta muy bien demarcada dentro del galpón superior de la planta, la ubicación de las pastillas dentro de la maquinaria es realizada de forma manual por los operadores.
- **Estado Funcional De Maquinas Y Equipos:** Esta constituida por la siguiente maquinaria: 2 máquinas rectificadoras, una de ellas recién adquirida por la empresa que efectúa el proceso de rectificado, esta crea ranuras y chaflanes en la superficie de las pastillas su operación es de forma automatizada. La otra rectificadora se encuentra fuera de servicio debido a que fue suplantada por la máquina antes mencionada.



**Figura 5.14** Área de Rectificado

- **Propuestas de Mejoras:**

Se propone el desalojo de todas las máquinas que se encuentran en inutilidad dentro del área de trabajo, ya que ocupan un espacio innecesario dentro de la planta y afecta el flujo de materiales dentro de la línea de producción.

### 5.2.1.9 Departamento De Codificado Y Empaquetado

En la parte superior de la empresa se encuentran dos galpones donde uno de ellos se realiza el proceso de codificado y empaquetado de las pastillas ya terminadas y donde luego son almacenadas.

- **Evaluación General De La Operación:** En este departamento se realiza la codificación de las pastillas de freno y el empaquetado de la misma, se encuentra ubicado en galpón C. Es un área limpia libre de todas las partículas que son expulsadas por los otros procesos.
- **Manejo de materiales:** El proceso de traslado del material o producto aquí utilizado es muy deficiente ya que se realiza de forma manual por medio de una carretilla y las pastillas se ubican en cestas plásticas. Este proceso es muy lento y retrasa considerablemente el proceso de producción.
- **Estado Funcional De Maquinas Y Equipos:** Los equipos utilizados en esta área son: una codificadora y una empaquetadora termocontracción. Estas máquinas son automatizadas por lo que son operadas de manera

rápida y eficiente, dichas máquinas se les realiza mantenimiento preventivo desde su adquisición. Por lo que no se han presentados problemas en su operación.



**Figura 5.15** Vista 1 Galpón C



**Figura 5.16** Vista 2 Galpón C

- **Propuestas de Mejoras:**

1. Demarcar las áreas de codificado y empaquetado. Para que el proceso de almacenamiento no interfiera con el flujo de materiales.
2. Mejorar el sistema de transporte del material proveniente del departamento de rectificado, con esto se reduciría considerablemente el tiempo de espera y traslado.



---

#### 5.2.1.10 Departamento de Almacenamiento

- **Evaluación General De La Operación:** Este Departamento se encuentra distribuido en dos galpones, ubicados en la parte superior de la misma, están destinados a almacenar la materia prima que se utiliza para la producción completa de las pastillas de frenos de disco y el producto final.
- **Manejo de Materiales:** Este departamento se encuentra en la entrada de la empresa y consta de un galpón de dos niveles, la empresa por trabajar con materia prima importada recibe grandes lotes en ciertas épocas del año por lo que su preservación es de gran importancia, el material en este departamento es manipulado por el operador del montacargas el cual se encarga de distribuirlo a los departamentos de la empresa.
- **Estado Funcional De Maquinas Y Equipos:** La única máquina utilizada en este departamento de almacenamiento es un montacargas destinado al traslado de la materia prima. Actualmente en esta área se adaptó un espacio para una fresadora por control numérico recién adquirida por la empresa, ambas máquinas se encuentran en perfecto estado. Como Proyecto a futuro la empresa desea instalar un centro de desarrollo e investigación (CDI), este constara de maquinaria de última generación para la fabricación de moldes y matrices.

**Figura 5.17** Vista 1 Galpón D**Figura 5.18** Vista 2 Galpón D**Figura 5.19** Vista 3 Área de Láminas**Figura 5.20** Vista 4 Galpón C**Figura 5.21** Vista 5 Galpón C

- **Propuestas de Mejoras:**

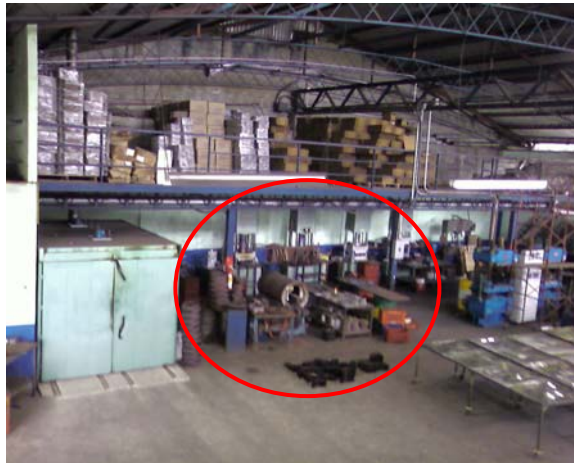
1. Demarcar el departamento de codificado y empaquetado con respecto al área de almacenamiento del producto final.
2. Demarcar el área del Centro de Control Numérico (CNC) con respecto al área de almacenamiento de materia prima.
3. La clasificación por tipo de producto dentro del área de almacenamiento, para así facilitar la búsqueda de los mismos a la hora de realizar la distribución.

### 5.2.2 Línea de Producción De Vulcanizado De Bandas

Dentro de esta línea de producción en el galpón B ubicado en la parte media de la empresa.

- **Evaluación General De La Operación:** Este departamento se encarga de la reposición del material de fricción en los frenos de bandas. Por estar ubicado dentro de la línea de producción de las pastillas de frenos de disco, ocasiona el mal flujo de materiales y ocupa espacio que podría ser utilizado por otras áreas de mayor importancia dentro del proceso productivo, también el horno mediante el cual se queman las bandas ubicado en la parte inferior de la planta presenta un alto riesgo para la salud de los trabajadores, ya que se desprenden grandes cantidad de gases tóxicos.

- **Manejo de Materiales:** Esta área se encuentra ubicada entre el departamento de Preformado y el departamento de horneado de pastillas, este proceso maneja material proveniente de los galpones superiores de la planta, este material se traslada a través una carretilla desde el galpón superior hasta el área del proceso.
- **Maquinaria E Instrumentación:** En este proceso se ve involucrada una máquina de vulcanización de bandas, un horno de quemado de bandas, una remachadora, Granalladora de Bandas, dichas máquinas se encuentran separadas, la primera esta ubicada en el galpón B de la empresa, el cual consiste en un horno tipo túnel, donde el proceso es completamente manual, la segunda máquina se encuentra en la parte A de la empresa y se encuentra en gran deterioro debido a su ubicación y falta de mantenimiento.



**Figura 5.22** Área de Vulcanizado de Bandas

- **Propuestas de Mejoras:**

1. La reubicación inmediata esta área, ya que afecta directamente el proceso productivo, esto incluye todas las máquinas que se utilizan en esta operación: Granalladora de Bandas, Hornos de bandas, Remachadora, Vulcanizadora de bandas. Para así garantizar el buen flujo de materiales y ganar mayor espacio dentro del galpón y a su vez facilitar la distribución de la maquinaria. Por esto que a partir de esta consideración se trabajo en la siguiente propuesta.

Esta nueva área fue reubicada en la parte inferior de la empresa, al lado del galpón A. Cuenta con área aproximada de 81 m<sup>2</sup>. Como se observa en la siguiente figura.



**Figura 5.23** Vista 1 Nueva área de Vulcanización de Bandas

Esta Área actualmente es utilizada como depósito temporal de desechos y escombros productos de otros procesos. Es por esto que esta deberá ser acondicionada para su instalación. Construyendo un galpón que contará con las instalaciones eléctricas necesarias para cada maquinaria, canalizaciones para las aguas residuales

---

su respectiva iluminación artificial y natural, sistemas de ventilación y extracción de polvos.

En el Anexo H, se puede observar la ubicación y distribución de esta nueva área.

A través del análisis crítico del proceso productivo realizado en la planta se evidencian problemas en el flujo de los materiales, transporte y cuellos de botellas presentes en algunas de sus estaciones de trabajo. Tras la necesidad que tiene la empresa de consolidarse y ser más competitiva en su mercado, se busco corregir estos problemas por medio de un conjunto de opciones o propuestas. Las cuales se realizaron en cada operación dentro del proceso productivo.

### 5.2.3 Línea de Fabricación De Matrices y Moldes

Dentro de esta línea de se encuentra el siguiente departamento ubicado en el galpón A en la parte inferior de la empresa.

- **Evaluación General De La Operación:** Este departamento se encarga de la fabricación de las matrices y moldes con los cuales se elaboran las pastillas de frenos de discos. Al realizar el análisis crítico se observó que todas las matrices o moldes se encuentran distribuidas por todo el galpón A dificultando su traslado a las prensas que se encuentran en los demás departamentos.
- **Manejo de materiales:** el flujo de materiales dentro de este departamento se realiza de forma manual por los operarios.

- **Estado Funcional De Maquinas Y Equipos:** Este departamento esta constituido por maquinaria de mecanizado (fresadora, torno horizontal, taladros, cepillos, rectificadora). Dicha maquinaria actualmente se encuentra en malas condiciones de mantenimiento. También por lo antiguo de su tecnología, el proceso de fabricación de estos moldes es muy lento retrasando la producción.



**Figura 5.24** Vista 1 Galpón A



**Figura 5.25** Vista 2 Galpón A

- **Propuestas de Mejoras:**
  1. La demarcación de las áreas correspondientes a cada estación de trabajo. Con el propósito de no afectar los demás procesos productivos. Permitiendo el mejor flujo de materiales por esta área.
  2. Establecer una nueva área para la ubicación de cada una de las matrices o moldes de las referencias fabricadas por la empresa, con la intención de mejorar el flujo de materiales dentro del área de trabajo.

## **CAPITULO VI**

# **ESTIMACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA**

La capacidad de producción de la planta es de suma importancia, ya que ésta permite conocer la demanda que puede satisfacer la empresa dentro del mercado. Para la determinación de la capacidad de producción del proceso productivo de la empresa DRIFF C.A, se realizó la estimación de los tiempos de producción en cada una de sus operaciones.

### **6.1 Estimación De Los Tiempos De Producción**

El primer paso para la estimación de los tiempos de producción dentro de la empresa DRIFF C.A, se realizó convocando una reunión con la gerencia de producción de la planta, con el fin de explicar las características de la metodología a utilizar para el establecimiento de tiempos de producción, sus ventajas y desventajas, las cuales fueron las siguientes:

- Como cada producto puede ser de diferente tamaño, diferente color, y diferentes características, sus tiempos de elaboración en cada operación van a ser diferentes. Es por esto que se realizó una clasificación de los productos



fabricados en la empresa con la intención de que la toma de tiempos se realizaran a las pastillas más representativas de la empresa y los operarios no estuvieran sujetos a los largos periodos de tiempo cronometrado, lo cual hace que haya menos presión en su desempeño normal de actividades.

Para realizar este estudio se obtuvieron los datos de producción de la empresa de los meses de febrero hasta junio, con la cantidad de pastillas producidas por cada referencia en ese lapso de tiempo.

### 6.1.1 Clasificación De Los Productos

Debido a la gran variedad de pastillas que produce la empresa DRIFF C.A, alrededor de 50, esto hace que los tiempos de producción entre ellas sean distintos debido a su diversidad de formas y tamaños, por lo que se recurrió a realizar la clasificación de todos los productos, basándonos en el tamaño del material de fricción de cada pastilla tomando como base de estudio la siguiente clasificación:

- Tipo A: Estas pastillas se encuentran en un rango de tamaño de material de fricción de (5 a 10) cm.
- Tipo B: Estas pastillas se encuentran en un rango de tamaño de material fricción de (10 a 15) cm.
- Tipo C: Estas pastillas se encuentran en un rango de tamaño de material fricción de (15 o mas) cm.

A través de la clasificación anterior y a la demanda de producción (ver tabla 6.1). Se escogieron las pastillas más representativas dentro de cada tipo con el objeto de obtener un tiempo de producción medio representativo. Las cuales fueron:

- **Tipo A:** Modelo 582-SM.
- **Tipo B:** Modelo 7070-ORG
- **Tipo C:** Modelo 788-ORG.

En la (figura 6.1) se pueden observar cada una de ellas:



Vista 1 Modelo 582-SM



Vista 2 Modelo 582-SM



Vista 1 Modelo 7070-ORG



Vista 2 Modelo 7070-ORG



Vista 1 Modelo 788-ORG



Vista 2 Modelo 788-ORG

**Figura 6.1** Pastillas de Frenos

En la (tabla 6.1) se muestra los Tipos de Pastillas Producidas Febrero-Junio 2008 en la intención de realizar la clasificación anterior.

**Tabla 6.1** Tipos de Pastillas Producidas Febrero-Junio 2008

Tipo de Pastilla	Cantidad de Pastillas (Juegos)
7070(I-E)ORG	6072,00
7939-SM	3150,00
7072(I-E)ORG	3974,00
728(I-E)ORG	4800,00
7739-SM	2560,00
582-SM	4250,00
9662-SM	1216,00
7667-SM	3840,00
3132-SM	1048,00
788(I-E)ORG	2995,00
7688-SM	1530,00
6352-SM	1000,00
533-SM	1680,00
3328-SM	1190,00
7625-SM	1007,00
7376-SM	1937,00
7153-SM	1845,00
7997(I-E)-SM	797,00
7054-ORG	1112,00

<b>Tipo de Pastilla</b>	<b>Cantidad de Pastillas (Juegos)</b>
7267-ORG	1845,00
7936-SM	784,00
326-ORG	1560,00
321-SM-SP	996,00
7532-SM	780,00
7706-SM	888,00
7267-SM	1320,00
327-SP-ORG	1062,00
321-SM-CP	744,00
327-CP-SM	662,00
7027(I-E)ORG	784,00
7153-ORG	945,00
7070(I-E)-SM	615,00
7376-ORG	837,00
327-CP-ORG	600,00
321-ORG-CP	582,00
582-ORG	612,00
309-ORG	703,00
736-ORG	690,00
7259(I-E)-SM	400,00

Tipo de Pastilla	Cantidad de Pastillas (Juegos)
7019(I-E)ORG	455,00
7072(I-E)-SM	168,00
321-ORG-SP	252,00
327-SP-SM	187,00
7054-SM	88,00
519-SM	135,00
TOTAL	64697,00

*Fuente: Elaboración Propia*

En el Anexo D, se puede observar las dimensiones a escala de cada una de las pastillas.

### 6.1.2 Método Utilizado Para La Toma De Tiempos

De acuerdo al cronograma establecido, el periodo total destinado para realizar el muestreo del trabajo seria de 2 semanas (10 días en total), y tomando en cuenta el numero posible de observaciones, alrededor de dos tomas diarias de cada operación, debido a que existían procesos que no permitían realizar mas, Para esto se tomo en cuenta que la jornada de trabajo es de 7:30 AM a 5:30 PM, teniendo 1 hora de almuerzo. De esta manera, se tiene una jornada laboral neta de 9 horas por día. Para este proceso, se dividió la jornada de trabajo neta en dos. Cada una de 4:30, una en la mañana y otra en la tarde. Las tomas se realizarían en un lapso de dos hora

aproximadamente, estas tomas comenzarían, la primera a las 9:00 AM y la segunda a las 2:00 PM, para así cubrir los dos periodos de trabajo que se realizan en la empresa.

Antes de iniciar el proceso formal de observación, fue necesario desarrollar una reunión con todo el departamento de producción, donde se explico el objetivo, la forma en que se iba a llevar a cabo, la necesidad de colaborar de su parte, y de antemano, se brindo toda la disposición necesaria para resolver sus dudas en cualquier momento.

En el momento en que se debía hacer una observación, se pasaba por cada una de las operaciones del proceso de producción, y se corroboraba el tipo de pastilla que se estaba produciendo en ese momento, luego se colocaba el nombre de la actividad que se estaba desarrollando, a continuación se procedió a llenar la tabla de toma de tiempos y cada uno de los ítems que esta presentaba.

En las (Tablas 6.2, 6.3, 6.4) se puede observar los tiempos de producción tomados para cada tipo de pastilla.

- **Pastillas Tipo A**

PROCESO	MÁQUINA	Tiempo Total de la Máquina	Tiempo de la Máquina por Juego	Tiempo del Proceso por Juego
Cizallado	Cizalladora	0:03:35	0:00:02	0:00:02
Troquelado	Prensa (BPR1)	0:00:50	0:00:10	0:00:07
	Prensa (BPR2)	0:01:20	0:00:16	
Doblado	Prensa (BPR4)	0:00:20	0:00:20	0:00:20
Esmerilado	Esmeril	0:00:07	0:00:28	0:00:28
Lavado	Lavadora	0:38:00	0:00:26	0:00:26
Granallado	Granalladora	0:27:26	0:00:24	0:00:24
Barnizado	Barnizado	0:15:00	0:00:08	0:00:08
Preformado	Prensa (DPR1)	0:00:32	0:01:04	0:00:32
	Prensa (DPR2)	0:00:33	0:01:06	
	Prensa (DPR3) (1)			
Prensado en Caliente	Prensa en Caliente (EPR4)	0:13:13	0:00:53	0:00:54
	Prensa en Caliente (EPR1)	0:14:17	0:02:43	
	Prensa en Caliente (EPR2)			
Pintado	Pintado	0:43:00	0:00:49	0:00:49
Horneado	Horno	5:00:00	0:00:15	0:00:15
Rectificado	Rectificadora	0:00:03	0:00:12	0:00:12
Codificado	Codificadora	0:00:05	0:00:05	0:00:05
Empaquetado	Empaquetadora	0:00:10	0:00:10	0:00:10
Mezclado	Mezcladora	2:30:00	0:00:09	0:00:09
Total de tiempo para un juego				0:05:00

*Fuente: Cálculos Propios*

(1) : Proceso No Requerido



**Tabla 6.2** Tiempos De Procesos Pastillas Tipo A



- **Pastillas Tipo B**

PROCESO	MÁQUINA	Tiempo Total de la Máquina	Tiempo de la Máquina por Juego	Tiempo del Proceso por Juego
Cizallado	Cizalladora	0:02:47	0:00:03	0:00:03
Troquelado	Prensa (BPR1)	0:00:46	0:00:11	0:00:07
	Prensa (BPR2)	0:01:04	0:00:15	
Doblado	Prensa (BPR4)	0:00:20	0:00:20	0:00:20
Esmerilado	Esmeril	0:00:07	0:00:28	0:00:28
Lavado	Lavadora	0:32:00	0:00:22	0:00:22
Granallado	Granalladora	0:27:26	0:00:24	0:00:24
Barnizado	Barnizado	0:22:22	0:00:26	0:00:26
Preformado	Prensa (DPR1)	0:00:32	0:01:04	0:00:42
	Prensa (DPR2)	0:00:29	0:00:58	
	Prensa (DPR3) (1)	0:01:06	0:02:12	
Prensado en Caliente	Prensa en Caliente (EPR4)	0:13:12	0:01:24	0:00:57
	Prensa en Caliente (EPR1)	0:11:30	0:01:50	
	Prensa en Caliente (EPR2)	0:11:00	0:02:27	
Pintado	Pintado	0:45:06	0:00:50	0:00:50
Horneado	Horno	5:00:00	0:00:37	0:00:37
Rectificado	Rectificadora	0:00:03	0:00:12	0:00:12
Codificado	Codificadora	0:00:05	0:00:05	0:00:05
Empaquetado	Empaquetadora	0:00:10	0:00:10	0:00:10
Mezclado	Mezcladora	2:30:00	0:00:23	0:00:23
	<b>Total de tiempo para un juego</b>			<b>0:06:05</b>

*Fuente: Cálculos Propios*

(1) : Proceso No Requerido



**Tabla 6.3** Tiempos De Procesos Pastillas Tipo B

- Pastilla Tipo C

PROCESO	MÁQUINA	Tiempo Total de la Máquina	Tiempo de la Máquina por Juego	Tiempo del Proceso por Juego
Cizallado	Cizalladora	0:02:58	0:00:03	0:00:03
Troquelado	Prensa (BPR1)	0:00:34	0:00:08	0:00:07
	Prensa (BPR2)	0:01:08	0:00:16	
Doblado	Prensa (BPR4)	0:00:20	0:00:20	0:00:20
Esmerilado	Esmeril	0:00:07	0:00:28	0:00:28
Lavado	Lavadora	0:42:00	0:00:29	0:00:29
Granallado	Granalladora	0:27:26	0:00:24	0:00:24
Barnizado	Barnizado	0:21:14	0:00:32	0:00:32
Preformado	Prensa (DPR1)	0:00:32	0:01:04	0:00:42
	Prensa (DPR2)	0:00:33	0:01:06	
	Prensa (DPR3) (1)	0:01:02	0:02:04	
Prensado en Caliente	Prensa en Caliente (EPR4)	0:13:35	0:01:32	0:00:59
	Prensa en Caliente (EPR1)	0:11:40	0:01:57	
	Prensa en Caliente (EPR2)	0:11:08	0:02:28	
Pintado	Pintado	0:42:45	0:00:43	0:00:43
Horneado	Horno	5:00:00	0:00:33	0:00:33
Rectificado	Rectificadora	0:00:03	0:00:12	0:00:12
Codificado	Codificadora	0:00:05	0:00:05	0:00:05
Empaquetado	Empaquetadora	0:00:10	0:00:10	0:00:10
Mezclado	Mezcladora	2:30:00	0:00:38	0:00:38
	Total de tiempo para un juego			0:06:25

Fuente: Cálculos Propios

(1): Proceso No Requerido



**Tabla 6.4** Tiempos De Procesos Pastillas Tipo C

En el Anexo E, se puede observar todos los datos de tiempos de producción tomados para cada uno de los procesos.

### 6.1.3 Resultados

Después de realizar el análisis de los resultados obtenidos en las tablas anteriores, que representan los tiempos de producción para cada uno de los tipos de pastillas.

Para obtener un tiempo de producción estándar para cualquier tipo de pastilla dentro del proceso productivo, se realizó el cálculo del tiempo promedio ponderado.

**Tabla 6.5** Tiempo Promedio Ponderado.

Tipo de Pastilla	Pastilla	Cantidad de Pastillas (Juegos)	Tiempo estimado Producción (min.)	Tiempo Ponderado por Proceso
A	582-SM	4250,00	00:05:00	21250,00
B	7070-ORG	6072,00	00:06:05	36917,76
C	788-ORG	2995,00	00:06:25	19197,95
		13317,00		5,80

**Tiempo Ponderado Total** 0:05:48

*Fuente: Cálculos Propios*

El tiempo promedio ponderado se calculó por medio de la multiplicación de la cantidad de pastillas producidas de febrero a junio del 2008 y el tiempo de producción de cada una de las pastillas. Posteriormente se dividió por el total de la producción, obteniendo así el tiempo promedio ponderado. Esto representa el tiempo requerido para la producción de un juego de pastillas dentro de la línea de producción de la empresa.

Tomando en consideración que la capacidad de producción de un producto viene dado por la operación más lenta dentro de toda la línea. La capacidad de producción actual de la empresa para cada uno de las pastillas de la clasificación es la siguiente:

- Pastillas Tipo A: Posee una Capacidad Instalada Aproximada de 67 juegos/hora
- Pastillas Tipo B: Posee una Capacidad Instalada Aproximada de 63 juegos/hora
- Pastillas Tipo C: Posee una Capacidad Instalada Aproximada de 61 juegos/hora

Realizando un promedio de los resultados anteriores la capacidad instalada de producción actualmente de la empresa es de 64 juegos/hora aproximadamente.

#### **6.1.4 Verificación De La Capacidad Utilizada**

A través de datos suministrados por la empresa de su producción de Febrero-Junio del 2008, se estimo la capacidad utilizada durante ese periodo y se comparo con la capacidad obtenida del estudio de los tiempos del proceso productivo.

Es importante acotar que los meses de mayo y junio se trabajaron 3 horas extras todos los días es por esto que la producción se ve incrementada notablemente con respecto a los demás meses. Es por ello que para el estudio de la capacidad

utilizada por la empresa se tomara en cuenta las horas de trabajo total realizado durante los 5 meses de producción.

Los posteriores análisis referidos a la capacidad de la planta se hicieron en base al valor anterior de producción. Considerando para los meses de febrero, marzo y junio la planta opero 22 días cada mes ,9 horas diarias, y los meses de mayo y junio la planta opero 22 días cada mes, 12 horas diarias, se obtiene un total de 1122 [horas]; con lo que se obtuvo una capacidad nominal de 57 [juegos/hora].

Para determinar el porcentaje de utilización de la planta con respecto a la capacidad obtenida anteriormente, se comparo con los resultados arrojados del estudio de tiempos de todos los procesos de la empresa. Llegando a los siguientes resultados:

**Tabla 6.6** Porcentaje de Utilización de la empresa DRIFF C.A

	Capacidad Instalada Promedio	Promedio de Producción real obtenida	Utilización [%]
[juegos/hora]	64,00	57,00	89,0%

*Fuente: Elaboración Propia*

De la tabla anterior, se puede apreciar que la empresa está trabajando con un porcentaje de utilización aproximado de 89,0 %.

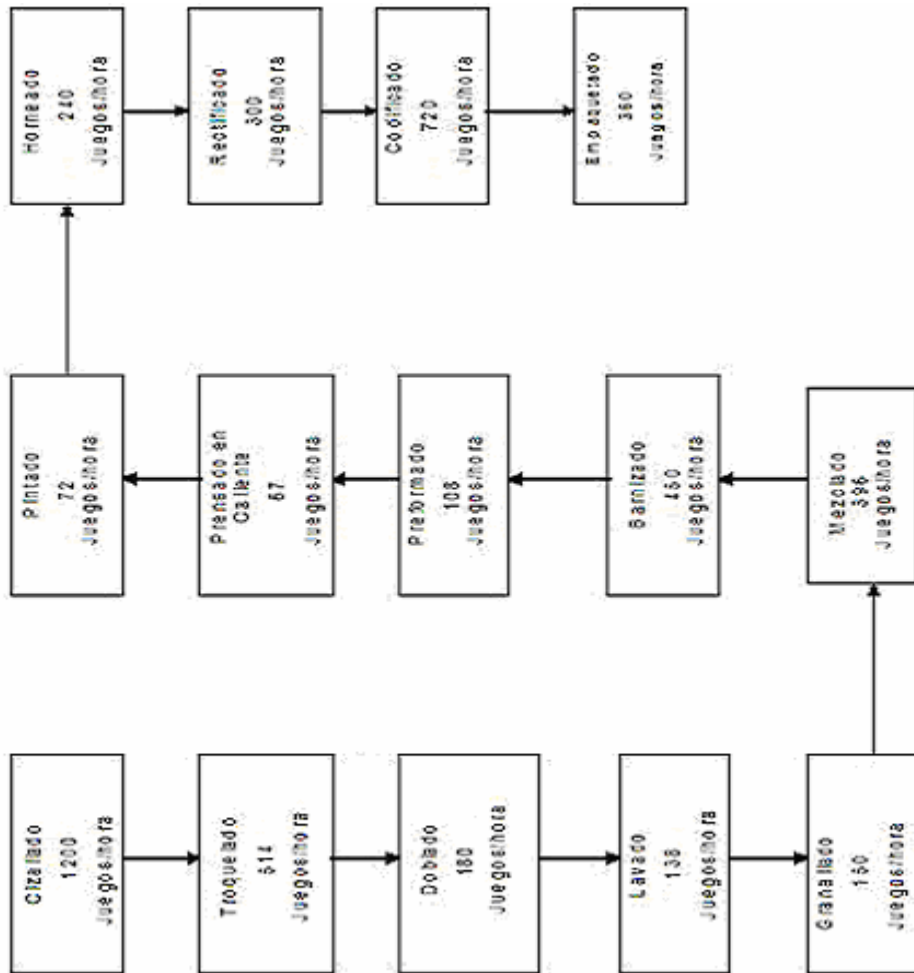
### 6.1.5 Balance De La Línea De Producción

Del estudio de tiempos se observa que las distintas operaciones del proceso productivo no están balanceadas, lo cual genera oportunidades para optimizar e incrementar la capacidad de producción, mediante el balanceo de la línea de producción.

En la (Figura 6.7, 6.8, 6,9) se puede observar la capacidad de producción actual para cada tipo de pastilla.

- Capacidad Actual De Producción De Cada Estación De Trabajo.

Pastillas Tipo A

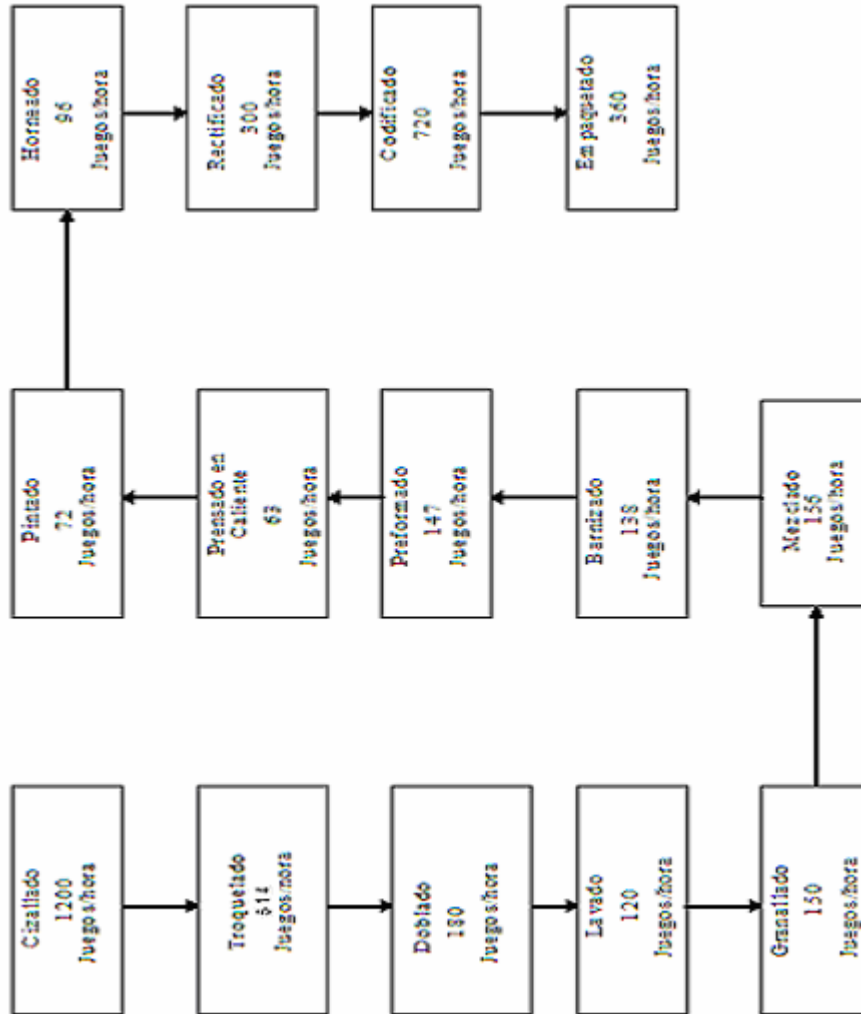


Fuente: Cálculos Propios

Figura 6.2 Balance De Producción Pastillas Tipo A

- Capacidad Actual De Producción De Cada Estación De Trabajo.

Pastillas Tipo B



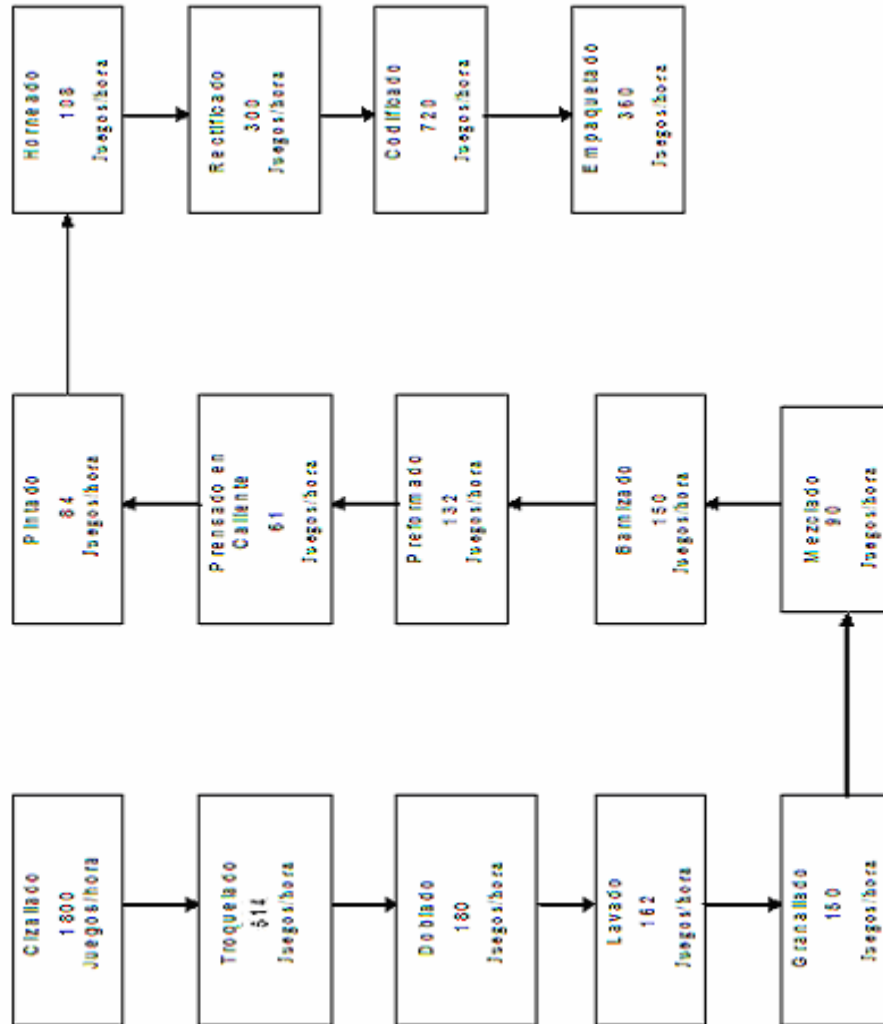
Fuente: Cálculos Propios

Figura 6.3 Balance De Producción Pastillas Tipo B



- Capacidad Actual De Producción De Cada Estación De Trabajo.

Pastillas Tipo C



Fuente: Cálculos Propios

Figura 6.4 Balance De Producción Pastillas Tipo C

A través del flujograma propuesto para la línea de producción de pastillas de frenos de disco y el balance de la línea de producción de la misma, se determinaron los requerimientos para la mejora e incremento de la capacidad instalada de la planta en cada uno de los procesos.

En la (tabla 6.7) se muestra los requerimientos para cada operación, tomando como ejemplo las pastillas tipo A:

Operación	Condición Actual	Recursos	Capacidad Actual (Juegos/Hora)	Actividades			Propuestas de Mejoras Para su Incremento	Propuestas de Mejoras para el flujo de materiales
				Entrada	Operación	Salida		
Cizallado	Estado de su maquinaria aceptable, buen flujo de materiales	Cizalladora manejada por un (1) operario,	1200	Laminas de Acero (1,20x2,40)m	Cizallado de laminas	Trozos de laminas para el proceso de Troquelado	Esta operación cumple con los requerimientos exigidos	Esta operación cumple con los requerimientos exigidos
Troquelado	Maquinaria en estado operativo deficiente	2 Prensas 2 operarios	600	Trozos de laminas proveniente del Cizallado	Troquelado de laminas	Laminas portapastillas	Incluir o sustituir prensas para mejorar el proceso (*)	Asignar un Trabajador para realizar el traslado de los desechos.
Doblado	Maquinaria en estado operativo deficiente	2 Prensas 2 operarios	90	Laminas Portapastillas	Doblado de Potapastillas	Laminas portapastillas con los requerimientos necesarios	Incluir o sustituir prensas para mejorar el proceso (*)	Esta operación cumple con los requerimientos exigidos

Operación	Condición Actual	Recursos	Capacidad Actual (Juegos/Hora)	Actividades			Propuestas de Mejoras Para su Incremento	Propuestas de Mejoras para el flujo de materiales
				Entrada	Operación	Salida		
Lavado	Maquinaria en estado aceptable	1 Lavadora 1 operador	138	Laminas portapastillas	Lavado de pastillas, para su desengrase	Portapastillas	Esta operación cumple con los requerimientos exigidos	Esta operación cumple con los requerimientos exigidos
Granallado	Maquinaria en estado operativo aceptable	1 Granalladora 1 Operario	150	Portapastillas	Granallar, retirar óxidos productos del secado	Laminas portapastillas	Esta operación cumple con los requerimientos exigidos	Esta operación cumple con los requerimientos exigidos
Barnizado	Maquinaria en estado operativo aceptable	1 pistola de Pintura. 1 Operario	150	Portapastilla	Agregar líquido adherente a la pastilla	Portapastillas	Esta operación cumple con los requerimientos exigidos	Creación de mesas de barnizado adecuadas al área de trabajo

Operación	Condición Actual	Recursos	Capacidad Actual (Juegos/Hora)	Actividades			Propuestas de Mejoras Para su Incremento	Propuestas de Mejoras para el flujo de materiales
				Entrada	Operación	Salida		
Mezclado	Maquinaria en estado operativo deficiente	1 Mezcladora	396	Materia Prima	Mezclar los materiales de fricción	Material de Fricción	Sustituir Maquinaria (*)	Realizar la manipulación del material dentro del área asignada
Preformado	Maquinaria en estado operativo aceptable	3 Prensas 3 operarios	108	Material De Fricción + Laminas portapastillas	Compresión en Frío	Pastillas Preformada	Incluir Maquinaria para incrementar la capacidad(*)	Esta operación cumple con los requerimientos exigidos
Prensado en Caliente	Maquinaria en estado operativo aceptable	3 Prensas 3 operarios	67	Pastilla Preformada	Compresión en Caliente	Pastillas de freno	Incluir Maquinaria para incrementar la capacidad(*)	Esta operación cumple con los requerimientos exigidos

Operación	Condición Actual	Recursos	Capacidad Actual (Juegos/Hora)	Actividades			Propuestas de Mejoras Para su Incremento	Propuestas de Mejoras para el flujo de materiales
				Entrada	Operación	Salida		
Pintado	Maquinaria en estado operativo aceptable	1 horno de Pintado 1 Operario	72	Pastillas de Freno	Pintado de la Pastilla	Pastillas de freno Semi-acabada	Cambiar el Sistema de Pintado(*)	Esta operación cumple con los requerimientos exigidos
Horneado	Maquinaria en estado operativo aceptable	1 horno 1 Operario	240	Pastillas de freno Semi-acabada	Secado de pastillas	Pastillas de freno Semi-acabada	No se requerirá al sustituir el sistema de pintado	Esta operación cumple con los requerimientos exigidos
Rectificado	Maquinaria en estado operativo aceptable	1 Rectificadora 1 Operario	300	Pastillas de freno Semi-acabada	Rectificado de pastillas	Producto Terminado	Esta operación cumple con los requerimientos exigidos	Desalojo de la maquinaria inutilizada

Operación	Condición Actual	Recursos	Capacidad Actual (Juegos/Hora)	Actividades			Propuestas de Mejoras Para su Incremento	Propuestas de Mejoras para el flujo de materiales
				Entrada	Operación	Salida		
Codificado	Maquinaria en estado operativo aceptable	1 Codificadora 1 Operario	720	Producto Terminado	Identificación de la pastilla	Pastilla codificada	Esta operación cumple con los requerimientos exigidos	Esta operación cumple con los requerimientos exigidos
Empaquetado	Maquinaria en estado operativo aceptable	1Empaquetadora 1 Operario	360	Producto Terminado	Empaquetado de la pastilla	<b>Producto Final</b>	Esta operación cumple con los requerimientos exigidos	Esta operación cumple con los requerimientos exigidos

Fuente: Elaboración Propios

**Tabla 6.7** Requerimientos de cada operación

(\*) Información Detallada a continuación.

Por medio tabla anterior Se observo que la línea de producción de pastillas de frenos de disco de la empresa DRIFF C.A, presenta grandes oportunidades de incrementar y optimizar su proceso atacando directamente las operaciones más lentas dentro de su proceso productivo, como son los procesos de Troquelado, doblado, Preformado, Prensado en Caliente. Por esto la empresa realizo la adquisición de la siguiente maquinaria con la intención de mejorar estos problemas e incrementar la producción dentro de la planta:

- **Prensa en Caliente (WANDA, Modelo JF645Z 3.000 KN, Prensa combinada de dos posiciones).**

**Tabla 6.8** Parámetros Técnicos WANDA JF646Z

<b>Parámetros Técnicos</b>	
Presión Nominal	3000 KN
Tipo	2 Posiciones, 4 polos
Numero de Posiciones	2 Posiciones
Medio de Trabajo	YB-N46 contra el desgaste Aceite Hidráulico
Tamaño del molde	720x610x80 mm
Máxima presión de Aceite	25 MPA
Potencia Calorífica	36x1 KW
Recorrido del cilindro maestro	400 mm
Potencia del Motor	2 x 7,5 KW
Recorrido del cilindro secundario	420 mm
Potencia total	51 KW
Fuerza Máxima de cierre del molde	160 KN



Dimensiones Externas	2570x2440x2680 mm
Peso Total	12000 Kg.

*Fuente: WANDA MACHINE*



**Figura 6.5 Vista Prensa en Caliente**

El Tiempo de Producción de esta maquina depende de los requerimientos de la operación, para el caso de la empresa DRIFF C.A, se estimo un tiempo para las pastillas tipo A aproximado de:

Proceso	Maquina	Tiempo del Proceso [min.]	Tiempo por Juego [min.]
Prensado en caliente	Prensa doble	0:10:00	0:01:00

*Fuente: Elaboración Propia*

Por medio de las especificaciones de la maquina, la producción dentro del proceso de prensado en caliente paso de 64 [juegos/hora] a 78 [juegos/hora]. Lo que significa un 23% de incremento en la Capacidad instalada en esta operación.

La Presa doble en caliente posee la característica de que a las dimensiones de su cilindro maestro permite agregar una plancha adicional en cada sección de la prensa lo que duplicaría su capacidad de producción. La gerencia de la planta desea realizar esta adaptación en un futuro inmediato, con esto incrementar su capacidad de producción a 85 [juegos/hora]. Lo que representaría un 32% de su capacidad Actual.

- Mezcladora (WANDA, Modelo JF860).



**Figura 6.6 Mezcladora**

Parámetros Técnicos	
Capacidad de trabajo	200-420 kg.
Motor	18.5 Kw. , 1470 p.m.
Velocidad máxima de mezclado	7,5 Kw. , 2930 rpm
Compresión de Aire	Presión 1-8 bar. , 2.5 m <sup>3</sup> /h
Tiempo Automático	< 99 min.

*Fuente: WANDA MACHINE*

**Tabla 6.9** Parámetros Técnicos WANDA JF860

Actualmente el proceso de mezclado no presenta problemas dentro de la línea de producción de la empresa, la adquisición de esta nueva mezcladora se hizo con la intención de optimizar el proceso y modernizar la operación.

El Tiempo de Producción de esta maquina depende de los requerimientos de la operación, para el caso de la empresa DRIFF C.A, se estimo un tiempo para las pastillas tipo A aproximado de:

Proceso	Maquina	Tiempo del Proceso [min.]	Tiempo por Juego [min.]
Mezclado	Mezcladora	1:30:00	0:00:03

*Fuente: Elaboración Propia*

Por medio de las especificaciones de la maquina, la producción dentro del proceso de mezclado paso de 396 [juegos/hora] a 1200 [juegos/hora]. Lo que significa un 300% de incremento en la capacidad instalada en esa operación.

Al realizar el estudio de ubicación de la nueva mezcladora, se observó que esta fue adquirida por la empresa sin tomar en cuenta sus dimensiones con respecto a la altura del área donde debía ser instalada, trayendo como consecuencia que la boca de entrada del material diera tope con el techo del galpón A. como se muestra en la siguiente figura:



**Figura 6.7** Vista 1 Mezcladora Nueva



**Figura 6.8** Vista 2 Mezcladora Nueva

Como se evidencia en las figuras anteriores la instalación de esta máquina en el área de mezclado era imposible en su condición inicial. Es por esto que se ideó la siguiente propuesta para la solución de este problema:

Reducir la tolva de la máquina al nivel más bajo del filtro de reciclaje. Esto se logrará a través de proceso de mecanizado, en la cual se buscara reducir aproximadamente 1m. de alto la tolva



**Figura 6.9** Mezcladora-Propuesta

Para poner en marcha esta propuesta, es necesaria la construcción de una mezzanina cerca de la mezcladora con el fin de brindar al operario mayor comodidad para realizar el montaje de la materia prima en la máquina, la movilización de la misma no será significativa ya que sólo se ajustara su posición con respecto a la ubicación de la mezzanina. El área asignada de la materia prima para esta propuesta será la misma que se encuentra en la actualidad debido a su cercanía, el nivel de seguridad será adecuado por estar en un área encerrada no perjudicara el ambiente de trabajo de los demás operadores.

Dentro de la línea de Producción se encuentran dos prensas inutilizadas, por lo que se decidió realizar su reactivación y automatización para destinarlas a la operación de Preformado. Esta maquinaria posee los siguientes parámetros técnicos:

- Prensas Tecnomatic



**Figura 6.10** Prensa Preformado

Parámetros técnicos	
Serial (según fabricante):	2084/189/61
Fabricante:	Tecno matic
Área:	0.64 m <sup>2</sup>
Posición:	Vertical
Altura:	3.00 m
Contenido del proceso	Material de fricción/ Porta pastillas
Presión de operación	: 210 Kg/cm
Voltaje de operación:	380 v trifásica/ 220 v tensión comandi
Corriente de operación:	20 A

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 6.10** Parámetros Técnicos Tecnomatic

La Reactivación de esta maquinaria será realizada por un especialista en mantenimiento industrial. A través de información suministrada por sus técnicos, los tiempos de producción de las mismas se presentan a continuación:

Proceso	Maquina	Tiempo del Proceso [min.]	Tiempo por Juego [min.]
Preformado	Prensa 1	0:00:15	0:00:30
	Prensa 2	0:00:15	0:00:30

*Fuente: Elaboración Propia*

Por medio de las especificaciones de la maquina, la producción dentro del proceso de preformado paso de 108 [juegos/hora] a 150 [juegos/hora]. Lo que significa un 38% de incremento en la capacidad instalada en esa operación.

Para los procesos de doblado y troquelado se requirió la adquisición de la siguiente maquinaria con la intención de mejorar el proceso productivo e incrementar la capacidad instalada dentro de estos procesos:

- Prensa Excéntrica Delpiano y Rionegro (40 Tm)



**Figura 6.11** Prensa Doblado

Parámetros Técnicos	
Fuerza	40 Tm
Fabricante:	Del Piano y Rionegro
Área:	1.21 m <sup>2</sup>
Posición:	Vertical
Altura:	2.70 m
Contenido del proceso:	Tiras de acero
Potencia de operación:	4 CV
Voltaje de operación:	220 v
Golpes	90 golpes por minuto.
Velocidad maxima	1160rpm.
Carrera	10/80 mm

*Fuente: Proveedor*

**Tabla 6.11** Parámetros Técnicos Delpiano y Rionegro

A través de sus parámetros se determino su capacidad de producción.

Proceso	Maquina	Tiempo del Proceso [min.]	Tiempo por Juego [min.]
Doblado	Prensa excéntrica	0:00:20	0:00:20

*Fuente: Elaboración Propia*

Por medio de las especificaciones de la maquina, la producción dentro del proceso de preformado paso de 180 [juegos/hora] a 360 [juegos/hora]. Lo que significa un 50% de incremento en la capacidad instalada en esa operación.

- Prensa RT Neumática (120 Tm).



**Figura 6.12** Prensa Troquelado

Parametros Tecnicos	
Presión Máxima	120 Ton
Recorrido	10 – 120 mm
Diámetro de profundidad	48 x 80 mm
Area	1.30 m <sup>2</sup>
Golpes por minuto.	48
Altura	2.70 m
Potencia de operación:	7.5 Hp
Voltaje de operación:	220 v
Peso Vacío:	4950 Kg

*Fuente: Proveedor*



**Tabla 6.12** Parámetros Técnicos RT Neumática

A través de sus parámetros se determino su capacidad de producción.

Proceso	Maquina	Tiempo del Proceso [min.]	Tiempo por Juego [min.]
Troquelado	Prensa Neumática	0:00:40	0:00:10

*Fuente: Elaboración Propia*

Por medio de las especificaciones de la maquina, la producción dentro del proceso de troquelado paso de 514 [juegos/hora] a 600 [juegos/hora]. Lo que significa un 16% de incremento en la capacidad instalada en esa operación.

Actualmente la línea de fabricación de matrices y moldes es un proceso lento realizado de forma convencional por medio de un personal capacitado (matricero), este proceso de fabricación realizado en un rango de tiempo de 1 a 2 semanas depende directamente de la eficiencia del operario. Ante esta situación se propuso la automatización de este proceso a través de la incorporación de nueva maquinaria, para si optimizar y modernizar la operación dentro de este proceso productivo.

Por medio de la empresa D & W maquinaria S.A, distribuidores autorizados de **HAAS Automation machine**. Se adquirio la siguiente maquinaria:

- Centro De Mecanizado CNC, HAAS Automation, TM 1P

Parámetros Técnicos	
Dimensiones Externas	762 x 305 x 406 mm
Potencia del Motor	7.5 hp, 6000 rpm
Modos de Operación	Manual, manual/ CNC y CNC completo.
Transmisión	Por correa
Modo de manejo	15 "monitor LCD color
Acceso de información	puerto USB, 1 MB

*Fuente: HAAS Automation*

**Tabla 6.13** Parámetros Técnicos HAAS Automation, TM 1P



**Figura 6.13** Centro De Mecanizado CNC

Haas Fresadora CNC es sistema de corte de piezas automatizado. Donde toda la información necesaria para la fabricación de un elemento es introducida por medio de un computador controlado con un software, adaptable a los programas de CAD y CAM como AutoCad, solidworks etc.

- Cortadora Por Hilo (Jiangsu Sanxing Machinery Manufacture, CNC Wire Cutting Machine DK7740AZ-3).



**Figura 6.14** Cortadora Por Hilo

Parametros Tecnicos	
Mesa de trabajo	720x460 mm
Recorrido de la tabla	500x400 mm
Espesor maximo de la pieza	400 (330) mmm
Peso Total	1700 Kg.
Velocidad de corte	11.5 m/s
Dimensiones totales	1680x1390x1540
Diámetro de corte	0.13-0.18 mm
Velocidad maxima de corte	>100
Potencia total	1.2 Kw

*Fuente: Jiangsu Sanxing Machinery Manufacture*

**Tabla 6.14** Parámetros Técnicos Jiangsu Sanxing Machinery Manufacture

- Torno CNC, HAAS Automation, Serie TL-25, DOBLE HUSILLO.



**Figura 6.14** Torno CNC

<b>Parámetros técnicos</b>	
Máximo diámetro de corte	406 mm
Máxima longitud de corte	864 mm
Máximo diámetro de corte	813 mm
Maximo Torque	1898 @ 150 rpm
Potencia requerida	28 Kva, 200-25 VAC@100 3 fases, 60Hz
Aire Requerido	113 L-min
Capacidad de refrigerante	189 L , 6,9 bar
Peso de la máquina	7258 Kg.
Velocidad maxima	4000 rpm

*Fuente: HAAS Automation*

**Tabla 6.15** Parámetros Técnicos HAAS Automation, Serie TL-25

Al incluir estas máquinas al proceso productivo la reducción de los tiempos de producción será significativa, así como el aumento de la calidad de los moldes y matrices utilizados para la producción de pastillas de frenos de disco.

Partiendo de la consideración que el tiempo de producción dentro de una proceso productivo viene dado por su operación más lenta, el incremento total de la capacidad de producción de la planta será de 78 [juegos/hora], lo que representa un 23%.















La empresa emite contaminantes al ambiente, uno de ellos es el humo liberado por la chimenea del horno durante la eliminación del revestimiento de la banda, el cual se encuentra principalmente constituido por asbesto.

- **Departamento de Codificado, Departamento de Empaquetado, Almacenamiento de producto terminado, Almacenamiento de materia prima (Galpones C y D)**

A continuación una tabla donde se presenta el cumplimiento de los principales aspectos evaluados para este diagnostico:

**Tabla 7.3** Evaluación Galpón C y D

Aspectos Evaluados	Norma Revisada	Cumplimiento	
		Si	No
Iluminación	Titulo II , Capitulo VI	X	
Ventilación	Titulo II , Capitulo V	X	
Temperatura Y Humedad	Titulo II , Capitulo VIII	X	
Ruido Y Vibración	Titulo II , Capitulo VII	X	
Riesgos Químicos Y Biológicos	Titulo VI , Capitulo III	X	















- Implementar un programa de orden y limpieza a fin de mitigar los agentes de peligro presentes en el entorno de trabajo.
- Se debe implantar un programa de gestión ambiental para la eliminación y disposición final de desechos peligrosos ya que actualmente se manejan en condiciones inapropiadas, (sólidos o líquidos tales como resinas, esmalte, aceite hidráulico, asbesto, sacos vacíos de asbesto). Los sólidos y líquidos generados en los sistemas de depuración de vertidos y emisiones, podrán ser recuperados si se presentan las pruebas de la factibilidad de uso o aprovechamiento, bajo condiciones que no representen peligro a la salud ni al ambiente, por lo cual se deberá contratar los servicios de una empresa especializada para realizar el estudio, adicionalmente deberán ser contratados los servicios de una empresa recolectora de materiales peligrosos.
- Se recomienda contratar los servicios de un especialista en ventilación a fin de detectar las oportunidades de mejora de los sistemas de extracción y las chimeneas, puesto que se evidenció cualitativamente la presencia de olores que hacen pensar en la posible existencia de agentes contaminantes en la atmósfera interna de la planta. Una vez optimizados estos dispositivos, se deberá validar su eficiencia a través de la realización de UN estudio de caracterización atmosférica para determinar cuantitativamente las posibles concentraciones existentes de dichos agentes potencialmente dañinos o peligrosos.

- Se requiere desarrollar un proyecto de ingeniería para implantar un sistema de ventilación por extracción localizada en todas las operaciones donde se manipule asbesto y otros agentes considerados como materiales peligrosos.
- Acondicionar y repotenciar urgentemente los sistemas de ventilación de los equipos de mezclado, y la maquina cortadora.
- El asbesto, principal materia prima para la elaboración de las pastillas de frenos, constituye un riesgo alto para la salud de los trabajadores, se ha determinado que la exposición al asbesto esta vinculada a efectos irritantes, tóxicos y enfermedades fatales, tales como cáncer pulmonar, mesotelioma y asbestosis, entre otras, es por ello que la zona donde se manipula asbesto debe ser confinada y con un acceso restringido.

**CAPITULO VIII**

**REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

Se plantea una redistribución de planta, buscando minimizar el costo del manejo de los materiales, mediante la reducción de recorridos entre las áreas de trabajo, con la finalidad de mejorar el proceso productivo, disminuir los cuellos de botellas, facilitando y simplificando el proceso de fabricación, mediante un flujo continuo de los materiales y una secuencia lógica de las actividades. Para el caso de la empresa DRIFF C.A también se desea incorporar nueva maquinaria en su aparato productivo.

**8.1 Desarrollo de La Metodología (SLP)**

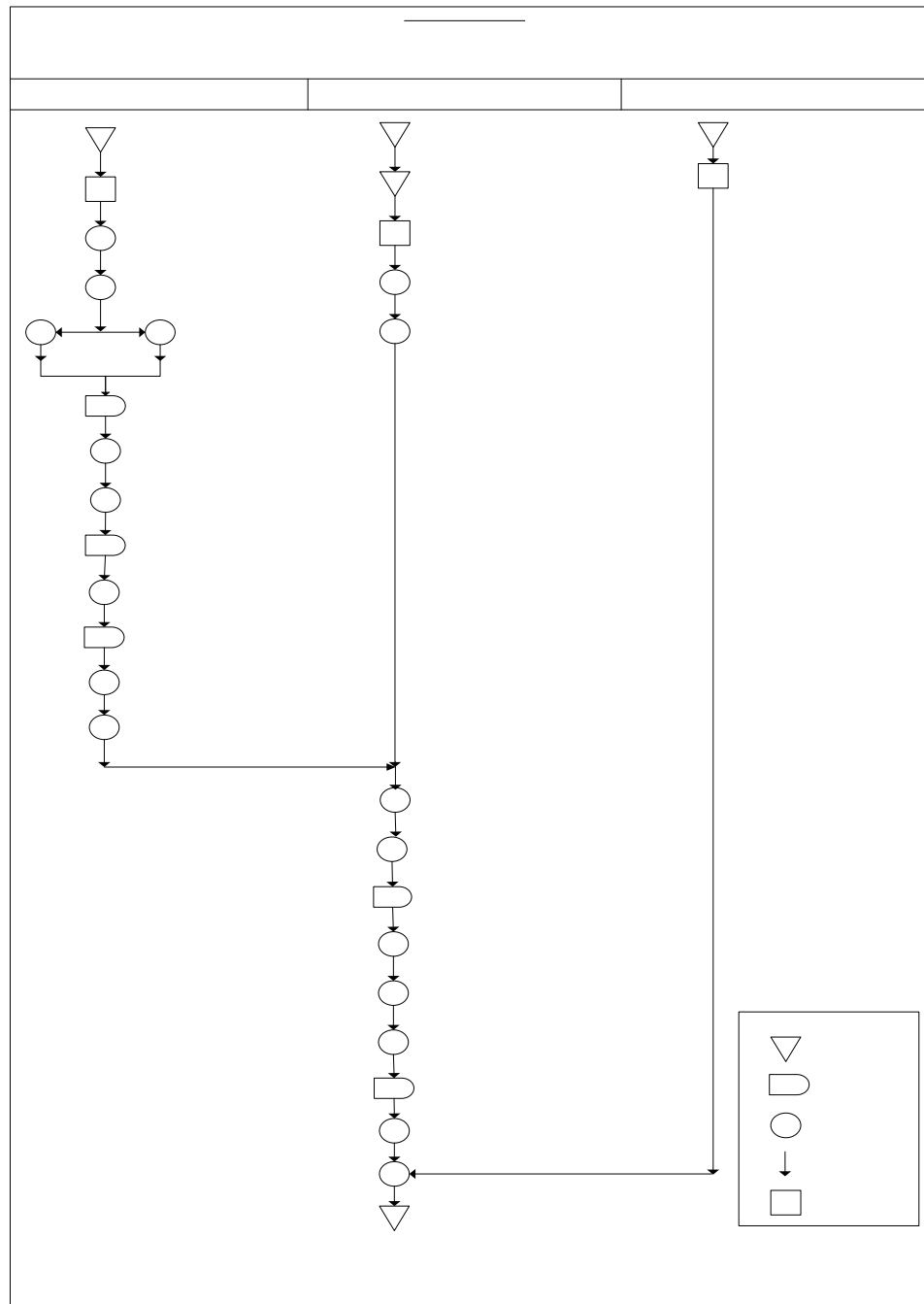
**8.1.1 Análisis De Factores Que Afectan La Distribución De Planta**

El análisis requerido para la nueva distribución de planta esta conformado por el análisis del flujo de materiales, análisis de relación entre procesos, la determinación de los requisitos y limitaciones de espacio, Mínimo esfuerzo y seguridad en los trabajadores y Flexibilidad en la ordenación para facilitar reajustes o ampliaciones.

**8.1.1.1 Análisis del Flujo de Materiales**

En Empresas Driff C.A. se produce una gran variedad de pastillas de frenos, las cuales se muestran al mercado en diferentes presentaciones. Pero a su vez toda esta gama de productos se realizan a través del mismo proceso productivo. Para la determinación del Flujo de Materiales más idóneo para ser aplicado se entrevistaron a las personas directamente involucradas con la elaboración del producto, se determino y se evaluó el recorrido del material que actualmente existe en la línea de producción.

En el siguiente diagrama se muestra el flujo de materiales en el proceso de producción.



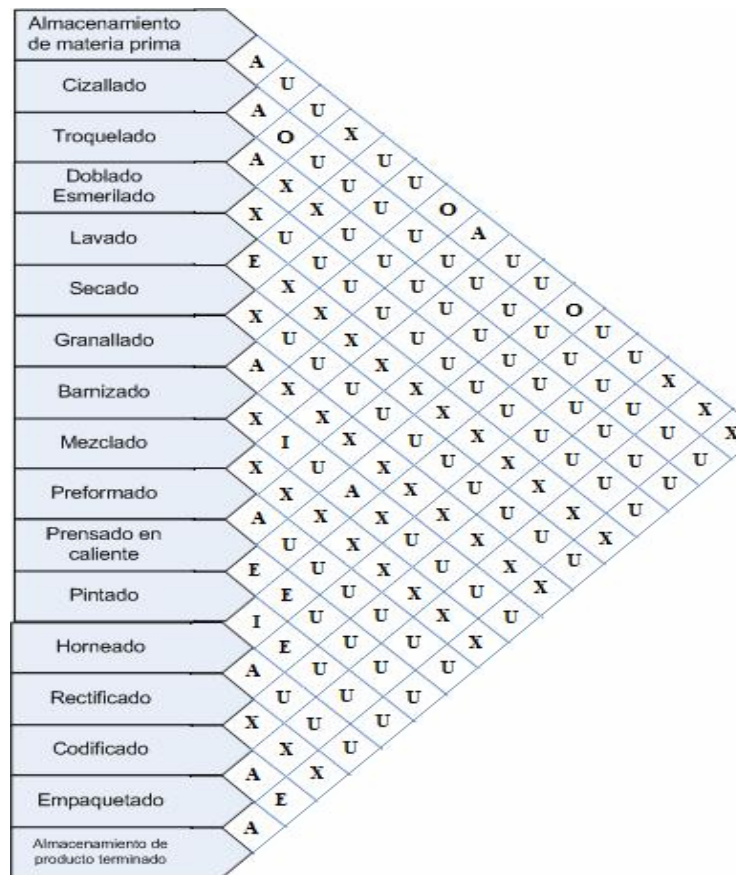
Fuente: Elaboración Propia

Figura 8.1 Flujograma Del Proceso Productivo DRIFF C.A

8.1.1.2 Análisis De Relaciones De Actividades

El análisis de relaciones entre actividades consiste en jerarquizar según su importancia en el proceso productivo las cercanías entre las diferentes áreas donde se llevan a cabo las actividades de trabajo. Para llevar a cabo este análisis se elaboro un Diagrama de Relación de Actividades, a través del cual se le asigna valores a la relación de cercanías entre áreas, permitiendo definir entre cual de ellas es importante o no la adyacencia o proximidad. De esta manera si el diagrama muestra que entre dos áreas hay una fuerte proximidad, están deben ser ubicadas adyacentes en la distribución de planta. En caso contrario que la proximidad entre áreas desea indeseable, debe procurarse ubicarlas de manera separadas. A continuación se presenta el diagrama mencionado:

Figura 8.2 Diagrama de Relación de Actividades



Fuente: Elaboración Propia

Del diagrama de relaciones de actividades se pueden clasificar las siguientes áreas dependiendo de la proximidad que debe existir entre ellas, tal como se presenta a continuación:

- **Cercanía Tipo A**

**Tabla 8.1** Cercanías Tipo A

Almacenamiento de materia prima	Cizallado
	Mezclado
Cizallado	Troquelado
Troquelado	Doblado o Esmerilado
Barnizado	Pintado
Granallado	Barnizado
Preformado	Prensado en caliente
Horneado	Rectificado
Codificado	Empaquetado
Empaquetado	Producto terminado

*Fuente: Elaboración Propia*

- **Cercanía Tipo E**

**Tabla 8.2** Cercanías Tipo E

Lavado	Secado
Prensado en caliente	Pintado
	Horneado
Pintado	Rectificado
Codificado	Almacén de producto terminado

*Fuente: Elaboración Propia*

- **Cercanía Tipo I**

**Tabla 8.3** Cercanías Tipo I

Barnizado	Prenformado
Pintado	Horneado

*Fuente: Elaboración Propia*

- **Cercanía Tipo O**

**Tabla 8.4** Cercanías Tipo O

Almacenamiento de materia prima	Barnizado
	Pintado
Cizallado	Doblado o Esmerilado

*Fuente: Elaboración Propia*



- Cercanía Tipo X

**Tabla 8.5** Cercanías Tipo X

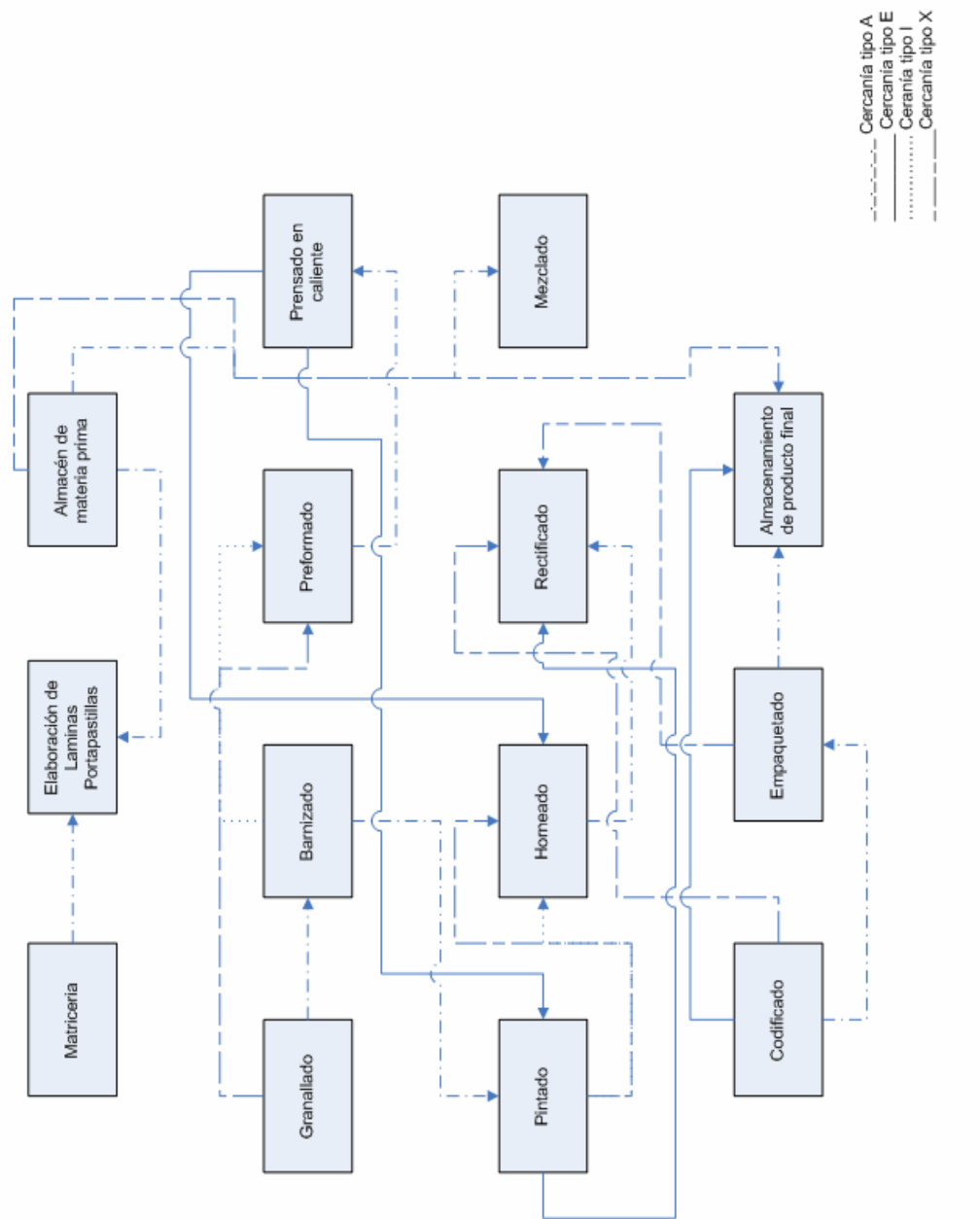
Almacenamiento de Materia Prima
Mezclado
Lavado
Granallado

*Fuente: Elaboración Propia*

Es importante resaltar que no se especificaron las cercanías tipo U, lo cual se debe a que estas no representan consideraciones importantes en los pasos de análisis siguientes tales como diagramas de relaciones.

### 8.1.1.3 Elaboración Del Diagrama De Relaciones

Los resultados obtenidos del análisis de flujo de materiales y de la relación entre actividades, permitieron la elaboración del Diagrama de Relaciones, el cual fue descrito en la metodología, representa esquemáticamente la proximidad entre las áreas de la planta, reflejando de tal forma la importancia de la cercanía entre cada una de ellas. A continuación se presenta el diagrama mencionado:



Fuente: Elaboración Propia

Figura 8.3 Diagrama de Relaciones

#### 8.1.1.4 Determinación De Los Requerimientos De Espacio

Para llevar a cabo la estimación del espacio o área total de la cual se debe disponer la nueva distribución de planta, es necesario determinar primero los requerimientos de espacio de:

- Dimensiones de las máquinas
- Espacio para el operador
- Pasillos, manejo de material y vías de escape

Las tablas donde se realizó la estimación de los requerimientos de espacio para cada una de las áreas de la planta, pueden ser consultadas en el Anexo G, para el mejor entendimiento de esta sección.

A continuación se presentan los resultados de la estimación mencionada.

**Tabla 8.6** Espacio Requerido Por Cada Área De La Planta.

ÁREA	ESPACIO REQUERIDO [m <sup>2</sup> ]
Área de Matriceria	63.47
Área de Elaboración de Portapastillas	87.03
Área de Granallado y Barnizado	33.04
Área de Preformado	38.72
Área de Presando en Caliente	49.78
Área de Pintado	11
Área de Horneado	18
Área de Rectificado	37.55

Área de Mezclado	22.3
Área de Codificado	7.13
Área de Empaquetado	7.5
Área de Bandas	24.46
Área de Almacenamiento	92.86
Centro de Desarrollo tecnológico y de Producción	23.4
Área de Almacenamiento de Materia Prima	124.5
<b>ESPACIO TOTAL REQUERIDO</b>	<b>640.74</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

En Anexo F, se puede observar las áreas requeridas para cada maquina.

### 8.1.1.5 Verificación Del Espacio Disponible

Una vez que se determino el espacio total requerido para la distribución de planta es necesario verificar el espacio con el cual se cuenta en la empresa y que a su vez sea suficiente para satisfacer los requerimientos de la propuesta de la nueva distribución de planta.

El espacio del cual se dispone la planta es de 1450 m<sup>2</sup>, mientras que el espacio requerido 640.74 m<sup>2</sup>. El espacio que dispone la planta esta conformado por cinco galpones. Los cuales se distribuyen de la siguiente manera:

**Tabla 8.7** Espacio Disponible Por Cada Galpón En La Planta.

<b>GALPON</b>	<b>ÁREA DISPONIBLE [m<sup>2</sup>]</b>
A	214
B	705
C	170
D	280
BANDAS	81
<b>TOTAL</b>	<b>1450</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

Esto indica que el espacio disponible es suficiente para la nueva distribución. Cada galpón de la planta se encuentra en diferentes niveles es por ello que las áreas de trabajo fueron divididas, dependiendo de la cercanía de los procesos para así garantizar menor recorrido de material en la línea de producción.

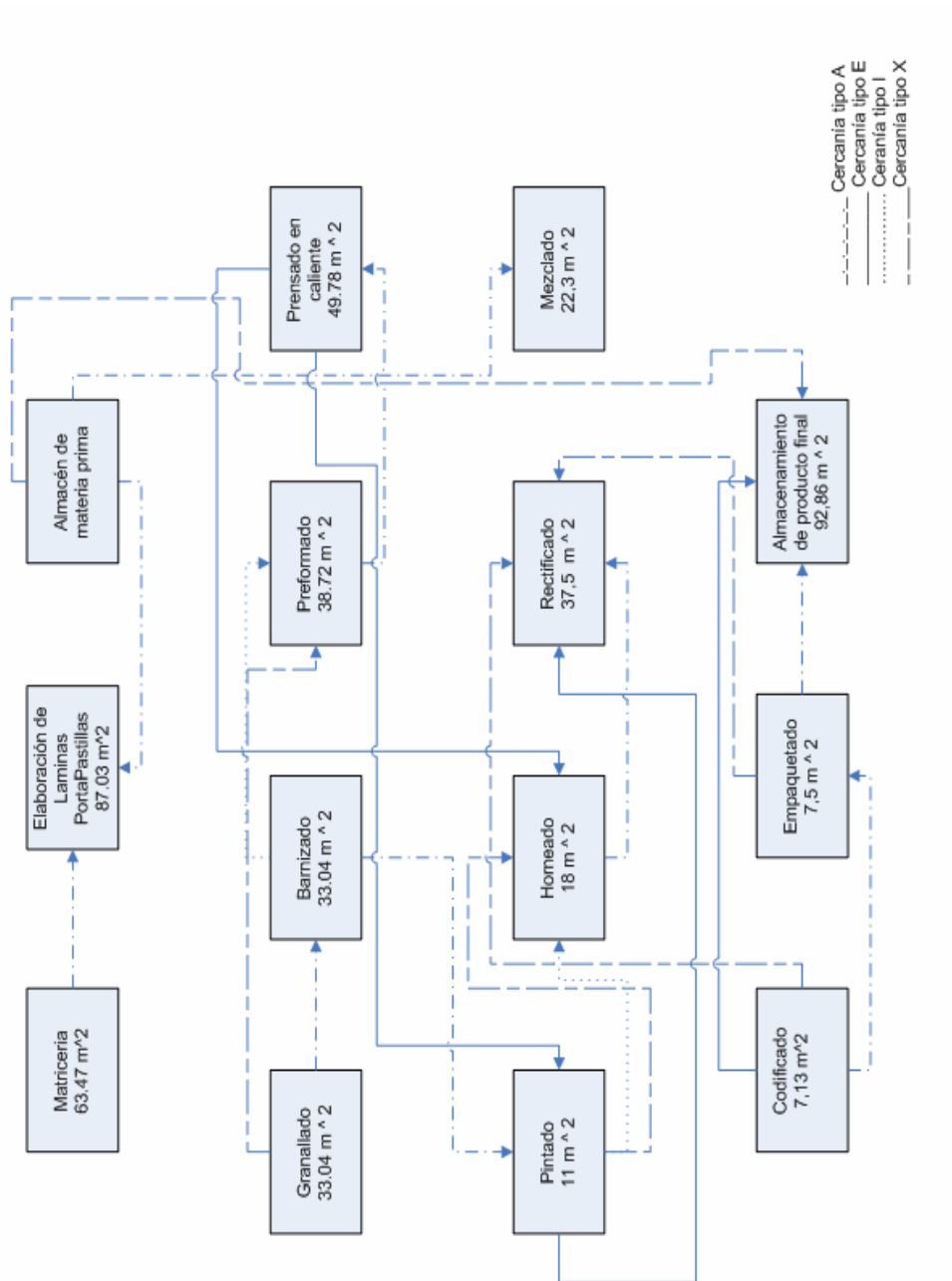
En el Anexo G, se puede observar los planos de las áreas disponibles de la planta.

### 8.1.2 Búsqueda De Alternativas De Distribución De Áreas

En esta etapa se hizo uso de la información obtenida en la fase de análisis para generar varias propuestas de Distribución de Áreas, tomando en consideración las limitaciones prácticas para la nueva distribución y las modificaciones necesarias, las cuales son especificadas posteriormente.

### **8.1.2.1 Diagrama de relación de espacio**

Este diagrama es similar al Diagrama de Relaciones entre áreas, con la diferencia que se presenta el área requerida de cada uno de ellos. La elaboración de este diagrama permitió generar y visualizar diferentes alternativas de arreglos entre cada uno de los departamentos dentro del área disponible. A continuación se presenta dicho diagrama:



Fuente: Elaboración Propia

Figura 8.4 Diagrama de Relación de Espacio

### **8.1.2.2 Consideraciones y Limitaciones Prácticas**

Los aspectos más importantes a considerar son los siguientes:

- El área de matriceria debe tener cercanía con el área de elaboración de laminas portapastillas debido a que constantemente en la prensas están cambiando de matriz dependiendo del tipo de pastillas a fabricar. Dichas matrices son de un peso considerable y son transportadas a través de un gato hidráulico y colocadas en la prensa. Adicionalmente el deterioro o daño de una matriz debe ser llevadas al área de matriceria para su pronta reparación.
- El área de mezclado debe estar alejado de la línea de producción debido a que en dicha área se encuentran gran cantidad de partículas dispersas de material de fricción, este material de fricción es considerado material peligroso para el medio ambiente y para la salud de los trabajadores. Esta se ubico en un área cerrada y cerca del área de preformado, para así evitar gran circulación de este material por la planta.
- El área de pintado, el horno de secado y la prensa (MAPELLI) se encuentran fijas a la fundación de la planta. Es por ello que su movilización fue imposible.
- El horno de secado y el área de pintado deben estar alejadas, debido a que la pintura es un material inflamable.
- El área de preformado debe estar cerca del área de prensado en caliente a fin de evitar gran circulación de material de fricción en la planta.
- El área de granallado debe ser realizarse en un lugar cerrado de la planta debido a que dicha operación cuando se encuentra en operación expulsa granalla a través de ella, lo que dificultad la movilidad de los trabajadores.
- El área de almacenamiento de materia prima debe ser aislado del almacén de producto terminado, debido a que dicha materia prima esta conformada principalmente por polvos que se distribuyen por toda el área.
- El área de codificado y empaçado deben estar cercas del almacén de producto terminado para disminuir distancia en el recorrido del material.



### **8.1.2.3 Desarrollo De Alternativas De Distribución De Áreas**

Se desarrollaron propuestas dependiendo de los galpones. Para el galpón A, C y D, se desarrollo una única propuesta, debido al reducido espacio que tenemos dentro de dicha área lo que impide la movilización de la maquinaria. Para el galpón B se desarrollaron tres propuestas teniendo en cuenta la información obtenida del análisis, entre las cuales se seleccionara la que mejor se adapta a las exigencias de la empresa como se muestra en la siguiente sección.

#### **8.1.2.3.1 Análisis De Propuesta Para Distribución De Planta Del Galpón A**

En este galpón se encuentran áreas que no pertenecen directamente a la línea de producción de la planta, es por esto que se busco crear áreas de trabajo dependiendo de la operación que efectué cada máquina. Por lo tanto se realizo la siguiente propuesta:

- **Propuesta:**

Se demarcaron las áreas de trabajo para mejorar el flujo continuo del material. Se crearon tres áreas:

- Área de Matriceria
- Área de Elaboración de Laminas Portapastillas

Para el área de matriceria cuenta con máquinas como: un torno, una fresa, un cepillo, una sierra, una rectificadora, un taladro y una máquina de soldar. Cada una de estas posee su propia área de trabajo según lo establecido por las normas de higiene y seguridad industrial. Esta área será utilizada únicamente para el arreglo o creación de matrices.

Se logro establecer un área donde se encontraran todas las matrices que son empleadas por las prensas, esto con el fin de optimizar el traslado y cambio de matriz en la operación de troquelado. Estas matrices se encuentran de manera ordenada en estantes según el modelo de pastilla a fabricar.

El área de fabricación de los porta pastillas se encontraban tres Prensas pero cada una realizaba distintas operaciones. Una de ellas troquela el modelo de la pastilla, la otra aplana el portapastilla y la última realiza dobleces a las mismas.

Actualmente la empresa adquirió dos prensas que serán destinadas a la operación de troquelado. Adicionalmente se encuentra dos esmeriles, dos taladros, una cizalladora y una lavadora. Estas fueron dispuestas en un área demarcada, la cual le permitirá operar sin interrupciones con otras máquinas. Se busco que el flujo de material fuera en forma de U. Por ser esta el área más importante de este galpón y en pos de un incremento en la producción, se realizaron las siguientes consideraciones:

- Se dispondrá de aproximadamente como mínimo de cinco (5) operarios para trabajar en dicha área. Tres para operar en las prensas, uno para la cizalladora este mismo será el responsable de recoger y trasladar los desechos de la operación de troquelado a su almacenamiento. Y el último se encargara de lavar y esmerilar los porta pastillas.
- Los desperdicios obtenidos de la operación de troquelado deberá ser depositado de manera temporal cerca de la salida.
- Los porta pastillas obtenidos de la operación de troquelado tendrán un área de espera en caso de algún retraso en cualquier operación.

- Todos los traslados de un proceso a otro deberán ser realizados con un gato hidráulico. A fin de evitar el mayor esfuerzos a los operarios.

En el Anexo H, se puede observar la distribución propuesta para este galpón.

### **8.1.2.3.2 Análisis De Propuestas Para Distribución De Planta Del Galpón B**

#### **Propuestas:**

Se busco crear áreas de trabajo dependiendo de la operación que efectuó cada máquina, con el fin de organizar la línea de producción y hacer que el flujo de materiales sea continuo de una operación a otra.

La disposición geográfica de los galpones hace que su estructura sea débil lo trae como consecuencia que algunas maquinas no puedan ser movilizadas por su gran peso, también algunas de estas maquinas como la prensa en caliente mapelli y el horno de pintado se encuentran fijos a la estructura del galpón lo que su movilización se dificulta. Por estas razones los movimientos mas evidentes y efectivos para la optimización de la línea de producción de la empresa DRIFF C.A, abarcan el área de preformado y prensado en caliente. Por esto se plantearon las siguientes propuestas:

#### **Propuesta 1:**

- Prensado en Caliente: Es un área que se encuentra en la parte central izquierda de la empresa. Cuenta con cuatro prensas. Una de ellas se encuentra en la parte central del galpón y adicionalmente se encuentra fija a la estructura lo que dificultad su movilidad a otro espacio de la empresa. Las otras tres prensas fueron ubicadas debajo de una mezzanina que se encuentra en dicho galpón. De esta manera se le dio continuidad al proceso de producción.

- Preformado: Esta área se encuentra en la parte final del galpón cerca del área de mezclado. Cuenta con cinco prensas que se encargaran de surtir de material a las cuatro prensas en caliente.

En el Anexo I, se puede observar con mayor claridad la propuesta 1 para la distribución de este galpón.

**Propuesta 2:**

- Prensado en Caliente: Es un área que se encuentra en la parte central izquierda del galpón. Cuenta con cuatro prensas. Una de ellas se encuentran en la parte central del galpón y adicionalmente se encuentra fija a la estructura, lo que dificulta su movilidad a otro espacio del galpón. Las otras tres prensas. Fueron localizadas en la parte frontal de la mezzanina. De esta manera se logra que las cuatro prensas en caliente tengan continuidad en la elaboración del producto.
- Preformado: Esta área se encuentra en la parte central izquierda del galpón las cinco prensas se encuentran debajo de la mezzanina detrás del prensado en caliente. Con eso se creo un área donde solo se efectuara el prensado en frío.

En el Anexo I, se puede observar con mayor claridad la propuesta 2 para la distribución de este galpón.

### **Propuesta 3**

- Prensado en caliente: Es un área que se encuentra en la parte central izquierda del galpón. Cuenta con cuatro prensas. Una de ellas se encuentran en la parte central del galpón y adicionalmente se encuentra fija a la estructura lo que dificulta su movilidad a otro espacio del galpón. Las otras tres prensas. Fueron localizadas en la parte frontal de la mezzanina. De esta manera se logra que las cuatro prensas en caliente tengan continuidad en la elaboración del producto.
  
- Preformado: Esta área se encuentra en la parte central izquierda del galpón. Cuenta con cinco prensas. Tres de ellas se encuentran debajo de la mezzanina detrás del prensado en caliente, estas tres prensas suministrarán de material a las tres prensas en caliente que se encuentran en su parte frontal. Las otras dos se encuentran cerca del área de mezclado, detrás de la prensa en caliente que se encuentra fija a la estructura. Y estas dos prensas suministraran de material a la prensa en caliente que se encuentra en su parte frontal.

En el Anexo I, se puede observar con mayor claridad la propuesta 3 para la distribución de este galpón.

#### **8.1.2.3.3 Análisis De Propuesta Para Distribución De Planta Del Galpón C**

Este galpón fue construido por la empresa tras la necesidad de poseer un área de almacenamiento de su producto final, es por esto que actualmente no requiere grandes modificaciones. Recientemente se habilito un área para la realización del codificado y empaquetado del producto final, actualmente los aspectos principales que se tomaron en cuenta para la distribución adecuada en este galpón fueron las siguientes:

- La demarcación de las áreas de trabajo de las operaciones de codificado y empaquetado.

- La demarcación del área de Almacenamiento.
- La clasificación por tipo de producto dentro del área de almacenamiento, para así facilitar la búsqueda de los mismos a la hora de realizar la distribución.
- Retirar del galpón aquellos desechos o maquinaria inutilizada, esto con la intención de obtener mas espacio para el almacenamiento del producto final.

En el Anexo A, se puede observar con mayor claridad la distribución del galpón C.

#### **8.1.2.3.4 Análisis De Propuesta Para Distribución De Planta Del Galpón D**

Al realizar el análisis de las áreas de este galpón se tomo en cuenta la creación inmediata del Centro De Desarrollo E Investigación (CDI), que constara de la siguiente maquinaria:

- Centro De Mecanizado CNC, HAAS Automation, TP 01
- Cortadora Por Hilo (Jiangsu Sanxing Machinery Manufacture, CNC Wire Cutting Machine DK7740AZ-3)
- Torno CNC , HAAS Automation, Serie TL-25 , DOBLE HUSILLO

Esta maquinaria actualmente se encuentra en planes de compra por parte de la empresa, obteniendo así las especificaciones técnicas de cada una, es por esto que se estudiara su ubicación en el galpón antes mencionado. El área habilitada por la empresa para crear este centro de investigación es de aproximadamente 56 m<sup>2</sup>. Por lo tanto la ubicación de las maquinas estará limitada por el espacio. Después de realizar el estudio se llegaron a la siguiente propuesta:

**Propuesta:**

Se utilizara una distribución lineal con la intención de obtener un buen flujo de materiales en esta área, también ayudando al buen desenvolvimiento de los operarios de cada una de las áreas de trabajo. El Torno CNC estará ubicado a la entrada del galpón debido a su gran tamaño necesita una área de trabajo mayor al de las otras maquinas, seguidamente estará el Centro De Mecanizado CNC, y luego la Cortadora Por Hilo. Dentro de esta distribución se tomo en cuenta todas las zona o áreas de seguridad de cada maquina así como los pasillos de circulación de materiales y de personal.

En el Anexo J, se puede observar la nueva distribución propuesta para este galpón.

**8.1.3 Evaluación De Las Alternativas De Distribución De Áreas**

La última etapa de esta metodología empleada es evaluar las diferentes propuestas de Distribución de Áreas del galpón B. Como ya se describió anteriormente las alternativas se evaluaran en base a los siguientes parámetros:

- Adyacencia de áreas de trabajo
- Forma del area
- Distancia recorrida en el manejo de material
- Higiene y Seguridad Industrial

**8.1.3.1 Evaluación por adyacencia de áreas**

En esta parte se califica el cumplimiento de las relaciones establecidas en el diagrama de relaciones, Los tipos de relaciones, el número de relaciones cumplidas y la calificación total de la alternativa. Mostradas a continuación:

**Tabla 8.8** Evaluación Por Adyacencia Entre Áreas. Propuesta 1 galpón B

Propuesta	Tipo de relación	Cantidad	Puntos	% Cumplimiento
1	A	6	120	79.3
	E	5	75	
	I	2	20	
	O	3	15	
	Ponderación total		230	

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 8.9** .Evaluación Por Adyacencia Entre Áreas. Propuesta 2 galpón B

Propuesta	Tipo de relación	Cantidad	Puntos	% Cumplimiento
2	A	9	180	96.5
	E	5	75	
	I	1	10	
	O	3	15	
	Ponderación total		280	

*Fuente: Elaboración Propia*



**Tabla 8.10** Evaluación Por Adyacencia Entre Áreas. Propuesta 3 galpón B

Propuesta	Tipo de relación	Cantidad	Puntos	% Cumplimiento
3	A	9	180	96.5
	E	5	75	
	I	1	10	
	O	3	15	
	Ponderación total			

*Fuente: Elaboración Propia*

En la tablas anteriores se puede observar que de acuerdo al criterio de cumplimiento de adyacencias, la mejor alternativa es la B y la C, con una puntuación total de 280 puntos y un porcentaje de cumplimiento de 96.5 %.

### 8.1.3.2 Evaluación Por Distancia Recorrida En El Manejo De Materiales

La evaluación según el manejo de materiales se hará en función de las distancias recorridas en cada propuesta.

**Tabla 8.11** Evaluación Por Distancia Recorrida Propuesta 1 galpón B

PROPUESTA	TOTAL DISTANCIA RECORRIDA [m]
1	537

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 8.12** Evaluación Por Distancia Recorrida Propuesta 2 galpón B

PROPUESTA	TOTAL DISTANCIA RECORRIDA [m]
2	544.6

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 8.13** Evaluación Por Distancia Recorrida Propuesta 2 galpón B

PROPUESTA	TOTAL DISTANCIA RECORRIDA [m]
3	548.3

*Fuente: Elaboración Propia*

En el Anexo K, se puede observar los diagramas de recorrido de cada una de las propuestas para la nueva distribución de planta para el galpón B.

Como se puede observar en las tablas anteriores, la alternativa donde el flujo de materiales es menor en base a la distancia recorrida por el material y personal es la propuesta 1.

### 8.1.3.3 Evaluación De La Forma De Los Departamentos

En este caso se evalúa que la forma de cada una de las áreas sea adecuada para el buen desempeño de la labor. En esta evaluación se seleccionara la propuesta que posea mayor números de áreas en forma adecuada.

Tabla 8.14 Evaluación Según Forma De Las Áreas De Trabajo. Propuesta 1 galpón B

PROPUESTA 1				
ÁREA	A[m <sup>2</sup> ]	P[m]	F	$1 \leq F \leq 1.4$
Almacén de materia prima	124,5	79	1,77	NO
Elaboración de laminas Porta pastillas	85,77	58,34	1,57	NO
Granallado y Barnizado	42,8	56	2,14	NO
Mezclado	22,3	37	1,96	NO
Preformado	50,7	30	1,05	SI
Prensado en caliente	59,48	59,91	1,94	NO
Pintado	11	13,5	1,02	SI
Horneado	18	37	2,18	NO
Rectificado	37,55	28	1,14	SI
Codificado	7,13	15	1,40	SI
Empaquetado	7,5	15	1,37	SI
Almacén de producto terminado	92,86	93,48	2,43	NO

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 8.15** Evaluación Según Forma De Las Áreas De Trabajo. Propuesta 2 galpón B

<b>PROPUESTA 2</b>				
<b>ÁREA</b>	<b>A[m2]</b>	<b>P[m]</b>	<b>F</b>	<b><math>1 \leq F \leq 1.4</math></b>
Almacén de materia prima	124,5	79	1,77	NO
Metalmacánica	85,77	58,34	1,57	NO
Granallado y Barnizado	42,8	56	2,14	NO
Mezclado	22,3	37	1,96	NO
Preformado	29,3	27,6	1,27	SI
Prensado en caliente	59,48	59,91	1,94	NO
Pintado	11	13,5	1,02	SI
Horneado	18	37	2,18	NO
Rectificado	37,55	28	1,14	SI
Codificado	7,13	15	1,40	SI
Empaquetado	7,5	15	1,37	SI
Almacén de producto terminado	92,86	93,48	2,43	NO

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 8.16** Evaluación Según Forma De Las Áreas De Trabajo. Propuesta 3 galpón B

<b>PROPUESTA 3</b>				
<b>ÁREA</b>	<b>A[m<sup>2</sup>]</b>	<b>P[m]</b>	<b>F</b>	<b><math>1 \leq F \leq 1.4</math></b>
Almacén de materia prima	124,5	79	1,77	NO
Metalmecánica	85,77	58,34	1,57	NO
Granallado y Barnizado	42,8	56	2,14	NO
Mezclado	22,3	37	1,96	NO
Preformado	62,8	52,23	1,65	NO
Prensado en caliente	59,48	59,91	1,94	NO
Pintado	11	13,5	1,02	SI
Horneado	18	37	2,18	NO
Rectificado	37,55	28	1,14	SI
Codificado	7,13	15	1,40	SI
Empaquetado	7,5	15	1,37	SI
Almacén de producto terminado	92,86	93,48	2,43	NO

*Fuente: Elaboración Propia*

En la siguiente tabla se presenta la evaluación de las tres propuestas de Distribución de Áreas según las formas de las áreas de trabajo:

**Tabla 8.17** Resumen De Evaluación Según Forma De Las Áreas De Trabajo.

<b>PROPUESTA</b>	<b>NÚMERO DE ÁREAS CON LA FORMA ADECUADA</b>
1	5
2	5
3	4

*Fuente: Elaboración Propia*

Como se puede observar en la tabla anterior. Las propuestas 1 y 2 de Distribución de áreas son las únicas que cumplen en algunas de sus áreas con la forma adecuada para el buen desempeño de sus operaciones.

#### **8.1.4 Selección De La Nueva Distribución De Áreas**

Para determinar la Distribución de áreas más optima se realizara un matriz morfológica según la cual se le suma una ponderación especifica a cada uno de los aspectos considerados en la evaluación, según su importancia para así poder determinar cual de las alternativas cumple mejor con las exigencias establecidas desde un punto de vista global.

**Tabla 8.18** Evaluación Global De Las Propuestas De Distribución De Áreas del galpón B

		PARÁMETROS				TOTAL
		A	B	C	D	
PROPUESTA	PUNTUACIÓN	25	20	25	30	100
	1	20	20	18	20	78
	2	24	18	18	25	85
	3	24	16	17	30	87

*Fuente: Elaboracion Propia*

Parámetros:

- A: Adyacencia de áreas de trabajo
- B: Distancia recorrida en el manejo de material
- C: Forma de área
- D: Higiene y Seguridad Industrial

### 8.1.5 Distribución De Equipos

Una vez seleccionada la mejor alternativa de Distribución de Áreas (3), se procedió a realizar la nueva distribución de áreas en base a los equipos empleados para la realización del producto y las áreas de trabajo requerido para cada operación. Es notorio recalcar que para esta nueva propuesta se realizo un estudio de Higiene y Seguridad Industrial que son de suma importancia para el buen desempeño del trabajador, tales como:

- Espacio requerido para operar cada máquina
- Espacio requerido entre cada máquina
- Espacio para vías de escape
- Espacio para circulación de producto en elaboración

En el Anexo I, se presenta el plano de Distribución de Equipos para cada una de las propuestas de la nueva distribución del Galpón B



CAPITULO IX

PLANIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN Y ESTIMACIÓN DE INVERSIÓN

9.1 Inversión De La Nueva Maquinaria

A continuación se presenta la inversión necesaria para la adquisición y reactivación de la nueva maquinaria.

**Tabla 9.1** Inversión de la Nueva Maquinaria

Maquinaria	Unidad	Precio (BsF.)
Prensa Excéntrica Delpiano y Rionegro (40 Tm)	1	20.000
Prensa RT Neumatica (120 Tm).	1	43.000
Cortadora Por Hilo (Jiangsu Sanxing Machinery Manufacture, CNC Wire Cutting Machine DK7740AZ-3).	1	86.000
Torno CNC, HAAS Automation, Serie TL-25, DOBLE HUSILLO.	1	215.000
Rreactivación y Automatización Prensa Neumática.	1	15.000
Rreactivación y Automatización Prensa Neumática.	1	15.000
<b>Total</b>		<b>394.000</b>

*Fuente: Cotizaciones*

## **9.2 Planificación De La Instalación**

El objetivo fundamental de la planificación debe ser determinar los lapsos de tiempo necesarios para la ejecución de cada una de las propuestas involucradas en la redistribución y modernización de la línea de producción, de tal forma que se minimice la interrupción de la producción de la planta.

Al realizar el estudio de la nueva distribución de la planta es importante resaltar que la planta no contaba con las instalaciones necesarias para aplicarla, por lo que dentro de la planificación de la instalación se incluyó el lapso de tiempo necesario para la preparación de los galpones, lo cual incluyó: mejoramiento de las instalaciones eléctricas y retirar de las áreas de trabajo los desechos y escombros.

Las actividades se consideraron para llevar a cabo la instalación de la propuesta son:

1. Limpieza general de los desechos y escombros presentes en las áreas de trabajo.
2. Acondicionamiento de las instalaciones eléctricas de la planta.
3. Ubicación e instalación de los nuevos equipos en la línea de producción.
4. Reubicación e instalación de los equipos existentes.
5. Puesta en marcha de equipos y maquinarias.

Es importante acotar que para evitar la interrupción de la producción en la planta, la mayoría de las actividades se planificaron para realizarlas los fines de semana, por un periodo de tiempo de 10 semanas.

Tabla 9.2 Diagrama de Ejecución de Actividades

Etapa del proyecto	Periodo de Tiempo									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Limpieza general de los desechos y escombros presentes en las áreas de trabajo.										
Acondicionamiento de las instalaciones eléctricas de la planta.										
Ubicación e instalación de los nuevos equipos en la línea de producción.										
Reubicación e instalación de los equipos existentes.										
Puesta en marcha de equipos y maquinarias.										

Fuente: Elaboración Propia

### **9.3 Estimación De La Inversión Requerida Para La Ejecución De Las Actividades**

A través de esta estimación se tiene como finalidad obtener un valor de la inversión necesaria para ejecutar las actividades propuestas.

La Estimación de las actividades se dividió en:

- **Costos De Limpieza De Desechos Y Escombros:** Incluye todos los gastos de la limpieza de las áreas en las cuales se realizara la instalación de equipos.
- **Costos Del Acondicionamiento De Las Instalaciones Eléctrica:** Incluye todos los gastos requeridos para el mejoramiento del sistema eléctrico actual de la empresa (Tableros eléctricos, breakers industriales, cableado, etc.).
- **Ubicación Y Puesta En Marcha De Los Equipos:** Incluye todos los costos de movilización, instalación y puesta en marcha de todos los equipos existentes en la planta así como también los que van a ser incluidos en la línea de producción.

**Tabla 9.3** Estimación de inversión.

<b>Actividad</b>	<b>Proveedor</b>	<b>Cant.</b>	<b>Precio Unitario [BsF]</b>	<b>Precio Total</b>
<b>Limpieza general de los desechos y escombros presentes en las áreas de trabajo.</b>	Contratación de un Camión Volteo	4	350,00	1400,00
<b>Acondicionamiento de las instalaciones eléctricas de la planta.</b>	Tablero NAB412AB 300 120/208V, NEMA1, C/Puerta y cerradura, superficial o embutido.	1	1405,00	1405,00
	Breakers PPal. TJK 3x300 A 42/30 KA 240/480 V	1	1842,00	1842,00
	Breakers Sec. TDE 3x300A 18/18KA 240/480V	8	431,00	3448,00
<b>Ubicación e instalación de los nuevos equipos en la línea de producción.</b>	Camión Grúa De movilización.	2	3500,00	10500,00
	Montacargas 10 Tm.	1		
<b>Reubicación e instalación de los equipos existentes.</b>	Camión Grúa De movilización.	1	3,500	7000,00
	Montacargas 10 Tm.	1		

**CAPITULO IX      PLANIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN Y ESTIMACIÓN DE  
INVERSIÓN**

---

<b>Puesta en marcha de equipos y maquinarias.</b>	Cuadrilla de Trabajo (Mano de Obra, dispositivos, tuberías, etc.)	Equipo de trabajo y mantenimiento de la empresa		18.000
<b>TOTAL</b>				43595,00

*Fuente: Cotizaciones y Estimaciones Propias*

## CAPITULO X

## INVENTARIO DE EQUIPOS

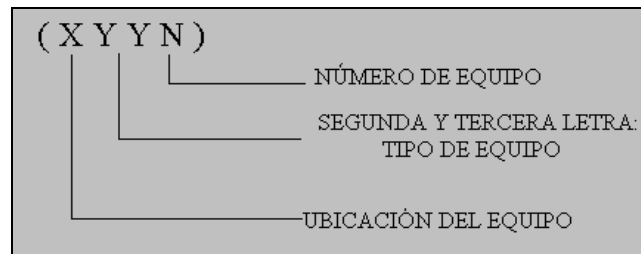
Un inventario se puede definir como la existencia de todo producto o artículo que se utiliza dentro de una empresa u organización.

Empresa Driff C.A. no contaba con un inventario máquinas y equipos. Y para poder realizar el estudio de tiempo de cada una de las operaciones involucradas en el proceso productivo, fue necesario verificar cuentas máquinas se disponían por Departamento.

El inventario fue realizado en base a los siguientes pasos:

1. Descripción de la codificación: Se ideó una codificación de manera general para cada una de las maquinarias presentes en la empresa.

## DESCRIPCIÓN DE LA CODIFICACIÓN



- Se colocó una nomenclatura para cada Departamento de trabajo o línea de producción.

**Tabla 10.1** Ubicación del equipo (distribución de propuestas).

A	→	Elaboración de matrices y moldes
B	→	Departamento de elaboración de lámina portapastillas
C	→	Departamento de Granallado y Barnizado
D	→	Departamento de Preformado
E	→	Departamento de Prensado en Caliente
F	→	Departamento de Pintado
G	→	Departamento de Horneado
H	→	Departamento de Rectificado
I	→	Departamento de Mezclado
J	→	Departamento de Codificado
K	→	Departamento de Empaquetado
L	→	Elaboración de vulcanizado de bandas
M	→	Departamento de Almacenamiento
N	→	Centro de Desarrollo tecnológico y de Producción
O	→	Departamento de Almacenamiento de Materia Prima

*Fuente: Elaboración Propia*

- Se colocó una nomenclatura para cada máquina de la empresa.

**Tabla 10.2** Tipo De Equipo

CZ	→	Cizalladora	PG	→	Puente Grúa
PR	→	Prensa	RT	→	Rectificadora
ES	→	Esmeril	MZ	→	Mezcladora
TL	→	Taladro	BA	→	Balanza
TR	→	Torno	PI	→	Pistola
CE	→	Cepillo	HO	→	Horno
FR	→	Fresadora	RE	→	Remachadora
SI	→	Sierra	GR	→	Granalladora
OG	→	Bomba de oxígeno y gas	GB	→	Granalladora de bandas
MS	→	Máquina de soldar	CD	→	Codificadora
GH	→	Gato Hidráulico	EM	→	Empaquetadora
CR	→	Carretilla	MO	→	Montacargas
LV	→	Lavadora	CM	→	Centro de Mecanizado

*Fuente: Elaboración Propia*



## 4. Listado general de equipos por departamentos o líneas de producción

## ELABORACIÓN DE MATRICES Y MOLDES

- (AES1): Esmeril
- (ATL1): Taladro
- (ATL2): Taladro
- (ATR1): Torno
- (AFR1): Fresadora
- (ACE1): Cepillo
- (ASI1): Sierra
- (AMS1): Máquina de Soldar
- (AOG1): Bomba de Oxígeno y Gas
- (ACR1): Carretilla

## DEPARTAMENTO DE ELABORACIÓN DE LÁMINAS PORTAPASTILLAS

- (BPR1): Prensa Excéntrica
- (BPR2): Prensa Hidráulica
- (BPR3): Prensa Excéntrica
- (BPR4): Prensa Excéntrica
- (BPR5): Prensa Excéntrica
- (BES1): Esmeril
- (BES2): Esmeril
- (BCZ1): Cizalladora
- (BLV1): Lavadora
- (BGH1): Gato Hidráulico
- (BPG1): Puente Grúa

## DEPARTAMENTO DE GRANALLADO Y BARNIZADO

- (CGR1): Granalladora
- (CCR1): Carretilla

## DEPARTAMENTO DE PREFORMADO

- (DPR1): Prensa
- (DPR2): Prensa
- (DPR3): Prensa
- (DPR4): Prensa
- (DPR5): Prensa

## DEPARTAMENTO DE PRESANDO EN CALIENTE

- (EPR1): Prensa
- (EPR2): Prensa
- (EPR3): Prensa
- (EPR4): Prensa

## DEPARTAMENTO DE PINTADO

- (FPI1): Pistola

## DEPARTAMENTO DE HORNEADO

- (GHO1): Horno

## DEPARTAMENTO DE RECTIFICADO

- (HRT1): Rectificadora
- (HRT2): Rectificadora
- (HTL1): Taladro
- (HES1): Esmeril
- (HRE1): Remachadora

## DEPARTAMENTO DE MEZCLADO

- (IMZ1): Mezcladora
- (IMZ2): Mezcladora
- (IMZ3): Mezcladora
- (IBA1): Balanza

## DEPARTAMENTO DE CODIFICADO

- (JCD1): Codificadora

## DEPARTAMENTO DE EMPAQUETADO

- (KEM1): Empaquetadora

## DEPARTAMENTO DE VULCANIZADO DE BANDAS

- (LGR1): Granalladora
- (LSI1): Sierra
- (LSI2): Sierra
- (LHO1): Horno
- (LRE1): Remachadora

## DEPARTAMENTO DE ALMACENAMIENTO

- (MCR1): Carretilla

## CENTRO DE DESARROLLO E INVESTIGACIÓN

- (NCM1): Centro de Mecanizado

## DEPARTAMENTO DE ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA

- (OMO1) Montacargas

En el Anexo L, se puede observar con mayor claridad el inventario realizado para cada una de las máquinas y equipos presentes en la empresa.

## CONCLUSIONES

El estudio realizado en la empresa DRIFF C.A. permite emitir las siguientes conclusiones:

- Con la implementación del nuevo flujograma, se incorporaron nuevas operaciones en el proceso productivo y se disminuyeron las esperas en un 54%.
- A través del estudio de tiempos realizado, la estimación de la capacidad actual instalada de la empresa es de aproximadamente 64 [juegos/hora].
- El porcentaje de utilización de la empresa en los meses de (Febrero-Junio del 2008) fue de 89,0%. Lo que indica que actualmente se producen aproximadamente 57 [juegos/hora].
- Por medio de los estudios de tiempos se determino el balance de la línea de Producción. Dando los datos reales de las operaciones más lentas presentes en la empresa.
- La nueva distribución de planta se realizara dentro del espacio físico existente.
- La implementación de las propuestas para la redistribución y modernización de la línea de producción representaría un incremento aproximado del 23% con respecto a la capacidad actual, alcanzando aproximadamente 78 [juegos/hora].
- Por medio de la implementación de las propuestas de mejoras en todas las áreas en seguridad e higiene industrial, se garantiza el cumplimiento de las normas ante los organismos competentes.
- La inversión requerida para incrementar la producción y la nueva distribución de planta es de 437.595 BsF.

### RECOMENDACIONES

Después de haber realizado el estudio anterior se recomienda:

- Elaborar un Manual de instrucción de operación de cada máquina.
- Establecer un Plan de mantenimiento preventivo de la planta.
- Establecer controles de recepción de la materia prima.
- Implementar el sistema de seguridad e higiene industrial propuesto en este trabajo especial de grado.
- Se recomienda cambiar el método de operación actual de pintura. Por un sistema de pintura electrostática; esto incrementará la producción en esta área, disminuyendo el costo de producción y la generación de desechos.
- Se recomienda el cambio de los sistemas de extracción de polvos dentro de la planta.
- Instalar un sistema efectivo de recolección de desechos provenientes de los procesos productivos de la empresa.

**BIBLIOGRAFIA**

1. Muther, Richard. 1982. *Distribución en planta*. Editorial Hispano Europea. Barcelona (España). 2da.edición.
2. Steven Nahmias. 1999. *Analisis de la Produccion y las Operaciones*. Editorial Continental .Mexico.
3. Tompkins, James A. 1996. *Facilities Planning*. John Wiley & Sons Edit. USA.2da. edicion.
4. Machuca Domínguez, José Antonio, (1995). *Dirección de operaciones. Aspectos estratégicos en la producción y los servicios*. Editorial Mc. Graw Hill.
5. Calimeri, Michele, (1972). *Organización del Almacén*. Barcelona (España).
6. Burrell y Macia (1973).*Organización de los talleres*. Autor. Barcelona. (España). 2da Edición.
7. Mecklenburgh. J. C. *Implementación de Plantas*. Ediciones del castillo, S.A. Madrid España 1ra Edición.
8. Arias, F. (2004). *El Proyecto de Investigación: Introducción a la Metodología Científica*. 4ta ED. Caracas. Episteme.
9. SENCAMER. Norma COVENIN 4004 *.Sistema de Gestión de Seguridad e Higiene Ocupacional*.2000.[online].[Consultada, 2008,Julio,28].Disponible en: <http://www.sencamer.gob/sencamer/action/normas-filter>
10. SENCAMER. Norma COVENIN 2251. *Asbestos. Transporte, Almacenamiento Y Uso. Medidas De Higiene Ocupacional. (1ra.Revisión)*.1998.[online].[Consultada, 2008,Julio,28].Disponible en: <http://www.sencamer.gob/sencamer/action/normas-filter>

11. SENCAMER. Norma COVENIN 2254. *Calor Y Frío. Límites Permisibles De Exposición En Lugares De Trabajo. (1ra. Revisión).* 1995.[online]. [Consultada,2008,Julio,28] .Disponible en: <http://www.sencamer.gob/sencamer/action/normas-filter>
12. SENCAMER. Norma COVENIN 2670. *Materiales Peligrosos. Guía De Respuestas De Emergencias A Incidentes O Accidentes. (3ra. Revisión)* 2001.[online]. [Consultada, 2008, Julio, 28].Disponible en: <http://www.sencamer.gob/sencamer/action/normas-filter>
13. SENCAMER. Norma COVENIN 2251. *Guía Instructiva Sobre Sistemas De Detección, Alarma Y Extinción De Incendios.(Provisional).* 1988. [online]. [Consultada, 2008, Julio, 28]..Disponible en: <http://www.sencamer.gob/sencamer/action/normas-filter>
14. SENCAMER. Norma COVENIN 3478. *Socorrismo En Las Empresas.* 1999.[online].Octubre 2008.Disponible en: <http://www.sencamer.gob/sencamer/action/normas-filter>
15. SENCAMER. Norma COVENIN 2245. *Escaleras, Rampas Y Pasarelas. Requisitos De Seguridad.*1990.[online]. [Consultada, 2008, Julio, 28]. Disponible en: <http://www.sencamer.gob/sencamer/action/normas-filter>
16. SENCAMER. Norma COVENIN 187. *Colores, Símbolos Y Dimensiones Para Señales De Seguridad.*1992.[online]. [Consultada, 2008, Julio, 28] Disponible en: <http://www.sencamer.gob/sencamer/action/normas-filter>
17. Decreto 2635. *Normas Para El Control De La Recuperación De Materiales Peligrosos Y El Manejo De Los Desechos Peligrosos.(Gaceta Oficial extraordinaria N<sup>o</sup> 5245 del 3 de agosto de 1998).*[online]. [Consultada, 2008, Julio, 28]. Disponible en: [http://www.arpbolivar.com/docs/legislacion/Decreto\\_2635\\_Normas\\_para\\_el\\_control\\_de\\_la\\_RMP\\_y\\_MDP.pdf?phpMyAdmin=IjUH8oYx9gq5GzBWK7CeOn8EoOd](http://www.arpbolivar.com/docs/legislacion/Decreto_2635_Normas_para_el_control_de_la_RMP_y_MDP.pdf?phpMyAdmin=IjUH8oYx9gq5GzBWK7CeOn8EoOd)
18. SENCAMER. Norma COVENIN 2249. *Iluminancias En Tareas Y Áreas De Trabajo.*1992.[online]. [Consultada, 2008, Julio, 28].Disponible en: <http://www.sencamer.gob/sencamer/action/normas-filter>

19. SENCAMER. Norma COVENIN 1565.*Ruido Ocupacional. Programa de Conservación Auditiva. Niveles Permisibles y Criterios de Evaluación.* 1995.[online]. [Consultada, 2008, Julio, 28].Disponible en: <http://www.sencamer.gob/sencamer/action/normas-filter>



GLOSARIO

- **Termocontraccion:** Acción y efecto de contraer o contraerse por la acción del calor.
- **Pulvigenas:** Sustancia dañina para los obreros tales como el polvo de asbesto.
- **Asbesto:** Sustancia mineral fibrosa e inalterable al fuego.
- **Amianto:** Silicato natural hidratado de calcio y magnesio, de contextura fibrosa.
- **Barita:** Oxido de bario (BaO), de color blanco y de densidad 5,5.
- **Antracita:** Carbón de muy débil proporción en materiales volátiles (menos del 6 al 8 %) que arde con llama corta de color azul pálido, sin humear.
- **Carbonato:** Sal o ester del acido carbonico.
- **Caliper:** Pinza o mordaza que sostiene la pastilla de freno.
- **Caucho:** Sustancia elástica y resistente que procede de la coagulación del látex de varios árboles de los países tropicales.
- **Magnesita:** Carbonato Natural del Magnesio  $MgCO_3$ .
- **Mica:** Mineral brillante y exfoliante, abundante en la rocas eruptivas y metamórficas, formado por silicato de aluminio de potasio.
- **Feldespatos:** Nombre dado a u grupo de aluminosilicatos naturales de potasio, sodio, y calcio. Frecuentes en las rocas eruptivas.
- **Grafito:** Forma alotrópica del carbono, que cristaliza en el sistema hexagonal.
- **Sulfuros:** Combinación de azufre y elementos, sal del acido sulfhídrico.
- **Fenolicas termoenderucibles:** sustancias relativas al fenol que es un derivado del oxigeno ( $C_6 H_5O_5$ ) del benceno cuyas macromoléculas por la acción del calor.

- **Talco:** Silicato Natural de magnesio, suave y untuoso al tacto, con textura laminar, que se encuentra en los esquistos cristalinos.
- **Mesotelioma:** Es una forma de cáncer poco común, es una enfermedad en la cual se encuentran células cancerosas (malignas) en la bolsa que recubre el tórax (la pleura) o en la que recubre el abdomen (el peritoneo). La mayoría de las personas con mesotelioma maligno han trabajado en lugares donde han inhalado asbestos al respirar.
- **Asbestosis:** La asbestosis es una enfermedad pulmonar causada por la inhalación de fibras de asbestos. Es una neumoconiosis considerada como enfermedad profesional y caracterizada por una fibrosis pulmonar

**°C:** Grados Celsius

**m:** Metros

**m<sup>2</sup>:** Metros cuadrados

**Tm:** Toneladas Métricas

**min.:** Minutos

**dist.:** Distancia

**Kg.:** Kilogramos

**BsF:** Bolívares Fuertes

**A:** Absolutamente Necesario, tiene un valor de 20

**E:** Especialmente Necesario, tiene un valor 15

**I:** Importante, tiene un valor de 10

**O:** Cercanía Ordinaria, tiene un valor de 5

**U:** Sin importancia, tiene un valor de 0

**X:** Indeseable

**F=** Parámetro de Forma

**A=**Área Total

**P=** Perímetro