



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica

**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINARIA  
NEUMÁTICA E HIDRÁULICA DE ALINEACIÓN Y BALANCEO DE LLANTAS DE  
VEHÍCULOS EN CENTROS DE SERVICIO VIFRIO**

**Pedro Augusto Arizandieta Guerrero**

Asesorado por el Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma

Guatemala, abril de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINARIA  
NEUMÁTICA E HIDRÁULICA DE ALINEACIÓN Y BALANCEO DE LLANTAS DE  
VEHÍCULOS EN CENTROS DE SERVICIO VIFRIO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**PEDRO AUGUSTO ARIZANDIETA GUERRERO**

ASESORADO POR EL ING. CARLOS ANÍBAL CHICOJAY COLOMA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO**

GUATEMALA, ABRIL DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Carlos Anibal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Figueroa Vásquez
EXAMINADOR	Ing. Roberto Guzmán Ortíz
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINARIA  
NEUMÁTICA E HIDRÁULICA DE ALINEACIÓN Y BALANCEO DE LLANTAS DE  
VEHÍCULOS EN CENTROS DE SERVICIO VIFRIO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 9 de febrero de 2017.

  
**Pedro Augusto Arizandieta Guerrero**



Guatemala, 15 de febrero de 2018  
REF.EPS.DOC.171.02.18.

Inga. Christa Classon de Pinto  
Directora Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto.

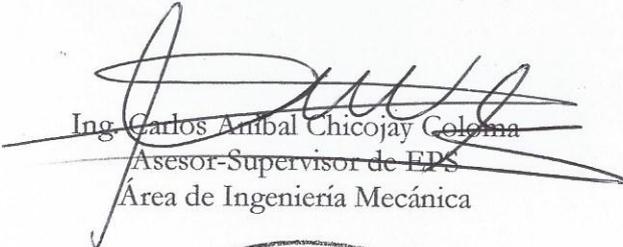
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Pedro Augusto Arizandieta Guerrero** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. 200715231, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINARIA NEUMÁTICA E HIDRÁULICA DE ALINEACIÓN Y BALANCEO DE LLANTAS DE VEHÍCULOS EN CENTROS DE SERVICIO VIFRIO.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Ing. Carlos Anibal Chicojay Coloma  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Mecánica

c.c. Archivo  
CACC/ra





Guatemala, 15 de febrero de 2018  
REF.EPS.D.57.02.18

Ing. Carlos Roberto Pérez Rodríguez  
Director Escuela de Ingeniería Mecánica  
Facultad de Ingeniería  
Presente

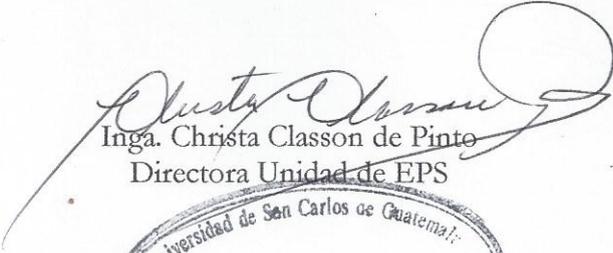
Estimado Ingeniero Pérez Rodríguez:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado: **DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINARIA NEUMÁTICA E HIDRÁULICA DE ALINEACIÓN Y BALANCEO DE LLANTAS DE VEHÍCULOS EN CENTROS DE SERVICIO VIFRIO**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Pedro Augusto Arizandieta Guerrero** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Carlos Anibal Chicojay Coloma.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor - Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

  
Inga. Christa Classon de Pinto  
Directora Unidad de EPS



CCdP/ra



**USAC**

TRICENTENARIA

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.130.2018

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor-Supervisor y del Director de la Unidad de EPS, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINARIA NEUMÁTICA E HIDRÁULICA DE ALINEACIÓN Y BALANCEO DE LLANTAS DE VEHÍCULOS EN CENTROS DE SERVICIO VIFRIO** del estudiante **Pedro Augusto Arizandieta Guerrero**, CUI No. **2596013300101**, Reg. Académico No. **200715231** y luego de haberlo revisado en su totalidad, procede a la autorización del mismo.

*"Id y Enseñad a Todos"*

Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

Director

Escuela de Ingeniería Mecánica

Guatemala, abril de 2018

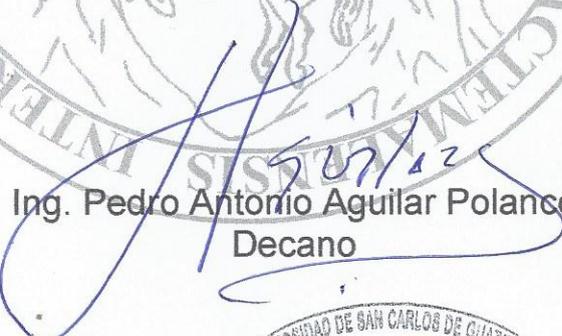
/aej





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINARIA NEUMÁTICA E HIRÁULICA DE ALINEACIÓN Y BALANCEO DE LLANTAS DE VEHÍCULOS EN CENTROS DE SERVICIO VIFRIO**, presentado por el estudiante universitario **Pedro Augusto Arizandieta Guerrero**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Guatemala, abril de 2018



/cc



<b>Mis tíos</b>	Mildred Guerrero (q. e. p. d.), Lisseth Arizandieta (q. e. p. d.), tíos paternos y tíos maternos, por su cariño y consejos; los quiero mucho.
<b>Mis primos</b>	Por lo que hemos vivido y por su cariño incondicional, los quiero mucho.
<b>Mi familia en general</b>	Por sus muestras de cariño en todo momento.
<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por todo el conocimiento adquirido.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por las lecciones aprendidas para cumplir mi meta.
<b>Mis amigos</b>	Por estar cuando más los necesito, por compartir agradables e inolvidables momentos a lo largo de mi vida. Gracias por todo lo que me han enseñado. Los quiero mucho.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XI
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XVII
GLOSARIO .....	XIX
RESUMEN.....	XXIII
OBJETIVOS.....	XXV
INTRODUCCIÓN.....	XXVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Descripción de la empresa .....	1
1.1.1. Historia .....	1
1.1.2. Misión .....	2
1.1.3. Visión.....	2
1.1.4. Valores .....	2
1.1.5. Localización de la empresa .....	2
1.1.6. Organigrama.....	3
1.2. Descripción del problema .....	4
1.3. Descripción de la maquinaria .....	4
1.3.1. Compresor.....	4
1.3.1.1. Información general .....	5
1.3.1.2. Tipos de compresores .....	5
1.3.1.3. Marcas de compresores .....	10
1.3.2. Desarmadora de llantas.....	11
1.3.2.1. Información general.....	11
1.3.2.2. Tipos de desarmadoras .....	12
1.3.2.2.1. Desarmadora T1000.....	12

	1.3.2.2.2.	Desarmadora T3000 .....	14
	1.3.2.2.3.	Desarmadora T4500 .....	16
1.3.3.		Marcas de desarmadoras .....	18
1.3.4.		Balanceadora de llantas .....	19
	1.3.4.1.	Información general .....	19
	1.3.4.2.	Tipos de balanceadoras .....	19
		1.3.4.2.1. Balanceadora 5.1 .....	19
		1.3.4.2.2. Balanceadora VPI .....	21
		1.3.4.2.3. Balanceadora, sistema 1 .....	23
	1.3.4.3.	Marcas de balanceadoras .....	25
1.3.5.		Alineadora de dirección .....	25
	1.3.5.1.	Información general .....	25
	1.3.5.2.	Tipos de alineadoras .....	26
		1.3.5.2.1. Alineadora Prism .....	26
		1.3.5.2.2. Alineadora V3D ELS .....	28
	1.3.5.3.	Marcas de alineadoras .....	30
1.3.6.		Elevadores hidráulicos .....	30
	1.3.6.1.	Información general .....	30
	1.3.6.2.	Tipos de elevadores .....	31
		1.3.6.2.1. Elevadores de doble poste .....	31
		1.3.6.2.2. Elevadores de cuatro postes .....	32
		1.3.6.2.3. Elevadores de estacionamiento .....	33
		1.3.6.2.4. Elevadores de tijera para alineación .....	34
	1.3.6.3.	Marcas de elevadores .....	35

1.3.7.	Filtros .....	35
1.3.7.1.	Información general .....	36
1.3.7.2.	Tipos de filtros .....	38
1.3.7.2.1.	Filtro separador .....	38
1.3.7.2.2.	Filtro para partículas.....	39
1.3.7.2.3.	Filtro para remoción de aceite .....	40
1.3.7.2.4.	Filtro fino para remoción de aceite .....	41
1.3.7.2.5.	Filtro para absorción de aceites .....	42
1.3.7.3.	Marcas de filtros .....	43
1.3.8.	Reguladores .....	44
1.3.8.1.	Información general .....	44
1.3.8.2.	Tipos de reguladores .....	45
1.3.8.2.1.	Regulador individual .....	45
1.3.8.2.2.	Regulador serie D, ejecución de polímero ..	46
1.3.8.2.3.	Regulador serie D, ejecución metálica .....	47
1.3.8.2.4.	Regulador serie MS.....	48
1.3.8.3.	Tipos de reguladores .....	49
1.3.9.	Lubricadores .....	49
1.3.9.1.	Información general .....	49
1.3.9.2.	Tipos de lubricadores .....	52
1.3.9.2.1.	Lubricador serie ALD....	52
1.3.9.2.2.	Lubricador serie ALT ....	53
1.3.9.2.3.	Lubricador serie AL .....	53
1.3.9.3.	Tipos de lubricadores .....	54

1.3.10.	Herramientas neumáticas.....	55
1.3.10.1.	Información general.....	55
1.3.10.2.	Tipos de herramientas neumáticas .....	60
1.3.10.2.1.	Pistola de impacto de 1/2" .....	60
1.3.10.2.2.	Pistola de impacto de 1" .....	61
1.3.10.2.3.	Turbina neumática .....	62
1.3.10.3.	Marcas de herramientas neumáticas ...	63
1.4.	Diseño de plan de mantenimiento preventivo .....	63
1.4.1.	Información general de un plan de mantenimiento.....	63
1.4.2.	Frecuencia.....	64
1.4.3.	Especialidad .....	65
1.4.4.	Duración .....	67
1.4.5.	Tipos de planes de mantenimiento preventivo .....	68
1.4.6.	Información general de un manual de usuario .....	69
1.4.7.	Tipos de manuales de usuario .....	71
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	75
2.1.	Características técnicas de la maquinaria en centros de servicio .....	75
2.1.1.	Tipos de maquinaria .....	75
2.1.1.1.	Estacionaria.....	75
2.1.1.2.	Móvil .....	76
2.1.1.3.	Neumática .....	76
2.1.1.4.	Hidráulica .....	77
2.1.1.5.	Eléctrica.....	77
2.2.	Clasificación del tipo de maquinaria .....	77

2.2.1.	Compresores .....	78
2.2.1.1.	Kellogg American.....	78
2.2.1.2.	Kaeser 7.5 HP .....	79
2.2.1.3.	Kaeser 10 HP .....	79
2.2.1.4.	Ingersoll Rand 10 HP.....	80
2.2.1.5.	Ingersoll Rand 5 HP.....	81
2.2.1.6.	Ingersoll Rand 705 HP .....	82
2.2.2.	Desarmadoras de llantas .....	83
2.2.2.1.	John Bean T5000 .....	83
2.2.2.2.	John Bean T1000 .....	83
2.2.2.3.	Desarmadora Hunter .....	84
2.2.2.4.	Coats .....	85
2.2.3.	Balancedoras de llantas .....	85
2.2.3.1.	John Bean.....	85
2.2.3.2.	Balancedora Hunter.....	86
2.2.3.3.	Atlas.....	87
2.2.4.	Alineadoras de dirección .....	88
2.2.4.1.	John Bean 3D.....	88
2.2.4.2.	John Bean CCD.....	88
2.2.4.3.	Alineadora Hunter 3D .....	89
2.2.5.	Elevadores hidráulicos.....	90
2.2.5.1.	Elevador doble poste Atlas .....	90
2.2.5.2.	Elevador doble poste Rotary.....	90
2.2.5.3.	Elevador de cuatro postes .....	91
2.2.5.4.	Elevador de estacionamiento.....	92
2.2.5.5.	Elevador de tijera para alineación.....	92
2.2.6.	Filtros para aire comprimido .....	93
2.2.6.1.	Filtros Parker .....	93
2.2.6.2.	Filtros NMPC .....	93

2.2.7.	Reguladores.....	94
2.2.7.1.	Reguladores Parker .....	94
2.2.7.2.	Reguladores NMPC .....	94
2.2.8.	Lubricadores.....	95
2.2.8.1.	Lubricadores Parker .....	95
2.2.8.2.	Lubricadores NMPC .....	95
2.2.9.	Herramientas neumáticas.....	96
2.2.9.1.	Pistola Chicago Pneumatic.....	96
2.2.9.2.	Pistola Chicago Pneumatic.....	96
2.2.9.3.	Pistola Ingersoll Rand .....	97
2.3.	Clasificación del tipo de maquinaria .....	97
2.3.1.	Cds Aguilar Batres .....	97
2.3.2.	Cds Avenida Petapa.....	98
2.3.3.	Cds Roosevelt .....	98
2.3.4.	Cds San Cristóbal .....	99
2.3.5.	Cds Las Américas .....	99
2.3.6.	Cds Puerto Barrios .....	100
2.3.7.	Cds Cuesta Blanca.....	100
2.3.8.	Cds Salcajá .....	101
2.3.9.	Cds Huehuetenango .....	101
2.4.	Manuales de usuario de maquinaria .....	102
2.4.1.	Manual de desarmadora de llantas .....	103
2.4.2.	Manual de balanceadora de llantas.....	107
2.5.	Plan de mantenimiento por máquina.....	114
2.5.1.	Personal de la empresa .....	114
2.5.1.1.	Gerentes de centros de servicio.....	114
2.5.1.2.	Gerente de mantenimiento .....	115
2.5.1.3.	Operarios de maquinaria .....	115
2.5.1.4.	Técnicos de mantenimiento.....	116

2.5.2.	Insumos .....	132
2.5.2.1.	Lubricantes .....	132
2.5.2.1.1.	Compresor.....	132
2.5.2.1.2.	Desarmadora de llantas .....	132
2.5.2.1.3.	Balaceadora de llantas .....	132
2.5.2.1.4.	Elevador de tijera para alineación .....	133
2.5.2.1.5.	Elevador de cuatro postes.....	133
2.5.2.1.6.	Elevador de doble poste.....	133
2.5.2.1.7.	Elevador de estacionamiento .....	133
2.5.2.1.8.	Pistola de impacto .....	134
2.5.2.2.	Repuestos.....	134
2.5.2.2.1.	Compresor.....	134
2.5.2.2.2.	Desarmadora de llantas .....	134
2.5.2.2.3.	Balaceadora de llantas .....	134
2.5.2.2.4.	Elevador de tijera para alineación .....	135
2.5.2.2.5.	Elevador de cuatro postes.....	135
2.5.2.2.6.	Elevador de doble poste.....	135

	2.5.2.2.7.	Elevador de estacionamiento .....	135
	2.5.2.2.8.	Pistola de impacto .....	136
2.5.2.3.	Herramienta.....		136
	2.5.2.3.1.	Compresor .....	136
	2.5.2.3.2.	Desarmadora de llantas.....	136
	2.5.2.3.3.	Balaceadora de llantas.....	137
	2.5.2.3.4.	Elevador de tijera para alineación.....	137
	2.5.2.3.5.	Elevador de cuatro postes .....	137
	2.5.2.3.6.	Elevador de doble poste .....	138
	2.5.2.3.7.	Elevador de estacionamiento .....	138
	2.5.2.3.8.	Pistola de impacto.....	138
2.5.3.	Costos del plan de mantenimiento preventivo.....		139
	2.5.3.1.	Costo de lubricantes.....	139
	2.5.3.1.1.	Compresor .....	139
	2.5.3.1.2.	Desarmadora de llantas.....	139
	2.5.3.1.3.	Balaceadora de llantas.....	139
	2.5.3.1.4.	Elevador de tijera para alineación.....	140
	2.5.3.1.5.	Elevador de cuatro postes .....	140

	2.5.3.1.6.	Elevador de doble poste.....	140
	2.5.3.1.7.	Elevador de estacionamiento .....	141
	2.5.3.1.8.	Pistola de impacto .....	141
2.5.3.2.		Costo de repuestos.....	141
	2.5.3.2.1.	Compresor.....	141
	2.5.3.2.2.	Desarmadora de llantas .....	141
	2.5.3.2.3.	Balancadora de llantas .....	142
	2.5.3.2.4.	Elevador de tijera para alineación .....	142
	2.5.3.2.5.	Elevador de cuatro postes.....	142
	2.5.3.2.6.	Elevador de doble poste.....	142
	2.5.3.2.7.	Elevador de estacionamiento .....	143
	2.5.3.2.8.	Pistola de impacto .....	143
	2.5.3.3.	Costo de herramienta .....	143
2.6.		Ahorro de energía eléctrica .....	148
3.		FASE DE DOCENCIA .....	153
	3.1.	Importancia del plan de mantenimiento preventivo .....	153
	3.2.	Importancia de los historiales de reparaciones de la maquinaria.....	154
	3.3.	Presentación del plan de mantenimiento preventivo .....	154

3.4. Presentación de mejoras a través de indicadores de mantenimiento.....	156
CONCLUSIONES.....	161
RECOMENDACIONES .....	163
BIBLIOGRAFÍA.....	165

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Ubicación de la empresa.....	3
2.	Organigrama de la empresa.....	3
3.	Compresor de pistón vertical y horizontal, marca Ingersoll Rand .....	9
4.	Compresor de tornillo marca Kaeser.....	10
5.	Desarmadora de llantas T1000, marca John Bean .....	14
6.	Desarmadora de llantas T3000, marca John Bean .....	16
7.	Desarmadora de llantas T4500 .....	18
8.	Balanceadora de llantas 5.1 .....	20
9.	Balanceadora de llantas VPI .....	22
10.	Balanceadora de llantas, sistema 1 .....	24
11.	Alineadora de dirección Prism.....	27
12.	Alineadora de dirección V3D ELS .....	29
13.	Elevador de doble poste.....	32
14.	Elevador de cuatro postes.....	33
15.	Elevador de estacionamiento .....	34
16.	Elevador de tijera para alineación .....	35
17.	Filtro separador .....	39
18.	Filtro para partículas.....	40
19.	Filtro para remoción de aceite .....	41
20.	Filtro fino para remoción de aceite .....	42
21.	Filtro para absorción de aceites .....	43
22.	Regulador individual.....	46
23.	Regulador de serie D, ejecución de polímero .....	47

24.	Regulador serie D, ejecución metálica.....	48
25.	Regulador serie MS .....	48
26.	Partes de un lubricador.....	51
27.	Lubricador serie ALD .....	52
28.	Lubricador serie ALT.....	53
29.	Lubricador serie AL.....	54
30.	Circuito neumático .....	56
31.	Interior de herramienta.....	58
32.	Pistola de impacto de ½” .....	61
33.	Pistola de impacto de 1” .....	61
34.	Turbina neumática .....	62
35.	Compresor de pistón Kellogg American de 10HP.....	78
36.	Compresor de tornillo Kaeser de 7,5 HP .....	79
37.	Compresor de tornillo Kaeser de 10HP .....	80
38.	Compresor de pistón Ingersoll Rand de 10HP.....	81
39.	Compresor de pistón Ingersoll Rand de 5HP.....	82
40.	Compresor de pistón Ingersoll Rand de 7.5HP.....	82
41.	Desarmadora de llantas John Bean T5000.....	83
42.	Desarmadora de llantas John Bean T1000.....	84
43.	Desarmadora Hunter .....	84
44.	Desarmadora Coats.....	85
45.	Balanceadora John Bean sistema VPI.....	86
46.	Balanceadora Hunter DSP9600.....	87
47.	Balanceadora Atlas WB-11 .....	87
48.	Alineadora John Bean modelo 3D .....	88
49.	Alineadora Jhon Bean modelo CCD .....	89
50.	Alineadora Hunter modelo 3D.....	89
51.	Elevador doble poste Atlas .....	90
52.	Elevador doble poste Rotary.....	91

53.	Elevador de cuatro postes Atlas.....	91
54.	Elevador de estacionamiento Rotary .....	92
55.	Elevador de tijera para alineación Rotary.....	92
56.	Filtro Parker.....	93
57.	Filtro NMPC.....	93
58.	Regulador Parker .....	94
59.	Regulador NMPC .....	94
60.	Lubricador Parker.....	95
61.	Lubricador NMPC.....	95
62.	Pistola Chicago Pneumatic de 1” .....	96
63.	Pistola Chicago Pneumatic de ½” .....	96
64.	Pistola Ingersoll Rand de 1” .....	97
65.	Manual de usuario de una desarmadora de llantas .....	103
66.	Manual de usuario de una balanceadora de llantas.....	107
67.	Gráfica de mantenimientos realizados de enero a mayo de 2017 .....	156
68.	Gráfica de los costos de los mantenimientos realizados de enero a mayo de 2017 .....	157
69.	Gráfica de comparación de costos entre 2017 y 2018 .....	158

## TABLAS

I.	Plan de mantenimiento del compresor de CDS Aguilar Batres .....	117
II.	Plan de mantenimiento del compresor de CDS San Cristóbal .....	118
III.	Plan de mantenimiento del compresor de CDS Salcajá, Cuesta Blanca y Huehuetenango .....	118
IV.	Plan de mantenimiento del compresor de CDS Puerto Barrios.....	119
V.	<i>Checklist</i> de mantenimiento preventivo de compresores de pistón....	120
VI.	Plan de mantenimiento del compresor de CDS Américas, Roosevelt y Petapa .....	121

VII.	<i>Checklist</i> de mantenimiento preventivo de compresores de tornillo ...	122
VIII.	Plan de mantenimiento de elevadores de tijera para alineación .....	123
IX.	Plan de mantenimiento de elevadores de cuatro postes .....	124
X.	<i>Checklist</i> de mantenimiento preventivo de elevador de cuatro postes .....	124
XI.	Plan de mantenimiento de elevadores de estacionamiento .....	125
XII.	<i>Checklist</i> de mantenimiento preventivo de elevador estacionario .....	125
XIII.	Plan de mantenimiento de elevadores de doble poste .....	126
XIV.	<i>Checklist</i> de mantenimiento preventivo de elevadores doble poste ...	126
XV.	Plan de mantenimiento de balanceadoras de llantas.....	127
XVI.	<i>Checklist</i> de mantenimiento preventivo de balanceadora de llantas ..	127
XVII.	Plan de mantenimiento de desarmadoras de llantas .....	128
XVIII.	<i>Checklist</i> de mantenimiento preventivo de desarmadora de llantas ...	129
XIX.	Plan de mantenimiento de pistolas de ½" y de 1" .....	130
XX.	<i>Checklist</i> de mantenimiento preventivo de pistolas de impacto .....	130
XXI.	Plan de mantenimiento de filtros, reguladores y lubricadores.....	131
XXII.	<i>Checklist</i> de mantenimiento preventivo de filtros, reguladores y lubricadores .....	131
XXIII.	Costo del plan de mantenimiento en CDS Aguilar Batres.....	144
XXIV.	Costo del plan de mantenimiento en CDS Petapa.....	144
XXV.	Costo del plan de mantenimiento en CDS Roosevelt .....	145
XXVI.	Costo del plan de mantenimiento en CDS San Cristóbal.....	145
XXVII.	Costo del plan de mantenimiento en CDS Américas .....	146
XXVIII.	Costo del plan de mantenimiento en CDS Puerto Barrios .....	146
XXIX.	Costo del plan de mantenimiento en CDS Cuesta Blanca.....	147
XXX.	Costo del plan de mantenimiento en CDS Salcajá .....	147
XXXI.	Costo del plan de mantenimiento en CDS Huehuetenango.....	148
XXXII.	Consumo mensual total de energía eléctrica, con tubos fluorescentes, actualmente en las oficinas centrales de Vifrio .....	149

XXXIII.	Consumo mensual total de energía eléctrica, con tubos led en oficinas centrales de Vifrio .....	150
XXXIV.	Costo de inversión para iluminación led en oficinas centrales de Vifrio.....	151



## LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Amperios, unidad de medida de corriente, S.I.
°C	Celsius, unidad de medida de temperatura, S.I.
Cm	Centímetros
CFM	<i>Cubic feet minut</i> , pies cúbicos por minuto
D/C	Corriente directa
Hz	Hertz, unidad de medida de frecuencia
HP	<i>Horse power</i> , caballos de fuerza
Kg	Kilogramos
l/min	Litros por minuto, caudal
lb, lbs	Libras
MPa	Mega pascal, unidad de presión
m	Metros
m/min	Metros por minuto
m <sup>3</sup> /min	Metros cúbicos por minuto, caudal
μF	Microfaradio, unidad de medida de capacitancia
mm	Milímetros
Ft	Pies, unidad de medida de longitud, sistema inglés
Pulg	Pulgadas, unidad de longitud, sistema inglés
RPM	Revoluciones por minuto
V	Voltios, unidad de voltaje



## GLOSARIO

<b>Acople rápido</b>	Es un producto que permite unir dos puertos de elementos separados, uno de entrada y otro de salida, para transferencia en líneas neumáticas o de fluidos.
<b>Alineadora</b>	Máquina utilizada para alinear los neumáticos de un vehículo.
<b>Balaceadora</b>	Máquina utilizada para balancear los neumáticos de un vehículo.
<b>Desarmadora</b>	Máquina utilizada para el desmontaje y montaje de los neumáticos de un vehículo.
<b>Elevador hidráulico</b>	Máquina utilizada para el ascenso y descenso de vehículos, para que estos puedan ser trabajados por los mecánicos.
<b>Émbolo</b>	Pieza móvil que se encuentra dentro del cuerpo de una bomba y que al moverse alternativamente cambia la presión de un fluido, generalmente, con el objetivo de desplazarlo.
<b>Hidráulica</b>	Parte de la mecánica que estudia el equilibrio y el movimiento de los fluidos.

<b>Neumática</b>	Parte de la física que trata de las propiedades de los gases desde el punto de vista de su movimiento.
<b><i>O-ring</i></b>	Junta de forma toroidal, habitualmente de goma, cuya función es la de asegurar la estanqueidad de fluidos, por ejemplo, en cilindros hidráulicos y cilindros neumáticos; también, en equipamiento de submarinismo acuático.
<b>Perno</b>	Pieza metálica cilíndrica, larga y de cabeza redonda que se asegura por el extremo opuesto con una tuerca, una chaveta o un remache, para afirmar piezas de gran volumen.
<b>Pistola de impacto</b>	Es una herramienta neumática que ayuda a aflojar y a apretar las tuercas de los aros de los neumáticos de vehículos.
<b>Polea</b>	Mecanismo para mover o levantar cosas pesadas que consiste en una rueda suspendida, que gira alrededor de un eje, con un canal o garganta en su borde por donde se hace pasar una cuerda o cadena.
<b>Presión</b>	Fuerza que ejerce un gas, un líquido o un sólido sobre una superficie.

<b>Racor</b>	Es una pieza metálica con o sin roscas internas en sentido inverso, que sirve para unir tubos o mangueras.
<b>Stock</b>	Es un tecnicismo en inglés utilizado para designar un almacenamiento controlado de materiales.
<b>Vapor</b>	Es el estado de agregación de la materia en el que las moléculas interaccionan débilmente entre sí, sin formar enlaces moleculares adoptando la forma y el volumen del recipiente que las contiene y tendiendo a expandirse todo lo posible; es decir, que es la fase gaseosa de una sustancia a diferencia de que ésta se encuentra por debajo de su temperatura crítica.
<b>Ventilación</b>	Proceso de suministrar aire exterior; es decir, fresco; o de eliminar aire de un recinto.
<b>Wipe</b>	Residuos de lana que, en conjunto, sirven para limpieza.



## RESUMEN

Este trabajo de graduación fue desarrollado a través del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) en el municipio de Guatemala, Guatemala, en la empresa denominada Llantas Vifrio, S.A., la cual tiene diferentes centros de servicio para asistencia técnica automotriz; en donde se ha diseñado un plan de mantenimiento preventivo, pues hasta el momento la empresa carecía de uno, razón por la cual se creaban problemas en los servicios que se realizaban a los vehículos; esto causaba molestia a los clientes y gastos innecesarios por las emergencias inesperadas en la maquinaria.

Una de las primeras actividades que se realizaron fue el reconocimiento de la maquinaria durante el primer mes para luego analizar el estado actual de cada una de las máquinas durante el segundo mes. Se realizó una investigación de todas las máquinas para obtener información completa de cada una; esto se hizo a través de manuales del fabricante.

Posteriormente, se realizó el diseño del plan de mantenimiento preventivo para cada una de las máquinas. Se hizo una visita por cada uno de los centros de servicio Vifrio para obtener información de un aproximado del tiempo de uso de cada una de las máquinas; se hizo para hacer un plan de mantenimiento preventivo que se ajuste a las necesidades de cada una de las máquinas. En estas visitas se aprovechó para hablar con los operarios de cada máquina para obtener información de cada cuánto están fallando las máquinas y qué les sucede en cada fallo. Esto para tener una idea de la frecuencia con la cual se debe hacer cada mantenimiento preventivo y compararlo con lo que dice el manual del fabricante.

En la parte final del Ejercicio Profesional Supervisado, se procedió con la implementación del plan de mantenimiento preventivo y se le dio seguimiento al mismo en cada uno de los centros de servicio. Finalmente, se trabajó en los indicadores de mantenimiento para hacer una comparación de cómo se redujeron los mantenimientos correctivos y los costos, de cada trabajo realizado dentro de la empresa.

# OBJETIVOS

## General

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para maquinaria neumática e hidráulica de alineación y balanceo de llantas de vehículos en los centros de servicio Vifrio.

## Específicos

1. Diseñar un manual de usuario para utilizar de forma adecuada la maquinaria neumática e hidráulica.
2. Reducir costos en mantenimientos correctivos.
3. Cumplir con la vida útil de los equipos.
4. Mejorar la organización de los mantenimientos, a través de planificaciones y programaciones.



## INTRODUCCIÓN

Muchas personas a nivel mundial, en su vida cotidiana, necesitan movilizarse hacia sus lugares de estudio, trabajo, diversión, etc. Uno de los medios de transporte más utilizado para estos traslados es el vehículo. Es por eso que los vehículos, hoy en día, son el medio de transporte más importante a nivel mundial. Existen vehículos livianos y pesados. Pero para que estos vehículos puedan transportar a las personas sin ningún inconveniente, requieren de un funcionamiento eficaz. Es por ello que los vehículos necesitan de mantenimientos para funcionar de la mejor manera; estos mantenimientos se los pueden realizar en centros de servicio automotriz.

Estos centros de servicio automotriz, a su vez, necesitan de maquinaria especial para prestarle servicio a todo tipo de vehículos, como maquinaria neumática e hidráulica. Esta maquinaria debe funcionar de la mejor manera, es por eso que se necesita un plan de mantenimiento para cada máquina, para tener una mejor eficiencia y un mayor tiempo de vida.

Para ello, se diseñó un plan de mantenimiento preventivo para cada una de las máquinas y herramientas que se utilizan en estos centros de servicio, ya que hasta el momento la empresa no cuenta con uno, y ha causado daños en las máquinas y horas muerta que afectan la productividad. El plan de mantenimiento preventivo ayudará para mejorar el funcionamiento de las máquinas y evitará que se tenga que parar mucho tiempo por alguna reparación prolongada, que puede ser evitada si se cumple con el plan de mantenimiento.

Luego de haber diseñado el plan de mantenimiento, se implementó dentro de la empresa para obtener resultados y se presentaron a través de indicadores de mantenimiento, que demostraron la reducción de costos entre mantenimientos correctivos y mantenimientos preventivos, así como la cantidad de trabajos entre ambos mantenimientos.

# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Descripción de la empresa**

Desde hace más de 69 años Vifrio se dedica a proveer productos y servicios de calidad en la rama de automóvil de pasajeros, comercial, empresarial, autobuses, agrícolas y servicio pesado.

### **1.1.1. Historia**

En Vifrio se ofrecen servicios de mecánica preventiva y general, así como las prestigiosas marcas de llantas Bridgestone, Firestone, Triangle y Falken. Se diferencia en la calidad de los servicios.

En otro giro de la empresa, Vifrio se ha destacado siendo pionera en la industria del reencauche, están comprometidos a ofrecer a sus clientes empresariales una reducción del costo por kilómetro recorrido, lo cual representa un ahorro en la operación de las flotas, esto con el respaldo y la excelencia de la marca Bandag. También, tienen a disposición el servicio técnico en el predio y asistencia técnica en el camino. Gracias al trabajo desempeñado y a la excelencia de sus servicios, en 2008, Vifrio obtuvo la certificación de la norma ISO 9001:2000. En el año 2010 realizó la transición a la nueva versión de la norma ISO 9001:2008.

### **1.1.2. Misión**

“Ser un grupo empresarial socialmente responsable, comprometido con nuestros colaboradores, proveedores, clientes y accionistas. Ofrecemos a nivel nacional e internacional nuevos modelos de negocios con altos estándares de calidad, tecnología avanzada y nuestro recurso humano que responde a los valores éticos y morales de la organización”<sup>1</sup>.

### **1.1.3. Visión**

“Ser la mejor opción para hacer negocios en llantas, servicios, reencauche y asesoría técnica”<sup>2</sup>.

### **1.1.4. Valores**

- Lealtad
- Disciplina
- Confianza
- Compromiso
- Perseverancia
- Responsabilidad social

### **1.1.5. Localización de la empresa**

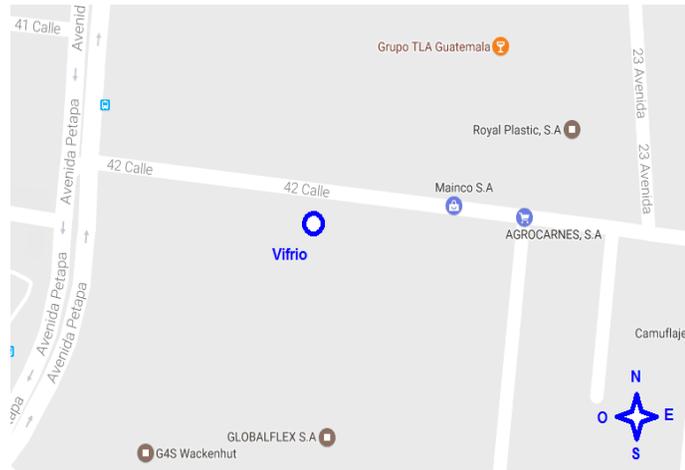
Las oficinas centrales de la empresa Llantas Vifrio, S.A., se encuentran ubicadas en la 42 calle 20-64 zona 12, ciudad de Guatemala, departamento de Guatemala.

---

<sup>1</sup> Vifrio. *Organización*. <http://www.vifrio.com/page.php?st=vifrio&ref=15>. Consulta: 4 de enero de 2017.

<sup>2</sup> *Ibíd.*

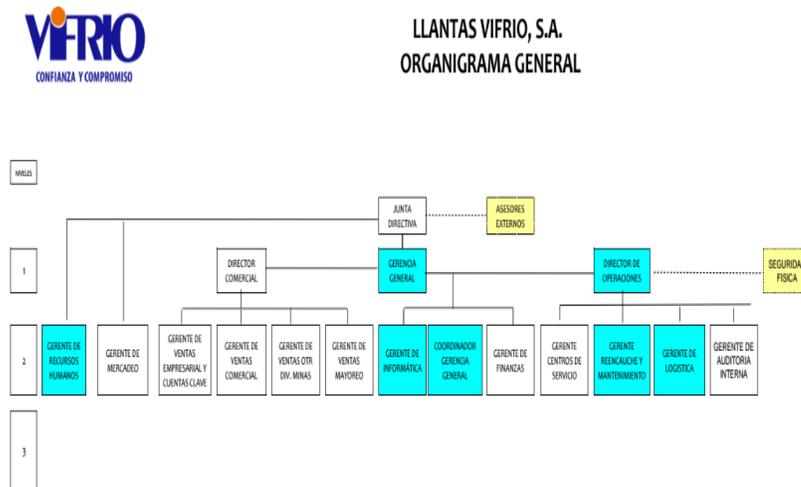
Figura 1. Ubicación de la empresa



Fuente: Google Maps. <http://maps.google.com/>. Consulta: 15 de julio de 2017.

### 1.1.6. Organigrama

Figura 2. Organigrama de la empresa



Fuente: Llantas Vifrio, S.A. <http://salirenguate.com/automotriz/talleres-para-carros/1355-llantas-vifrio-s-a>. Consulta: 15 de julio de 2017.

## **1.2. Descripción del problema**

Llantas Vifrio, S.A., es una empresa que se dedica a proveer productos y servicios de calidad en la rama de automóvil de pasajeros, comercial, empresarial, autobuses, agrícolas y servicio pesado. Vifrio ofrece los servicios de mecánica preventiva y general, de vehículos en sus centros de servicio. Es por eso que necesitan tener toda la maquinaria hidráulica y neumática, que tienen en centros de servicio, funcionando al cien por ciento. Pero, actualmente, no cuentan con un plan de mantenimiento preventivo para cada una de sus máquinas y tienen problemas con esto, tales como un número elevado de mantenimientos correctivos y altos costos. Por tal motivo, es necesario diseñar un plan de mantenimiento preventivo para cada una de estas máquinas.

## **1.3. Descripción de la maquinaria**

Un compresor es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles como gases y vapores.

### **1.3.1. Compresor**

Esto se realiza a través de un intercambio de energía entre la máquina y el fluido, en el cual el trabajo ejercido por el compresor es transferido a la sustancia que pasa por él convirtiéndose en energía de flujo, aumentando su presión y energía cinética impulsándola a fluir.

### **1.3.1.1. Información general**

Al igual que las bombas, los compresores también desplazan fluidos, pero a diferencia de las primeras que son máquinas hidráulicas, estos son máquinas térmicas, ya que su fluido de trabajo es compresible, sufre un cambio apreciable de densidad y, generalmente, también de temperatura; a diferencia de los ventiladores y los sopladores, los cuales impulsan fluidos compresibles, pero no aumentan su presión, densidad o temperatura de manera considerable.

- **Utilización**

Los compresores son ampliamente utilizados en la actualidad en campos de la ingeniería y hacen posible el modo de vida actual por razones como:

- Son una parte importante de muchos sistemas de refrigeración y se encuentran en cada refrigerador casero.
- Se encuentran en sistemas de generación de energía eléctrica como el Ciclo Brayton.
- Se encuentran en el interior de muchos motores de avión como los turborreactores, y hacen posible su funcionamiento.
- Se pueden comprimir gases para la red de alimentación de sistemas neumáticos.

### **1.3.1.2. Tipos de compresores**

- Clasificación según el método de intercambio de energía:

Hay diferentes tipos de compresores atmosféricos, pero todos realizan el mismo trabajo: toman aire de la atmósfera, lo comprimen para realizar un trabajo y lo regresan para ser reutilizado.

- El compresor de desplazamiento positivo: las dimensiones son fijas. Por cada movimiento del eje de un extremo al otro se tiene la misma reducción en volumen y el correspondiente aumento de presión (y temperatura). Normalmente, son utilizados para altas presiones o poco volumen. Por ejemplo, el inflador de la bicicleta. También, existen compresores dinámicos. El más simple es un ventilador que se usa para aumentar la velocidad del aire en el entorno y refrescar. Se utiliza cuando se requiere mucho volumen de aire a baja presión.
- El compresor de émbolo: es un compresor atmosférico simple. Un vástago impulsado por un motor (eléctrico, diésel, neumático, etc.) es impulsado para levantar y bajar el émbolo dentro de una cámara. En cada movimiento hacia abajo del émbolo, el aire es introducido a la cámara mediante una válvula. En cada movimiento hacia arriba del émbolo, se comprime el aire y otra válvula es abierta para evacuar dichas moléculas de aire comprimidas; durante este movimiento la primera válvula mencionada se cierra. El aire comprimido es guiado a un tanque de reserva. Este tanque permite el transporte del aire mediante distintas mangueras. La mayoría de los compresores atmosféricos de uso doméstico son de este tipo.
- El compresor de pistón: es en esencia una máquina con un mecanismo pistón-biela-cigüeñal. Todos los compresores son accionados por alguna fuente de movimiento externa. Lo común es que estas fuentes de movimiento sean motores, lo mismo de combustión como eléctricos. En

la industria se mueven compresores accionados por máquinas de vapor o turbinas. En este caso, cuando el cigüeñal gira, el pistón desciende y crea vacío en la cámara superior; este vacío actúa sobre la válvula de admisión (izquierda); se vence la fuerza ejercida por un resorte que la mantiene apretada a su asiento y se abre el paso del aire desde el exterior para llenar el cilindro. El propio vacío mantiene cerrada la válvula de salida (derecha).

Durante la carrera de descenso, todo el cilindro se llena de aire a una presión cercana a la presión exterior.

Luego, cuando el pistón comienza a subir, la válvula de admisión se cierra, la presión interior comienza a subir y esta vence la fuerza del muelle de recuperación de la válvula de escape o salida (esquema lado derecho), con lo que el aire es obligado a salir del cilindro a una presión algo superior a la que existe en el conducto de salida. Obsérvese que el cuerpo del cilindro está dotado de aletas, estas aletas, aumentan la superficie de disipación de calor para mejorar la transferencia del calor generado durante la compresión al exterior.

Excepto en casos especiales, en el cuerpo del compresor hay aceite para lubricar las partes en rozamiento y aumentar el sellaje de los anillos del pistón con el cilindro. Este aceite no existe en los compresores de tipo médico, usado en la respiración asistida, debido a que siempre el aire de salida contiene cierta cantidad de él o sus vapores.

Los compresores de doble etapa trabajan con el mismo sistema simple de pistón-biela-cigüeñal; con la diferencia que aquí trabajan dos pistones: uno de alta y otro de baja presión. Cuando el pistón de alta presión (derecha) expulsa

el aire, lo manda a otro cilindro de menor volumen. Al volver a recomprimir el aire, se alcanzan presiones más elevadas.

- El compresor de tornillo: aún más simple que el compresor de émbolo, el compresor de tornillo también es impulsado por motores (eléctricos, diésel, neumáticos, etc.). La diferencia principal radica en que el compresor de tornillo utiliza dos tornillos largos para comprimir el aire dentro de una cámara larga. Para evitar el daño de los mismos tornillos, aceite es insertado para mantener todo el sistema lubricado. El aceite es mezclado con el aire en la entrada de la cámara y es transportado al espacio entre los dos tornillos rotatorios. Al salir de la cámara, el aire y el aceite pasan a través de un largo separador de aceite donde el aire ya pasa listo a través de un pequeño orificio filtrador. El aceite es enfriado y reutilizado mientras que el aire va al tanque de reserva para ser utilizado en su trabajo.
- Sistema pendular Taurozzi: consiste en un pistón que se balancea sobre un eje generando un movimiento pendular exento de rozamientos con las paredes internas del cilindro, que permite trabajar sin lubricante y alcanzar temperaturas de mezcla mucho mayores.
- Alternativos o reciprocantes: utilizan pistones (sistema bloque-cilindro-émbolo como los motores de combustión interna). Abren y cierran válvulas que con el movimiento del pistón aspira/comprime el gas. Es el compresor más utilizado en potencias pequeñas. Pueden ser del tipo herméticos, semiherméticos o abiertos. Los de uso doméstico son herméticos y no pueden ser intervenidos para repararlos. Los de mayor capacidad son semiherméticos o abiertos, que se pueden desarmar y reparar.

- Rotativo de paletas: en los compresores de paletas la compresión se produce por la disminución del volumen resultante entre la carcasa y el elemento rotativo cuyo eje no coincide con el eje de la carcasa (ambos ejes son excéntricos). En estos compresores, el rotor es un cilindro hueco con estrías radiales en las que las palas (1 o varias) comprimen y ajustan sus extremos libres interior del cuerpo del compresor, comprimiendo así el volumen atrapado y aumentando la presión total.
- Rotativo-helicoidal (tornillo, *screw*): la compresión del gas se hace de manera continua, haciéndolo pasar a través de dos tornillos giratorios. Son de mayor rendimiento y con una regulación de potencia sencilla, pero su mayor complejidad mecánica y costo hace que se emplee principalmente en elevadas potencias, solamente.
- Roto dinámicos o turbo máquinas: utilizan un rodete con palas o álabes para impulsar y comprimir al fluido de trabajo. A su vez, estos se clasifican en axiales y centrífugos.

Figura 3. **Compresor de pistón vertical y horizontal, marca Ingersoll Rand**



Fuente: *Compresor de piston*. <http://www.palmero.com/productos/compresion-de-aire/>.

Consulta: 17 de julio de 2017.

Figura 4. **Compresor de tornillo marca Kaeser**



Fuente: *Compresor de tornillo*. <http://www.mundocompresor.com/articulos-tecnicos/diferentes-tipos-compresores>. Consulta: 17 de julio de 2017.

### **1.3.1.3. Marcas de compresores**

Existe una gran cantidad de marcas de compresores de aire comprimido; a continuación, se nombra algunas marcas, de las más comerciales y de mejor calidad:

- Kaeser Compresores
- Ingersoll Rand
- Quincy Compressor
- CompAir
- ELGi
- Kaishan Compressors
- Atlas Copco
- Gardner Denver
- Sullair

### **1.3.2. Desarmadora de llantas**

Una desarmadora de llantas es una máquina con la cual se pueden armar y desarmar llantas. Una desarmadora está compuesta por un plato rotativo ajustable para llantas de diámetros aproximados de 10" y 23". Cuenta con una columna trasera de ajuste, operada por aire, eje con traba de seguridad y brazo horizontal.

#### **1.3.2.1. Información general**

El dispositivo *run flat* de presión posee una palanca de ascenso y descenso del brazo, con lo que hará su trabajo con todo tipo de neumáticos más fácil y con menor demanda física. Estas desarmadoras pueden ser neumática-eléctricas o solamente neumáticas.

La desarmadora de llantas es recomendada para los talleres con un volumen de servicio de neumáticos bajo, medio o alto. Sus características sobresalientes permiten realizar todo un trabajo eficiente. Además, es robusta y adecuada para hacer frente a las duras condiciones del taller.

Sus principales características son:

- Trabaja con todos los neumáticos convencionales del mercado de forma rápida y fácil.
- El robusto diseño de todos los componentes garantiza una larga durabilidad.
- El brazo de montaje oscila a un lado para que la máquina se pueda instalar junto a una pared, de modo que se ahorre espacio.

- El extractor de talón se suministra con una pieza de goma antideslizamiento para evitar daños a los neumáticos o a las llantas. Además, la máquina está equipada con un cilindro de extracción en el talón de doble efecto.
- Las llantas de aleación son tratadas con especial cuidado, ya que el cabezal de montaje está equipado con plásticos protectores. El cabezal de montaje de una sola pieza se puede ajustar tanto vertical como horizontalmente, en una posición desplazada respecto a la llanta.
- El plato de sujeción de cuatro mordazas de autocentrado, controlado por dos cilindros de sujeción, garantiza que la llanta quede siempre correctamente fijada.
- Incluye lubricador, separador de agua y un inflador manual.
- Gracias a un alcance de fijación exterior de hasta 20", puede trabajar también con ruedas grandes.

### **1.3.2.2. Tipos de desarmadoras**

Existen diferentes tipos de desarmadoras que a continuación se describirán.

#### **1.3.2.2.1. Desarmadora T1000**

La desarmadora de neumáticos T1000 es recomendada para los talleres con un volumen de servicio de neumáticos bajo o medio.

Sus características sobresalientes permiten realizar todo un trabajo eficiente. Además, es robusta y adecuada para hacer frente a las duras condiciones del taller. Sus características principales son:

- Brazo lateral: brazo de montaje puede moverse hacia un lado, permitiendo que el equipo se instale directamente junto a una pared, ocupando así menos espacio.
- Destalonador integrado: destalonador ayuda el proceso de montaje y desmontaje del talón superior.
- Diseño robusto: diseño resistente de todos los componentes garantiza una prolongada vida útil.
- Cabezal de montaje: protectores de plástico en el cabezal de montaje garantizan una manipulación segura de los aros de aleación. Puede ser ajustada de acuerdo con tamaño del neumático.
- Plato giratorio: plato giratorio autocentrante con cuatro mordazas garantiza que el neumático siempre se quede fijado correctamente.

Figura 5. **Desarmadora de llantas T1000, marca John Bean**



Fuente: *Desarmadora de llantas*. <http://www.john-car.com/productos/desmontadora-de-neumaticos-t1000.png>. Consulta: 17 de julio de 2017.

#### **1.3.2.2.2. Desarmadora T3000**

La desarmadora de neumáticos T3000 está diseñada para montar y desmontar todos los neumáticos convencionales del mercado. Esta desarmadora viene equipada con un cilindro destalonador de doble efecto y una pala del destalonador de tamaño extragrande para evitar daños en los neumáticos y las llantas. Las llantas de aleación son tratadas con especial cuidado, ya que el cabezal de montaje está equipado con plásticos protectores. El cabezal de montaje de una sola pieza se puede ajustar tanto vertical como horizontalmente, en una posición desplazada respecto a la llanta.

El brazo rebatible y los cuatro pedales ergonómicos ayudan a que la máquina sea más fácil de usar. Si se combina con el dispositivo neumático MH320 de extracción de talón opcional y el adaptador PAX, la máquina puede incluso trabajar con sistemas para neumáticos runflat PAX/CSR. El funcionamiento rápido y preciso está garantizado gracias al plato de

autocentrado de cuatro mordazas, controlado por dos cilindros de fijación y la columna neumática. El funcionamiento rápido y preciso está garantizado gracias al plato de autocentrado de cuatro mordazas, controlado por dos cilindros de fijación y la columna neumática. Sus características principales son:

- Brazo rebatible: el brazo neumático rebatible y los pedales ergonómicos ayudan a que la máquina sea más fácil de usar. Bloquea el cabezal de montaje neumáticamente, vertical y horizontalmente. Diseño rígido reduce significativamente la posibilidad de daños a los rines o neumáticos. Garantiza más espacio de instalación del neumático en el plato giratorio.
- Destalonador integrado: diseño resistente de todos los componentes garantiza una prolongada vida útil.
- Diseño robusto: diseño resistente de todos los componentes garantiza una prolongada vida útil.
- Cabezal de montaje: protectores de plástico en el cabezal de montaje garantizan una manipulación segura de los aros de aleación. Puede ser ajustada de acuerdo con tamaño del neumático.
- Plato giratorio: plato giratorio autocentrante con cuatro mordazas garantiza que el neumático siempre se quede fijado correctamente.

Figura 6. **Desarmadora de llantas T3000, marca John Bean**



Fuente: *Desarmadora de llantas*. <http://www.john-car.com/productos/desmontadora-de-neumaticos-t3000.png>. Consulta: 17 de julio de 2017.

### **1.3.2.2.3. Desarmadora T4500**

La desarmadora T4500 trabaja con todos los neumáticos convencionales del mercado de forma rápida y fácil. Si se combina con el dispositivo neumático de extracción de talón opcional y el adaptador PAX, la máquina puede incluso trabajar con sistemas para neumáticos *runflat* PAS/CSR. La máquina está equipada con un cilindro de extracción del talón, de doble efecto, y una amplia pala de extracción. Adicionalmente, el brazo extractor de talón puede ajustarse en dos posiciones.

Gracias a su alcance de fijación de hasta 24", la T4500 también puede trabajar con neumáticos de diámetro grande. La plataforma giratoria de dos velocidades controlada por pedales (solo en las versiones de 3 fases) y el brazo horizontal con rodillos agilizan todavía más las operaciones de trabajo. Inflador

de pedal para un inflado neumático rápido y seguro. Sus características principales son:

- Brazo rebatible: el brazo neumático rebatible y los pedales ergonómicos ayudan a que la máquina sea más fácil de usar. Bloquea el cabezal de montaje neumáticamente, vertical y horizontalmente. Diseño rígido reduce significativamente la posibilidad de daños a los rines o neumáticos. Garantiza más espacio de instalación del neumático en el plato giratorio.
- Destalonador integrado: la máquina está equipada con un cilindro destalonador de doble efecto y una pala del destalonador de tamaño extra grande para evitar daños en los aros y los neumáticos.
- Diseño robusto: diseño resistente de todos los componentes garantiza una prolongada vida útil.
- Cabezal de montaje: protectores de plástico en el cabezal de montaje garantizan una manipulación segura de los aros de aleación. Puede ser ajustada de acuerdo con tamaño del neumático.
- Plato giratorio: plato giratorio autocentrante con cuatro mordazas garantiza que el neumático siempre se quede fijado correctamente.

Figura 7. **Desarmadora de llantas T4500**



Fuente: *Desarmadora de llantas T4 500*. <http://www.john-car.com/productos/desmontadora-de-neumaticos-t4500.png>. Consulta: 17 de julio de 2017.

### **1.3.3. Marcas de desarmadoras**

Existe una gran cantidad de marcas de desarmadoras de llantas; a continuación, se nombra algunas marcas: las más comerciales y de mejor calidad:

- John Bean
- Atlas
- Hunter
- Hoffman

### **1.3.4. Balanceadora de llantas**

Una balanceadora de llantas está diseñada para los talleres de reparación de vehículos, distribuidoras de fabricación, fabricantes de neumáticos y garajes. El equilibrio del peso verticalmente y lateralmente es de importancia en todos los neumáticos. Por lo tanto, la balanceadora de llantas es importante tanto para los usuarios de vehículos como para los proveedores de servicios de vehículos.

#### **1.3.4.1. Información general**

Cuando el neumático gira, la masa de la gravedad o la distribución desigual de neumáticos en el momento de la producción hace que la rueda tambalee. El resultado del aumento del bamboleo en el impulso de perturbación de las vibraciones verticales y laterales es por lo general cuando hay alta velocidad.

#### **1.3.4.2. Tipos de balanceadoras**

Existen varios tipos de balanceadoras que a continuación se describen.

##### **1.3.4.2.1. Balanceadora 5.1**

Balanceadora de neumáticos para auto y camioneta con software de ingeniería italiana. 5 modos de balanceo ALU, modo de optimización y función de división de peso. (peso oculto). Carga de parámetros en forma manual.

Con eje y tuerca procesados a través de enfriamiento supersónico fuertes y duraderos. Fácil de calibrar, se puede restaurar la precisión de la máquina de

forma rápida. Con entrada USB para una fácil actualización del software. Opcional kit adaptador de motos. Sus características principales son:

- Tecnología propia: la balanceadora de neumáticos 5.1 es la única en el mundo en utilizar el nuevo tipo de sensor acelerómetro como la tecnología de acceso de 3 valores.
- Eje de equilibrio 300mm: con amplia gama de aplicaciones, puede equilibrar las ruedas de forma especial.
- Modo 7 ALU.
- Modo de balanceo único y especial para SUV.
- Modo de balanceo único y especial para motocicletas.
- Display LED.

Figura 8. **Balanceadora de llantas 5.1**



Fuente: *Balanceadora de llantas*. [http://images.locanto.com.mx/1828668860/Balanceadora-Para-Llantas-John-Bean-5-1-Americana\\_1.jpg](http://images.locanto.com.mx/1828668860/Balanceadora-Para-Llantas-John-Bean-5-1-Americana_1.jpg). Consulta: 17 de julio de 2017.

#### **1.3.4.2.2. Balanceadora VPI**

La balanceadora VPI es una balanceadora de neumáticos que fue diseñada para satisfacer a los clientes que se preocupan por el alto rendimiento. Es la solución ideal para talleres con elevado volumen de trabajo que asegura ciclos de balanceo extremadamente cortos, fácil entrada de datos y un gabinete pequeño que permite ubicarlo fácilmente en cualquier rincón en el taller.

Con todas las tecnologías incorporadas, se logra un ciclo extremadamente corto de principio a fin del balanceo, con una duración de solamente 4,5 segundos. Tienen tecnología Smart Sonar que permite la medición automática del ancho del neumático, así como la medición del diámetro y la distancia por medio de tecnología 2D SAPE. También, cuenta con el modo de posicionamiento de los contrapesos adhesivos por detrás de los rayos del aro. Sus características principales son:

- Monitor de alta resolución: interfaz gráfica e intuitiva facilita el manejo del equipo.
- Ingreso de parámetros: el brazo de medición de parámetros ingresa automáticamente la distancia y el diámetro en 2D SAPE. Las características externas del neumático son detectadas mediante la tecnología Smart. Un ahorro de 30 % de tiempo comparado con el ingreso manual de parámetros.
- Tuerca rápida: tuerca de acceso rápido que se ajusta fácilmente a las condiciones de montaje del neumático.

- Ocultar contrapesos por detrás de los rayos del aro: mediante un rayo láser, el equipo le indica al operario la posición exacta donde se deben ubicar los contrapesos adhesivos ocultos por detrás de los rayos de los aros; mejora la apariencia de las ruedas y ofrece un servicio más profesional a los clientes más exigentes.
- Tecnología VPI (*virtual plane imaging*) / (medición de plano virtual): la tecnología VPI ha probado ser la más precisa y con menos error residual del mercado, alcanzando una precisión sin igual. Sin intervención del operario, en 6 segundos, la pantalla muestra la ubicación de los desequilibrios e identifica la posición de los contrapesos.

Figura 9. **Balanceadora de llantas VPI**



Fuente: *Balanceadora de llantas*. <http://www.john-car.com/productos/balanceadora-de-neumaticos-b200.png>. Consulta: 18 de julio de 2017.

#### **1.3.4.2.3. Balanceadora, sistema 1**

La balanceadora de sistema 1 es el equipo ideal para los talleres de alto volumen que necesitan ciclos de balanceo más cortos, entrada de datos rápida y la tecnología EasyWeight que facilita la correcta ubicación de los contrapesos adhesivos en el neumático.

Su interfaz gráfica intuitiva lleva el operario de la mano por todas las funciones de la máquina garantizando que el usuario menos experimentado pueda aprender a usarla rápidamente. Sus características principales son:

- Monitor Touchscreen: facilita el manejo del equipo mediante su interfaz gráfica.
- Ingreso de parámetros: el brazo de medición de parámetros ingresa automáticamente la distancia y el diámetro en 2D SAPE. Las características externas del neumático son detectadas mediante la tecnología Smart. Un ahorro de 30 % de tiempo comparado con el ingreso manual de parámetros.
- Tuerca automática (sistema 1): tuerca electromecánica hace que todo el proceso sea rápido y sencillo. Tecnología utilizada en herramientas de control de torque que asegura un apriete confiable y consistente en cada una de las operaciones de balanceo. No requiere ningún tipo de conexiones neumáticas.
- Tecnología EasyWeight: mediante un rayo láser, el equipo le indica a el operario, la posición exacta donde se deben ubicar los contrapesos

adhesivos. La ubicación del peso es, ergonómicamente, indicada en el lado inferior del aro.

- Ocultar contrapesos por detrás de los rayos del aro: mediante un rayo láser, el equipo le indica a el operario, la posición exacta donde se deben ubicar los contrapesos adhesivos ocultos por detrás de los rayos de los aros, mejorando la apariencia de las ruedas y ofreciendo un servicio más profesional a los clientes más exigentes.
- Tecnología VPI (*virtual plane imaging*) / (medición de plano virtual): la tecnología VPI ha probado ser la más precisa y con menos error residual del mercado; alcanza una precisión sin igual. Sin intervención del operario, en 6 segundos, la pantalla muestra la ubicación de los desequilibrios e identifica la posición de los contrapesos.
- Iluminación led de los neumáticos: cuenta con iluminación led en la parte interna del neumático, lo que facilita la visibilidad y operación por parte del usuario y un servicio de balanceo más productivo.

Figura 10. **Balanceadora de llantas, sistema 1**



Fuente: *Balanceadora de llantas*. <http://www.john-car.com/images/balanceadora-de-neumaticos-b600p.png>. Consulta: 18 de julio de 2017.

### **1.3.4.3. Marcas de balanceadoras**

Existe una gran cantidad de marcas de balanceadoras de llantas; a continuación, se nombra algunas marcas: las más comerciales y de mejor calidad:

- John Bean
- Atlas
- Hunter
- Hoffman

### **1.3.5. Alineadora de dirección**

El sistema de alineación de dirección ofrece la mejor relación costo-beneficio proporciona características avanzadas que no se encuentran en otros equipos de esta gama como alineación sin ruedas, mediciones de diagonales entre ruedas y procedimientos de alineación de los fabricantes de vehículos.

#### **1.3.5.1. Información general**

Sus pantallas reflectivas son más pequeñas y livianas, sus cámaras de ultra alta resolución (UHR) logran una precisión sin igual.

Las cámaras de alta resolución garantizan más precisión y rapidez de las lecturas asegurando la mejor calidad de alineación. Además, destacan sus características relevantes como la medición de las diagonales entre ruedas que identifican daños estructurales en el vehículo y la tecnología Rolling Radius (diámetro de ruedas) que mide los tamaños de neumáticos no coincidentes lo cual puede causar daños en vehículos AWD. Este equipo está preparado para

afrontar los requerimientos más exigentes de los fabricantes de vehículos como la alineación sin ruedas y otros procedimientos específicos de cada fabricante.

### **1.3.5.2. Tipos de alineadoras**

A continuación se describen los diferentes tipos de alineadoras que existen.

#### **1.3.5.2.1. Alineadora Prism**

El sistema de alineación Prism utiliza sensores Wireless para hacer las lecturas de alineación, lo que permite una mayor movilidad para el usuario. Usando una computadora portátil, puede ser utilizado por abajo del auto para obtener las mediciones de alineación mientras que haga los ajustes necesarios.

El Prism EL garantiza mediciones fáciles de usar y un software con pantallas de ayuda. También, cuenta con baterías de iones de litio recargables para un uso más prolongado. El prisma incorpora un sistema de comunicación Bluetooth sin cables, sus sensores están alimentados por baterías de iones de litio y protegidos por cubiertas de magnesio ligero. Sus características principales son:

- Software Pro42: interfaz de fácil uso guía al técnico a través del proceso de alineación con gráficos intuitivos. Compensación de ruedas sin levantar el vehículo (no direccional).
- Movilidad sin igual: tecnología Bluetooth permite comunicación inalámbrica al sensor y permite al técnico más libertad de movimiento.

- Convergencia fácil (Ez-Toe): permite hacer ajustes de convergencia sin utilizar el sujetador de volante y evita ajustes adicionales en vehículos equipados con sensor de posición de volante.
- Mediciones de la altura del vehículo: ingresa la altura de manejo y obtiene las especificaciones de alineación adecuadas para los vehículos que lo requieren.
- Registros de clientes: revisa la historia de servicio del vehículo y permite la actualización de sus registros.
- Informes de clientes: mejora la satisfacción del cliente con informes personalizados que muestran lecturas de antes y después del servicio.

Figura 11. **Alineadora de dirección Prism**



Fuente: *Alineadora de dirección*. <http://www.john-car.com/images/alineadora-de-direccion-prismpro42.png>. Consulta: 18 de julio de 2017.

### **1.3.5.2.2. Alineadora V3D ELS**

Utilizando la tecnología de análisis de imágenes patentada, el V3D-ELS ofrece mediciones precisas en tiempo real, incrementando la productividad del taller. Es el equipo más asequible del mercado. Según las restricciones de espacio en algunos sitios, cuenta con un gabinete compacto que ahorra espacio.

El software intuitivo permite que el técnico menos entrenado sea guiado por el procedimiento de alineación y logre hacer una alineación en cuestión de minutos. Incorpora funciones avanzadas para un equipo de su categoría. Sus características principales son:

- Equipo preciso y versátil: cámaras de alta resolución producen lecturas de alineación y datos de diagnóstico precisos en tiempo real. Sensores pasivos delanteros y traseros que son más duraderos y sin electrónica que necesite calibración.
- Dimensionamiento básico: mide distancia entre ejes, ancho de vía y retraso de eje.
- Facilidad de ajustes: soporte de motor permite verificar la posición del eje delantero en vehículos con soporte de motor ligado a la suspensión. Brazos de suspensión simplifica el ajuste de avance y caída en vehículos de suspensión de doble brazo. Convergencia fácil permite realizar los ajustes sin necesidad de utilizar el sujetador de volante y ayuda a los ajustes en vehículos equipados con sensor de posición del volante.

- Soporte de cámara móvil (opcional): permite tomar lecturas en cualquier posición del elevador.
- Abrazadera AC200 universal: maneja diámetros de rueda que van de 13" a 24" (33 cm a 61 cm) estándar. Se puede aumentar el diámetro con extensiones opcionales que llegan a 28" (71cm). Uñas intercambiables reducen daños en las ruedas.
- VODI: indicador de orientación direccional del vehículo que guía al usuario durante el proceso de medición.

Figura 12. **Alineadora de dirección V3D ELS**



Fuente: *Alineadora de dirección*. <http://www.john-car.com/images/alineadora-de-direccion-v3dels.png>. Consulta: 18 de julio de 2017.

### **1.3.5.3. Marcas de alineadoras**

Existe una gran cantidad de marcas de alineadoras de llantas; a continuación, se nombra algunas marcas: las más comerciales y de mejor calidad:

- John Bean
- Atlas
- Hunter
- Hoffman

### **1.3.6. Elevadores hidráulicos**

El funcionamiento del elevador hidráulico se basa en el principio de Pascal, el cual establece que “la presión ejercida sobre un fluido poco compresible y en equilibrio dentro de un recipiente de paredes indeformables se transmite con igual intensidad en todas las direcciones y en todos los puntos del fluido”<sup>3</sup>.

#### **1.3.6.1. Información general**

Los elevadores hidráulicos son aparatos que se emplean para levantar objetos pesados, por ejemplo, un automóvil que necesita una reparación común como cambiar una de sus ruedas, facilitando el acceso a este. El inventor de esta herramienta fue Richard Dudgeon, un maquinista del siglo XIX que creó el elevador hidráulico a mediados del siglo; reemplazó al gato de rosca que era el elevador estándar utilizado en aquella época.

---

<sup>3</sup> Vifrio. *Organización*. <http://www.vifrio.com/page.php?st=vifrio&ref=15>. Consulta: 4 de enero de 2017.

Los elevadores hidráulicos emplean este principio combinando dos cilindros (uno pequeño y otro grande) para incrementar la presión y levantar objetos de mayor peso. De manera que, la energía necesaria para la elevación de la carga se transmite por una bomba con motor de accionamiento eléctrico que transmite un fluido hidráulico a un cilindro que, a su vez, actúa directa o indirectamente para provocar el ascenso.

### **1.3.6.2. Tipos de elevadores**

A continuación se describen los diferentes tipos de elevadores que se emplean.

#### **1.3.6.2.1. Elevadores de doble poste**

Son los más empleados en los talleres de servicio automotriz, concesionarios y garajes también conocidos como elevadores hidráulicos para talleres para levantar coches, autos o tractores. Tal y como su nombre indica, cuenta con dos columnas fuertes y brazos de apoyo de estabilización. Estos elevadores pueden ser simétricos, cuyos brazos de apoyo se localizan frente a frente y soportan el 50 % de la carga cada uno, y asimétricos, con brazos giratorios que permiten una mayor accesibilidad para proceder a la reparación del vehículo.

Un ejemplo de este tipo de elevador hidráulico es el que es capaz de elevar vehículos de hasta 3 800 kg en menos de 50 segundos. Está diseñado para levantar grandes pesos y efectuar trabajos continuados con total seguridad. Posee bloqueos automáticos y es de una calidad excepcional, al estar fabricado según ISO 9001 y cumplir con las normativas y homologaciones de la CE.

Figura 13. **Elevador de doble poste**



Fuente: *Elevador doble poste*. <http://www.john-car.com/productos/elevador-2-columnas-eelrks502ac9.png>. Consulta: 19 de julio de 2017.

#### **1.3.6.2.2. Elevadores de cuatro postes**

Los elevadores para levantar automóviles de cuatro columnas disponen de mayor capacidad y soporte adicional en comparación a los elevadores de dos columnas. No requiere de anclaje especial al suelo y se emplean también para solucionar problemas de estacionamiento, ya que pueden almacenar o apilar hasta dos vehículos. Este es el caso del elevador hidráulico de cuatro columnas para automóviles, furgonetas, todoterreno, con una capacidad de hasta 3 500 kg. Cuenta con una rampa para facilitar la entrada de los turismos, anclajes de seguridad y un sistema de anti calentamiento.

Figura 14. **Elevador de cuatro postes**



Fuente: *Elevador de cuatro postes*. <http://www.john-car.com/productos/elevador-de-alineacion-jb4p9.png>. Consulta: 19 de julio de 2017.

### **1.3.6.2.3. Elevadores de estacionamiento**

Plataforma elevadora con accionamiento neumático, especial para trabajos de gomería, talleres de freno, etc. Sistema de elevación vertical con muy bajo consumo de aire.

Equipado con accionamiento de precaución y traba de seguridad por falta de aire. Distintas alturas de elevación.

Figura 15. **Elevador de estacionamiento**



Fuente: *Elevador de estacionamiento*. <https://i2.wp.com/www.tecnorampa.com.mx/wp-content/uploads/izquierda.jpg?fit=1000%2C1000&ssl=1>. Consulta: 20 de julio de 2017.

#### **1.3.6.2.4. Elevadores de tijera para alineación**

Elevador electrohidráulico tipo tijera para alineación de vehículos (autos, utilitarios y camionetas). Disponible con capacidad de 4 000 kg y 5 000 kg. Provisto de platos traseros deslizantes y rampas de acceso. Viene con huecos en la parte delantera para la ubicación de los platos de alineación. Puede ser instalado sobre superficie o empotrado.

Posee sistema hidráulico compensado en forma automática, mediante válvula compensadora de diseño especial, que permite una perfecta sincronización de las plataformas sin estar vinculadas en ningún punto. Sistema de seguridad con traba mecánica y neumática, válvula de seguridad con accionamiento por rotura de tubo hidráulico. Alarma sonora de bajada.

Figura 16. **Elevador de tijera para alineación**



Fuente: *Elevador de tijera*. <http://www.john-car.com/images/elevador-tijera-de-alineacion-zx1ga.png>. Consulta: 20 de julio de 2017.

### **1.3.6.3. Marcas de elevadores**

Existe una gran cantidad de marcas de elevadores hidráulicos; a continuación, se nombra algunas marcas: las más comerciales y de mejor calidad:

- John Bean
- Atlas
- Rotary

### **1.3.7. Filtros**

Los filtros son los grandes aliados en las instalaciones de aire comprimido o gases. Con ellos se adapta la calidad del aire/gas a los requisitos de cada planta.

### **1.3.7.1. Información general**

Un filtro de línea es un equipo que se utiliza para el tratamiento del aire comprimido. Su principal misión es limpiar el aire comprimido de impurezas de todo tipo, incluso bacterianas.

Habitualmente, la forma de estimar el nivel de calidad de aire se realiza siguiendo los parámetros de la norma ISO 8573-1. Esta normativa regula el nivel máximo de contaminantes en el aire comprimido, en lo referido a la cantidad de humedad, partículas y residual de aceite.

El ambiente desde el que aspiran el aire los compresores es muy variable. Por muy limpia que parezca la atmosfera que rodea a un compresor, seguro que puede contener algún elemento en suspensión que contamine el sistema de aire comprimido. Desde la instalación más simple a la más compleja, como puede ser el aire medicinal, se debe analizar los límites de contaminación máxima admisibles y seleccionar el sistema de filtrado adecuado a cada caso.

Por su aplicación, se podrían clasificar según la siguiente:

- Prefiltros: son los primeros filtros que se instalan después de los compresores. Su principal misión es eliminar las partículas gruesas que podrían ser aspiradas por el compresor. Son, en sí mismos, los filtros protectores de la red de filtrado que se instale a continuación. La mayoría de los fabricantes ofrecen estos filtros con capacidad coalescente, es decir, que pueden eliminar una pequeña cantidad de agua y aceite al mismo tiempo que eliminan las partículas sólidas. Su capacidad de filtrado suele ser superior a 1 micra y 1 mg/m<sup>3</sup> de aceite.

- Filtros intermedios: se instalan a continuación de los prefiltros y su misión es proteger los distintos accesorios y equipos que se instalan en la red de aire. Sus características se determinan en función de la calidad de aire requerida.
  - Filtros de partículas. Son como los prefiltros, pero de un mayor grado de filtrado. Para partículas hasta 0,1 micras y para aceite o agua hasta 0,1 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>. En la salida de los secadores de adsorción se suelen colocar estos filtros con un grado de 1 micra.
  - Filtros de carbón activo. Dedicados a la eliminación de vapores y olores de aceite. No los eliminan del todo, pero el residual que dejan es muy pequeño. Como media 0,003 mg/m<sup>3</sup>.
  - Torres de carbón activo. Se emplean para reducir al máximo los residuales de vapor de aceite y olores, con la idea de ser usadas en sistemas de respiración humana.
  - Filtros catalizadores. Utilizados en sistemas de respiración humana para la eliminación del monóxido de carbono (CO).
- Filtros finales: en este grupo incluimos todos los filtros específicos de protección del sistema antes de su uso final.
  - Filtros reguladores. Son pequeños filtros que se instalan sobre la máquina de accionamiento neumático. Están formados por un filtro de partículas y un regulador de presión. Para máquinas que necesitan lubricación, el propio equipo de filtrado monta un lubricador. Estos equipos son conocidos habitualmente como FRL.

- Filtros bactericidas. Muy utilizados en aplicaciones medicinales o en laboratorios. Se utilizan para la eliminación de determinadas bacterias en el aire comprimido. Su mantenimiento requiere de una esterilización periódica. Dependiendo de cada fabricante, esta se puede realizar con vapor o por autoclave. Tienen una vida útil muy corta, determinada por el número máximo de esterilizaciones admitidas.

La estructura de los filtros es muy similar entre los distintos fabricantes. Cambia principalmente el diseño interno, para mejorar las pérdidas de carga, la calidad de los materiales de los elementos filtrantes, el grado de eficiencia y el diseño del propio elemento.

### **1.3.7.2. Tipos de filtros**

A continuación se describen los diferentes tipos de filtros que se utilizan.

#### **1.3.7.2.1. Filtro separador**

Instalación después del posenfriador. Sus características son:

- Remoción de líquidos: 99 + % de agua
- Capacidad de saturación de líquidos: 25 000 ppm
- Remoción de partículas sólidas: 3 micrones
- Paso de aceite: 5 ppm
- Caída de presión: 1 psi seco, 1,5 psi mojado

Figura 17. **Filtro separador**



Fuente: *Filtro separador*. [http://s3.amazonaws.com/thmb.inkfrog.com/pix/galevit/8-11-26-15\\_kaeser\\_filter\\_d.JPG/450/0](http://s3.amazonaws.com/thmb.inkfrog.com/pix/galevit/8-11-26-15_kaeser_filter_d.JPG/450/0). Consulta: 20 de julio de 2017.

#### **1.3.7.2.2. Filtro para partículas**

Instalación después de un secador regenerativo sin calor. Sus características son:

- Remoción de líquidos: 100 % de agua
- Capacidad de saturación de líquidos: 2 000 ppm
- Remoción de partículas sólidas: 1 micrón
- Paso de aceite: 1 ppm
- Caída de presión: 1 psi seco, 2 psi mojado

Figura 18. **Filtro para partículas**



Fuente: *Filtro de partículas*. [http://www.mundocompresor.com/adjuntos/fichero\\_2822\\_20150105.jpg](http://www.mundocompresor.com/adjuntos/fichero_2822_20150105.jpg). Consulta: 20 de julio de 2017.

#### **1.3.7.2.3. Filtro para remoción de aceite**

Instalación después de un secador refrigerativo o antes de un secador regenerativo. Sus características son:

- Remoción de líquidos: 99,99+ % de aceites
- Capacidad de saturación de líquidos: 1 000 ppm
- Remoción de partículas sólidas: 0,01 micrones
- Paso de aceite: 0,01 ppm
- Caída de presión: 1 psi seco, 3 psi mojado

Figura 19. **Filtro para remoción de aceite**



Fuente: *Filtro removedor de aceite*. <http://i.ebayimg.com/images/g/D1MAAOSwh-1W5tRL/s-l300.jpg>. Consulta: 20 de julio de 2017.

#### **1.3.7.2.4. Filtro fino para remoción de aceite**

Instalación después de un secador refrigerativo o antes de un secador regenerativo. Sus características son:

- Remoción de líquidos: 99,999+ % de aceites
- Capacidad de saturación de líquidos: 100 ppm
- Remoción de partículas sólidas: 0,01 micrones
- Paso de aceite: 0,001 ppm
- Caída de presión: 2 psi seco, 6 psi mojado

Figura 20. **Filtro fino para remoción de aceite**



Fuente: *Filtro fino removedor de aceite*. <http://www.dnsmp.com/itemphotos/ebay/SBlister1/SB90233-01.jpg>. Consulta: 20 de julio de 2017.

#### **1.3.7.2.5. Filtro para absorción de aceites**

Instalación después de un secador regenerativo o después de filtros finos para remoción de aceites. Sus características son:

- Remoción de líquidos: 0 %
- Capacidad de saturación de líquidos: 0 ppm
- Remoción de partículas sólidas: 0,01 micrones
- Paso de aceite: 0,003 ppm
- Caída de presión: 1 psi seco, N/A mojado

Figura 21. **Filtro para absorción de aceites**



Fuente: *Filtro para absorción de aceite*. [http://img.directindustry.es/images\\_di/photo-g/68092-3973673.jpg](http://img.directindustry.es/images_di/photo-g/68092-3973673.jpg). Consulta: 20 de julio de 2017.

### 1.3.7.3. **Marcas de filtros**

Existe una gran cantidad de marcas de filtros para sistemas de aire comprimido; a continuación, se nombra algunas marcas: las más comerciales y de mejor calidad:

- Kaeser
- Parker
- Ingersoll Rand
- Festo
- NMPC

### **1.3.8. Reguladores**

Los reguladores deben cumplir dos características importantes para su selección:

- La habilidad de mantener la presión de entrada y la de salida, totalmente independiente (característica de regulación).
- Mantener una independencia en el flujo de aire.

#### **1.3.8.1. Información general**

Para usar el aire comprimido de manera más eficiente, es necesario reducir la presión al nivel requerido precisamente para su aplicación. Todo el equipo neumático tiene una presión de operación óptima; el usar una presión mayor provoca un uso excesivo, sin el aumento significativo en el rendimiento, pero si el gasto de aire comprimido y, en consecuencia, el costo de generación de ese aire comprimido.

Si el aire comprimido se guarda y solo se usa exactamente el requerido al nivel más bajo de presión que la aplicación requiere; entonces, el tanque almacenador solo será llenado nuevamente en la proporción de lo que se consumió; permitiendo con ello un uso óptimo del compresor, el cual opera entre dos niveles de presión (el interruptor de presión corta el funcionamiento del compresor a la presión más alta que permite el grado de filtración más eficiente y un nivel mínimo para cuando el volumen contenido en el tanque baja un 20 %). Este rango puede ajustarse de manera óptima, para lograr que el compresor no esté trabajando continuamente y en consecuencia, se produzca un gasto excesivo de energía.

Una válvula de reducción de presión (regulador), por consiguiente, genera mayores ahorros de costos. También, es importante y obligatoria en aplicaciones como pistolas de sopleteo y boquillas, ya que el uso de altas presiones en esos aditamentos son potencialmente arriesgadas; así se podrá evitar algún accidente.

Aunque existe una inmensa gama de reguladores para aire comprimido, generalmente se pueden clasificar en 4 grupos:

- Para su uso general
- Reguladores para agua
- Reguladores para vapor
- Reguladores para gas carbónico

Es importante mencionar que los reguladores de uso general deben operarse a un tercio de su rango total, pues en valores cercanos al rango mínimo pierden sensibilidad y en valores cercanos al rango máximo pueden sufrir daño.

### **1.3.8.2. Tipos de reguladores**

Existen diferentes tipos de reguladores, a continuación se describen los más utilizados.

#### **1.3.8.2.1. Regulador individual**

- Para aplicaciones estándar como unidad individual
- Regulador de presión de precisión

Figura 22. **Regulador individual**



Fuente: Regulador individual. [https://www.festo.com/cat/es-ar\\_ar/products\\_030400](https://www.festo.com/cat/es-ar_ar/products_030400). Consulta: 20 de julio de 2017.

#### **1.3.8.2.2. Regulador serie D, ejecución de polímero**

- Preparación fiable de aire comprimido para aplicaciones en entornos no críticos.
- Combinaciones ilimitadas dentro de la serie D de Festo.
- Un tamaño con conexiones G1/8 o G1/4.

Figura 23. **Regulador de serie D, ejecución de polímero**



Fuente: *Regulador serie D*. [https://www.festo.com/cat/es-ar\\_ar/products\\_030400](https://www.festo.com/cat/es-ar_ar/products_030400). Consulta: 20 de julio de 2017.

#### **1.3.8.2.3. Regulador serie D, ejecución metálica**

- Ideal para todas las aplicaciones estándar
- Todas las funciones básicas de la preparación de aire comprimido
- Conexiones robustas
- 4 tamaños: MICRO, MINI, MIDI, MAXI

Figura 24. **Regulador serie D, ejecución metálica**



Fuente: *Regulador serie D*. [https://www.festo.com/cat/es-ar\\_ar/products\\_030400](https://www.festo.com/cat/es-ar_ar/products_030400). Consulta: 21 de julio de 2017.

#### 1.3.8.2.4. **Regulador serie MS**

- Para aplicaciones estándar y soluciones para aplicaciones específicas
- Máxima diversidad con la funcionalidad más moderna
- Sistema modular de conexión para montar y desmontar rápidamente
- Cuatro tamaños con caudales elevados y dimensiones reducidas

Figura 25. **Regulador serie MS**



Fuente: *Regulador serie MS*. [https://www.festo.com/cat/es-ar\\_ar/products\\_030400](https://www.festo.com/cat/es-ar_ar/products_030400). Consulta: 21 de julio de 2017.

### **1.3.8.3. Tipos de reguladores**

Existe una gran cantidad de marcas de reguladores para sistemas de aire comprimido; a continuación, se nombra algunas marcas: las más comerciales y de mejor calidad:

- Parker
- Festo
- NMPC

### **1.3.9. Lubricadores**

#### **1.3.9.1. Información general**

El lubricador tiene la misión de lubricar los elementos neumáticos en medida suficiente. La forma práctica más lógica para lograr el correcto funcionamiento de todo aparato en el que se verifiquen movimientos es, sin duda, la lubricación.

Entre los componentes neumáticos existen dos formas de llevar a cabo esta lubricación: con lubricantes sólidos y con lubricantes líquidos.

En muchos casos se prefiere el lubricante sólido (que durará lo que el componente en cuestión) pues existe menos riesgo de contaminación del producto que se estuviera elaborando. Cuando en cambio, se trata de lubricante líquido, la solución formal es instalar lubricadores. La función de estos aparatos es incorporar al aire ya tratado, una determinada cantidad de aceite.

Una clasificación razonable para ellos puede hacerse atendiendo a su zona de influencia, así tenemos:

- Unidades individuales de lubricación
- Unidades centrales de lubricación

El lubricante previene un desgaste prematuro de las piezas móviles, reduce el rozamiento y protege los elementos contra la corrosión.

Son aparatos que regulan y controlan la mezcla de aire-aceite. Los aceites que se emplean deben:

- Contener aditivos antioxidantes
- Contener aditivos antiespumantes
- No perjudicar los materiales de las juntas
- Tener una viscosidad poco variable trabajando entre 20 y 50 °C
- No pueden emplearse aceites vegetales (forman espuma)

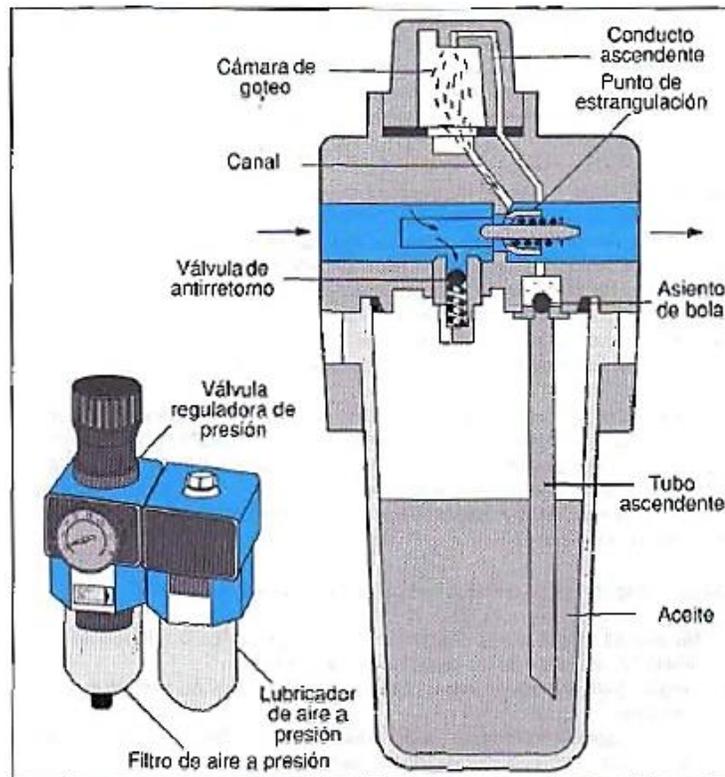
Los lubricadores trabajan generalmente según el principio Venturi.

La diferencia de presión  $A_p$  (caída de presión) entre la presión reinante antes de la tobera y la presión en el lugar más estrecho de esta se emplea para aspirar líquido (aceite) de un depósito y mezclarlo con el aire.

El lubricador no trabaja hasta que la velocidad del flujo es suficientemente grande. Si se consume poco aire, la velocidad del flujo en la tobera no alcanza para producir una depresión suficiente y aspirar el aceite del depósito. Por eso, hay que observar los valores de flujo que indique el fabricante.

- Funcionamiento de un lubricador

Figura 26. Partes de un lubricador



Fuente: *Partes de lubricado*. [https://exploratecnica.blogspot.com/2016/04/generacion-y-alimentacion-de-aire\\_23.html](https://exploratecnica.blogspot.com/2016/04/generacion-y-alimentacion-de-aire_23.html). Consulta: 21 de julio de 2017.

El aire comprimido atraviesa el aceitador desde la entrada hasta la salida; por el estrechamiento de sección en la válvula, se produce una caída de presión; en el canal y en la cámara de goteo se produce una depresión (efecto de succión); a través del canal y del tubo elevador se aspiran gotas de aceite; estas llegan, a través de la cámara de goteo y del canal hasta el aire comprimido, que afluye hacia la salida. las gotas de aceite son pulverizadas por el aire comprimido y llegan en este estado hasta el consumidor; la sección de

flujo varía según la cantidad de aire que pasa y varía la caída de presión, o sea, varía la cantidad de aceite; en la parte superior del tubo elevador se puede realizar otro ajuste de la cantidad de aceite por medio de un tornillo; una determinada cantidad de aceite ejerce presión sobre el aceite que le encuentra en el depósito, a través de la válvula de retención.

### **1.3.9.2. Tipos de lubricadores**

Existen diferentes tipos de lubricadores, a continuación se describen los más utilizados.

#### **1.3.9.2.1. Lubricador serie ALD**

La serie ALD, instalada en la línea de aire principal, está diseñada para suministrar aceite a varias válvulas, cilindros neumáticos, etc. El uso de la serie ALD permite centralizar el control de la lubricación a los componentes del final de línea. Este sistema de lubricación, en forma de filtro micrónico, garantiza una lubricación estable en los sistemas de conexionado complejo y largo.

**Figura 27. Lubricador serie ALD**



Fuente: *Lubricador serie ALD*. [https://www.smc.eu/portal\\_ssl/WebContent/digital\\_catalog\\_2/jsp/view\\_descriptions.jsp?dc\\_product\\_id=15040&lang=es&ctry=ES](https://www.smc.eu/portal_ssl/WebContent/digital_catalog_2/jsp/view_descriptions.jsp?dc_product_id=15040&lang=es&ctry=ES). Consulta: 21 de julio de 2017.

### **1.3.9.2.2. Lubricador serie ALT**

El depósito de autoalimentación de la serie ALT se utiliza con la unidad de lubricación de autoalimentación de la serie ALF. Este sistema hace innecesaria la lubricación, reduciendo significativamente el trabajo de mantenimiento. Se evita el problema del desabastecimiento de aceite dado que se suministra aceite automáticamente.

Figura 28. **Lubricador serie ALT**



Fuente: *Lubricador serie ALT*. [https://www.smc.eu/porta1\\_ssl/WebContent/digital\\_catalog\\_2/jsp/view\\_descriptions.jsp?dc\\_product\\_id=15040&lang=es&ctry=ES](https://www.smc.eu/porta1_ssl/WebContent/digital_catalog_2/jsp/view_descriptions.jsp?dc_product_id=15040&lang=es&ctry=ES). Consulta: 21 de julio de 2017.

### **1.3.9.2.3. Lubricador serie AL**

El lubricador de estilo modular de la serie AL proporciona una lubricación precisa del equipo de salida. El caudal de gotas de aceite es ajustable dependiendo de los requisitos del equipo. La serie NAL3000-6000 puede ser recargada a baja presión. El diseño modular AL permite la conexión con otros equipos de tratamiento neumático de SMC.

Figura 29. **Lubricador serie AL**



Fuente: *Lubricador serie AL*. [https://www.smc.eu/portal\\_ssl/WebContent/digital\\_catalog\\_2/jsp/view\\_descriptions.jsp?dc\\_product\\_id=15040&lang=es&ctry=ES](https://www.smc.eu/portal_ssl/WebContent/digital_catalog_2/jsp/view_descriptions.jsp?dc_product_id=15040&lang=es&ctry=ES). Consulta: 21 de julio de 2017.

### **1.3.9.3. Tipos de lubricadores**

Existe una gran cantidad de marcas de lubricadores para sistemas de aire comprimido, a continuación, se nombra algunas marcas: las más comerciales y de mejor calidad:

- Parker
- Festo
- SMC
- Camozzi
- NMPC

### **1.3.10. Herramientas neumáticas**

Existen diferentes tipos de herramientas neumáticas, a continuación se describen los más utilizados.

#### **1.3.10.1. Información general**

Como se puede inferir fácilmente por su nombre, estas herramientas funcionan gracias a la neumática. Esta es una rama de la tecnología que emplea aire comprimido (una forma de almacenar energía mecánica) para producir trabajo útil, por ejemplo, a los efectos de imprimir una fuerza y/o desplazar objetos.

La tecnología neumática se usa en sistemas industriales como, entre otros, plataformas elevadoras, apertura y cierre de puertas o válvulas, embalaje y envasado, máquinas de conformado, taladrado de piezas, robots industriales, etiquetado, sistemas de logística, prensas y máquinas herramientas.

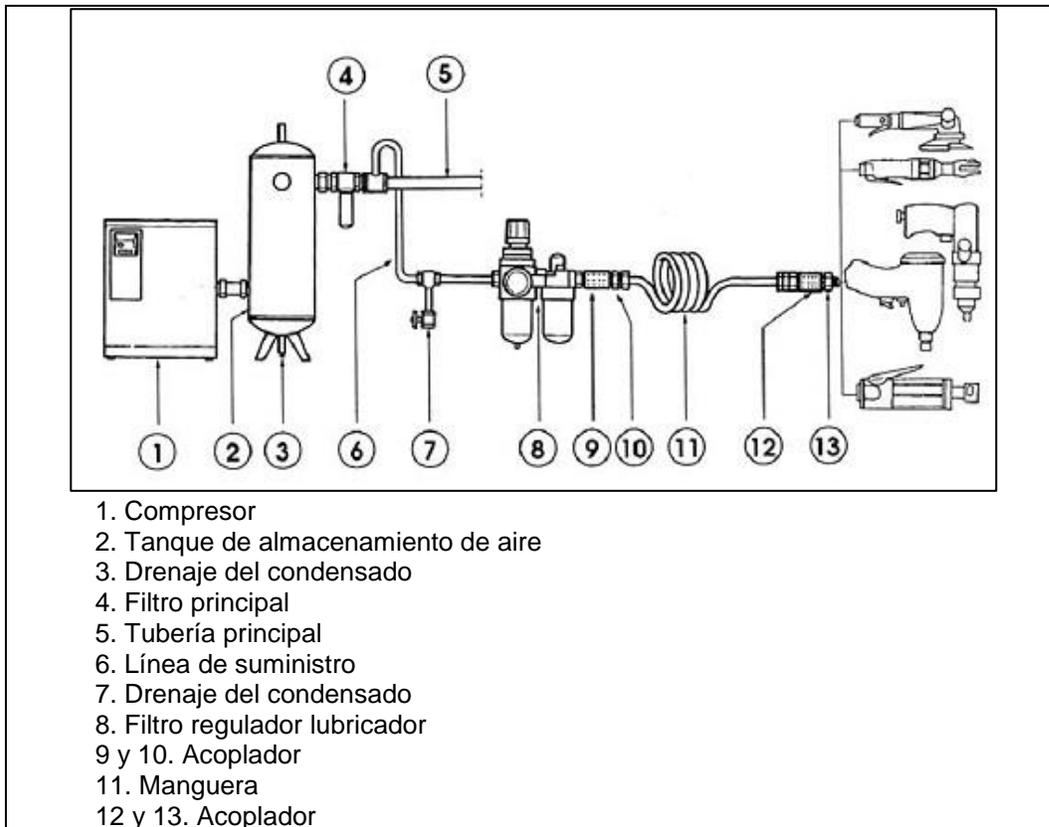
En cualquiera de los casos se requiere de un sistema neumático que consta de diversos componentes: producción, acondicionamiento y distribución de aire comprimido; control de aire comprimido y utilización de aire comprimido.

Cabe añadir que este tipo de herramientas no solamente pueden estar accionadas por aire comprimido, también, por gas, concretamente, dióxido de carbono. Por lo tanto, pueden ser mucho más prácticas y simples de transportar, ya que sólo incorporan un cartucho pequeño de gas. Sin embargo, para evitar confusiones, las herramientas que emplean cartuchos intercambiables se denominan herramientas a gas y no herramientas neumáticas, que hacen uso de aire comprimido exclusivamente.

Circuito típico: ¿cómo funciona una herramienta neumática?

Como ya se expresó anteriormente, las herramientas neumáticas deben conectarse a un circuito para funcionar, cuyos componentes se describen en la siguiente figura.

Figura 30. **Circuito neumático**



Fuente: *Circuito neumático*. <http://www.demaquinasyherramientas.com/wp-content/uploads/2014/08/Figura-2.jpg>. Consulta: 21 de julio de 2017.

El compresor cumple una función similar a la de un generador eléctrico y, dependiendo de su diseño, puede funcionar tanto con energía eléctrica como con combustible.

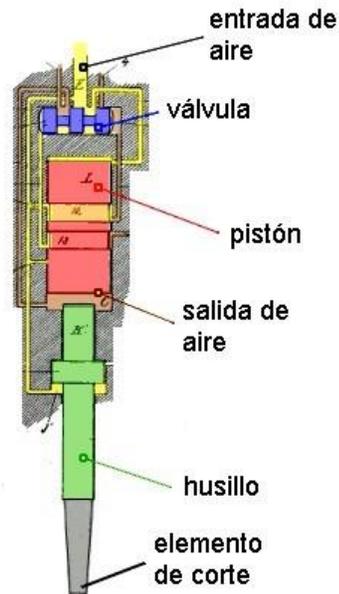
El objetivo del compresor es suministrar aire a alta presión a través de una manguera que se conecta a la herramienta neumática.

El éxito en el uso de una herramienta neumática depende fuertemente de la elección del compresor adecuado, por lo tanto, esta máquina es clave en cualquier operación basada en la tecnología neumática.

El aire comprimido se desplaza por la manguera y es sujeto a diversas operaciones de control y acondicionamiento mediante drenajes, filtros y acopladores, hasta llegar a la herramienta neumática mediante otro acoplador.

Como se ve en la figura de abajo, en el interior de esta herramienta se encuentra una serie de tubos de aire, un pistón o yunque, y un husillo que hace girar el elemento de corte, ya sea una broca, un destornillador, un disco abrasivo, una sierra, etc.

Figura 31. Interior de herramienta



Fuente: *Interior de herramienta*. <http://www.demaquinasyherramientas.com/wp-content/uploads/2014/08/Figura-3.jpg>. Consulta: 21 de julio de 2017.

El aire a alta presión proveniente del compresor fluye en un solo sentido del circuito, empujando el pistón para que impacte en el husillo y ponga en movimiento el elemento de corte. El movimiento del elemento de corte, en combinación con la vibración de la herramienta que impacta en la superficie de trabajo, provoca la inversión de una válvula en el interior del tubo de aire, lo que, a su vez, invierte la dirección de circulación del aire y, por lo tanto, el pistón se aleja del husillo. Este proceso se repite una y otra vez, y se produce muy rápidamente, de modo que el pistón impacta en el husillo más de 25 veces por segundo, lo que significa que la herramienta neumática golpea unas 1 500 veces por minuto.

- Parámetros de las herramientas neumáticas

Como en toda herramienta, existe una serie de parámetros importantes que definen el diseño y, por lo tanto, la aplicación de las herramientas neumáticas según la necesidad. De hecho, estos parámetros también servirán a la hora de elegir la herramienta adecuada para cada trabajo. Esos parámetros son:

- Presión máxima de trabajo: es la que necesita la herramienta para su funcionamiento y se mide en atmósferas, bares o libras por pulgada cuadrada (psi). La mayoría de las herramientas neumáticas funcionan a una presión de 90 psi (6,2 bares). Algunas llaves de impacto y trinquetes funcionan óptimamente a 100 psi. Es importante tener en cuenta que presiones mayores no mejoran el rendimiento. Por ejemplo, en algunas herramientas, el rendimiento decae con presiones superiores a 120 psi.
  - Caudal o consumo de aire: es la cantidad de aire que debe alimentar a la herramienta y se mide en metros cúbicos/minuto o litros/minuto o en pies cúbicos/minuto (cfm). Las herramientas rotativas tienden a utilizar más volumen de aire, seguidas por las herramientas oscilantes y finalmente las pistolas fijadoras, que son, por lo general, las que menos aire consumen.
  - Potencia: se mide en watts o HP y es el factor determinante para mantener estable el nivel de revoluciones bajo carga. La carga resulta del material a trabajar, la agresividad de la herramienta y la presión de trabajo.

- Torque: mide la fuerza de apriete y se expresa en libras-pie, Nm o kgm. Las herramientas neumáticas son capaces de producir torque máximo aún bajo sobrecarga. Consumen más aire comprimido en condiciones de carga de torque bajo (velocidad libre) y menos en condiciones de carga de torque alto.

Otras consideraciones como la velocidad libre, sin carga o en vacío (determinada en rpm), el número de golpes por minuto, el diámetro del orificio para la manguera de entrada de aire (medido en mm o fracciones de pulgada), el tipo y tamaño de los accesorios de la unidad de mantenimiento, la ubicación del escape del aire, los niveles de ruido y vibración, y la incorporación de silenciadores, entre otros, también son fundamentales para una correcta elección de la herramienta neumática más adecuada.

### **1.3.10.2. Tipos de herramientas neumáticas**

Existen diferentes tipos de herramientas neumáticas, a continuación se describen los más utilizados.

#### **1.3.10.2.1. Pistola de impacto de 1/2"**

- Eje de la pistola de 1/2".
- Embrague en baño de aceite DYNA-PACT.
- Botón para seleccionar la marcha directa e inversa con una mano con 4 posiciones de potencia positiva.
- Potencia completa en la marcha inversa.
- Compacta y ergonómica con soporte de mano de goma.
- Escape de aire a través del mando y entrada de aire giratorio de 360°.

Figura 32. **Pistola de impacto de 1/2"**



Fuente: *Pistola de impacto*. <http://www.ittalmex.com/Administracion/ImgProductos/cp7733.gif>.

Consulta: 21 de julio de 2017.

#### **1.3.10.2.2. Pistola de impacto de 1"**

- Eje de la pistola de 1" para trabajos pesados
- Embrague *doble rocking*
- Motor de 6 paletas de alta eficiencia
- 3 posiciones de potencia con control direccional
- Escape orientado hacia abajo
- Más yunque alargado de 6"

Figura 33. **Pistola de impacto de 1"**



Fuente: *Pistola de impacto*. [http://www.contrapesosjuliarojasltda.cl/images/53342-cp797-6-1-](http://www.contrapesosjuliarojasltda.cl/images/53342-cp797-6-1-inch-hd-impact-wrench_lightbox.jpeg)

[inch-hd-impact-wrench\\_lightbox.jpeg](http://www.contrapesosjuliarojasltda.cl/images/53342-cp797-6-1-inch-hd-impact-wrench_lightbox.jpeg). Consulta: 21 de julio de 2017.

### 1.3.10.2.3. Turbina neumática

- Soporte de pinza de 6,35 mm (1/4")
- Motor gobernado de 375 W (0,5 cv)
- Velocidad en vacío de 25 000 rpm
- Cuerpo compacto
- Alojamiento resistente de acero
- Cubierta del alojamiento de compositor aislante
- Palanca de seguridad estilizada
- Escape trasero

Figura 34. Turbina neumática



Fuente: *Turbina neumática*. [https://http2.mlstatic.com/D\\_Q\\_NP\\_899225-MLA25403947517\\_022017-H.jpg](https://http2.mlstatic.com/D_Q_NP_899225-MLA25403947517_022017-H.jpg). Consulta: 21 de julio de 2017.

### **1.3.10.3. Marcas de herramientas neumáticas**

Existe una gran cantidad de marcas herramientas neumáticas; a continuación, se nombra algunas marcas: las más comerciales y de mejor calidad:

- Chicago Pneumatic
- Ingersoll Rand
- Craftsman
- DeWalt

## **1.4. Diseño de plan de mantenimiento preventivo**

Un plan de mantenimiento es el conjunto de tareas de mantenimiento programado, agrupadas o no siguiendo algún tipo de criterio, y que incluye a una serie de equipos de la planta, que habitualmente no son todos.

### **1.4.1. Información general de un plan de mantenimiento**

Hay todo un conjunto de equipos que se consideran no mantenibles desde un punto de vista preventivo, y en los cuales es mucho más económico aplicar una política puramente correctiva (en inglés se denomina run to failure, o utilizar hasta que falle).

El plan de mantenimiento engloba tres tipos de actividades:

- Las actividades rutinarias que se realizan a diario, y que normalmente las lleva a cabo el equipo de operación.
- Las actividades programadas que se realizan a lo largo del año.

- Las actividades que se realizan durante las paradas programadas.

Las tareas de mantenimiento son, como ya se ha dicho, la base de un plan de mantenimiento. Las diferentes formas de realizar un plan de mantenimiento que se describen en los capítulos siguientes no son más que formas de determinar las tareas de mantenimiento que compondrán el plan.

Al determinar cada tarea debe determinarse además cinco informaciones referentes a ella: frecuencia, especialidad, duración, necesidad de permiso de trabajo especial y necesidad de parar la máquina para efectuarla.

#### **1.4.2. Frecuencia**

En cuanto a la frecuencia de una tarea, existen dos formas para fijarla:

- Siguiendo periodicidades fijas
- Determinándola a partir de las horas de funcionamiento

Cualquiera de las dos formas es perfectamente válida; incluso es posible que para unas tareas sea conveniente que se realice siguiendo periodicidades preestablecidas y que otras tareas, incluso referidas al mismo equipo, sean referidas a horas efectivas de funcionamiento. Ambas formas de determinación de la periodicidad con la que hay que realizar cada una de las tareas que componen un plan tienen ventajas e inconvenientes.

Así, realizar tareas de mantenimiento siguiendo periodicidades fijas puede suponer hacer mantenimiento a equipos que no han funcionado, y que, por tanto, no se han desgastado en un periodo determinado. Por el contrario, basar

el mantenimiento en horas de funcionamiento tiene el inconveniente de que la programación de las actividades se hace mucho más complicada, al no estar fijado de antemano exactamente cuándo tendrán que llevarse a cabo. Un programa de mantenimiento que contenga tareas con periodicidades temporales fijas junto con otras basadas en horas de funcionamiento no es fácil de gestionar y siempre es necesario buscar soluciones de compromiso. Más adelante, en este texto, se exponen algunas de estas soluciones.

No es fácil fijar unos criterios para establecer las tareas de mantenimiento. Teóricamente, una tarea de mantenimiento debe realizarse para evitar un fallo, con lo cual habría que determinar estadísticamente el tiempo que transcurre de media hasta el momento del fallo si no se actúa de ninguna forma en el equipo. El problema es que normalmente no se dispone de datos estadísticos para hacer este estudio, ya que en muchos casos significaría llevar los equipos a rotura para analizar cuanto aguantan; en otros, realizar complejas simulaciones del comportamiento de materiales, que no siempre están al alcance del departamento de mantenimiento de una instalación. Así que es necesario buscar criterios globales con los que fijar estas periodicidades, buscando primar el coste, la fiabilidad y la disponibilidad en esta decisión, y no tanto el agotamiento de la vida útil de las piezas o los conjuntos.

### **1.4.3. Especialidad**

En la elaboración del plan de mantenimiento es conveniente diferenciar las tareas que realizan unos profesionales u otros, de forma que al generar las órdenes de trabajo correspondientes no se envíe al especialista eléctrico lo que debe realizar el especialista mecánico y viceversa.

Las especialidades más habituales de las tareas que componen un plan de mantenimiento son las siguientes:

- Operación: las tareas de este tipo son llevadas a cabo por el personal que realiza la operación de la instalación y, normalmente, se trata de inspecciones sensoriales que se realizan muy frecuentemente, lecturas de datos y en ocasiones trabajos de lubricación.
- Campo solar: las tareas de este tipo son llevadas a cabo por especialistas en la realización de tareas en la zona de captación de radiación. Incluye normalmente tareas eléctricas, mecánicas y de instrumentación.
- Mecánica: las tareas de este tipo requieren especialistas en montaje y desmontaje de equipos, en ajustes, alineaciones, comprensión de planos mecánicos, etc.
  - Electricidad: los trabajos de este tipo exigen que los profesionales que los llevan a cabo tengan una fuerte formación en electricidad, bien en baja, media o alta tensión.
- Instrumentación: los trabajos de este tipo están relacionados con profesionales con formación en electrónica, y, además, con una formación específica en verificación y calibración de instrumentos de medida.
- Predictivo: esta especialidad incluye termografías, boroscopías, análisis de vibraciones, etc. Los profesionales que las llevan a cabo son generalmente técnicos especialmente entrenados en estas técnicas y en las herramientas que utilizan para desarrollarlas.

- **Mantenimiento legal:** en muchas ocasiones se requiere que para llevar a cabo determinadas tareas de carácter obligatorio recogidas en normativas en vigor sea necesario tener determinadas acreditaciones. Además, es muy habitual contratar con empresas externas, poseedoras de dichas acreditaciones, estos mantenimientos.
- **Limpieza técnica:** la fuerte especialización que requiere este trabajo, junto con las herramientas que se emplean hace que se trate de conocimientos muy específicos que además normalmente se contratan con empresas externas.
- **Obra civil:** no es habitual que el personal de plantilla realice este tipo de trabajos, por lo que para facilitar su programación, realización y control puede ser conveniente crear una categoría específica.

#### **1.4.4. Duración**

La estimación de la duración de las tareas es una información complementaria del plan de mantenimiento. Siempre se realiza de forma aproximada y se asume que esta estimación lleva implícito un error por exceso o por defecto.

- **Permiso de trabajo**

Determinadas tareas requieren de un permiso especial para llevarlas a cabo. Así, las tareas de corte y soldadura, las que requieren la entrada en espacios confinados, las que suponen un riesgo eléctrico, etc., requieren normalmente de un permiso de trabajo especial. Resulta útil que en el plan de mantenimiento esté contenida esta información, de manera que estén

diferenciados aquellos trabajos que requieren de un permiso, de aquellos que se realizan simplemente con una orden de trabajo.

- Máquina parada o en marcha

Para llevar a cabo una tarea de terminada puede ser conveniente que el equipo, el sistema al que pertenece o incluso toda la planta estén paradas o en marcha. Resulta útil que este extremo esté indicado en el plan de mantenimiento, ya que facilita su programación.

#### **1.4.5. Tipos de planes de mantenimiento preventivo**

Un plan de mantenimiento preventivo se puede diseñar según distintos criterios:

- El plan de mantenimiento preventivo programado: plan donde las revisiones se realizan por tiempo, kilometraje, horas de funcionamiento, etc. Así, por ejemplo, en un automóvil se determina un mantenimiento preventivo programado, la presión de las ruedas se revisa cada tres meses, el aceite del motor se cambia cada 10 000 km y la correa de distribución cada 90 000 km.
- El plan de mantenimiento preventivo predictivo: este plan trata de determinar el momento en el cual se deben efectuar las reparaciones mediante un seguimiento que determine el periodo máximo de utilización antes de ser reparado.
- El plan de mantenimiento preventivo de oportunidad: este plan es aquel que se realiza aprovechando los periodos de no utilización, evitando de

este modo parar los equipos o las instalaciones cuando están en uso. Volviendo al ejemplo del automóvil, si se utiliza el auto solo unos días a la semana y se pretende hacer un viaje largo con él, es lógico realizar las revisiones y posibles reparaciones en los días en los que no se necesita el coche, antes de iniciar el viaje, garantizando de este modo su buen funcionamiento.

#### **1.4.6. Información general de un manual de usuario**

El manual de usuario es un documento destinado a dar asistencia a las personas que utilizan un sistema en particular. Por lo general, este documento está redactado por un escritor técnico, por ejemplo, los programadores del sistema o los directores de proyectos implicados en su desarrollo, o el personal técnico, especialmente en las empresas más pequeñas.

Los manuales de usuario son más comúnmente asociados con los productos electrónicos, como computadoras y programas.

La mayoría de las guías de usuario contienen tanto una guía escrita como imágenes asociadas. En el caso de las aplicaciones informáticas, es habitual incluir capturas de pantalla de cómo el programa debería ser, y manuales que a menudo incluyen diagramas claramente detallados y sencillos que detallan los pasos a realizar por el usuario para llevar a cabo las distintas opciones disponibles. El lenguaje utilizado deberá ser sencillo, dirigido a una audiencia que podrá no entender un lenguaje demasiado técnico.

- Secciones básicas del manual de usuario

Las secciones de un manual de usuario a menudo incluyen:

- Una página de portada.
- Una página de título.
- Una página de derechos de autor.
- Un prefacio con detalles de los documentos relacionados y la información sobre cómo navegar por la guía del usuario.
- Una sección de introducción, que incluye:
  - Una breve descripción del sistema y su finalidad
  - Una sección de novedades desde la última versión
- Una sección de requisitos previos necesarios para usar el sistema, que incluye:
  - Conocimientos mínimos del usuario
  - Requisitos técnicos previos que incluye:
    - ✓ Capacidades técnicas mínimas del equipo
    - ✓ Software asociado necesario
  - Mecanismo para acceder al sistema
- Una sección de instalación y configuración.
- Una guía sobre cómo utilizar al menos las principales funciones del sistema, es decir, sus funciones básicas.

- Una sección de solución de problemas que detalla los posibles errores o problemas que pueden surgir, junto con la forma de solucionarlos.
- Una sección de preguntas frecuentes.
- Dónde encontrar más ayuda, y datos de contacto.
- Un glosario y, para documentos más grandes, un índice.
- Modalidad de página.

#### **1.4.7. Tipos de manuales de usuario**

Existen diversas clasificaciones de los manuales, a los que se designa con nombres diversos, pero que pueden resumirse de la siguiente manera:

- Por su alcance
  - Generales o de aplicación universal.
  - Departamentales o de aplicación específica: son manuales que norman la actuación de su personal según el departamento al que están escritos y las funciones que realizan. Por ejemplo, manuales de ventas.
  - De puestos o aplicación individual: son manuales específicos para detallar las características y el alcance de las responsabilidades de un puesto o un grupo determinado de puestos similares.

- Por su contenido
  - De historia de la empresa o institución: estos manuales, generalmente, tienen una breve historia de la empresa, desde su fundación hasta su realidad; incluye además su misión, visión y objetivo. Generalmente, incluyen una copia del reglamento interior de trabajo para que conozca sus derechos y obligaciones.
  - De organización: es un manual de información sobre la estructura general de la empresa y las funciones de cada área.
  - De políticas: Son una especie de criterios de actuación que, sin ser reglas, permiten tener un criterio de actuación en una empresa. Por ejemplo, nuestra política es que el cliente sea atendido en menos de 15 minutos.
  - De procedimientos: es un manual específico que detalla cada una de las etapas que se llevan a cabo para realizar algo. Por ejemplo, manual para la evaluación de personal.
  - De contenido múltiple (manual de técnicas).
  
- Por su función específica o área de actividad
  - De personal: estos manuales exponen con detalle la estructura de la empresa y señalan los puestos y la relación que existe entre ellos para el logro de sus objetivos. Explican la jerarquía, los grados de autoridad y responsabilidad; las funciones y actividades de los órganos de la empresa. Generalmente, contienen gráficas

de organización, descripciones de trabajo, cartas del límite de autoridad, entre otras cosas.

- De ventas: son manuales como su nombre lo dice, de formas para llevar a cabo una tarea específica que son las ventas. Por ejemplo, manual para ventas de computadoras.
- De producción o ingeniería.



## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1. Características técnicas de la maquinaria en centros de servicio**

En Vifrio existen diferentes tipos de maquinaria: estacionaria, móvil, neumática, hidráulica y eléctrica.

#### **2.1.1. Tipos de maquinaria**

Entre estos tipos de maquinaria, hay máquinas que pueden mezclarse por el tipo de funcionamiento que tienen. Por ejemplo, hay máquinas que son neumáticas e hidráulicas, otras que son hidráulicas y eléctricas. A continuación, se detalla las máquinas, según su tipo de funcionamiento.

##### **2.1.1.1. Estacionaria**

La maquinaria estacionaria es aquella que es demasiado pesada y debe permanecer en un solo lugar. Esta maquinaria debe estar pernada al suelo. Entre la maquinaria estacionaria que se encuentra en Vifrio, está la siguiente:

- Elevadores de doble poste
- Elevadores de tijera para alineación
- Elevadores de estacionamiento
- Elevadores de cuatro postes
- Desarmadora de llantas
- Balanceadora de llantas
- Alineadora de llantas
- Compresores

### **2.1.1.2. Móvil**

La maquinaria móvil es aquella que, al no ser muy pesada, puede trasladarse de un lugar a otro, sin dañar el funcionamiento de la máquina. Las máquinas móviles que tiene Vifrio son las siguientes:

- Elevadores para inspección (freneros móviles)
- Filtros
- Reguladores
- Lubricadores

### **2.1.1.3. Neumática**

Las máquinas y herramientas neumáticas son aquellas que funcionan a base de aire comprimido, que necesitan una cierta presión para operar. Las máquinas y herramientas neumáticas que tiene Vifrio son las siguientes:

- Desarmadora de llantas
- Pistola de impacto de 1"
- Pistola de impacto de ½"
- Turbina neumática
- Filtros
- Reguladores
- Lubricadores
- Alineadora de llantas

#### **2.1.1.4. Hidráulica**

Las máquinas hidráulicas son aquellas que funcionan a base de aceite. Las máquinas hidráulicas que tiene Vifrio son las siguientes:

- Elevadores de doble poste
- Elevadores de tijera para alineación
- Elevadores de estacionamiento
- Elevadores de cuatro postes
- Desarmadora de llantas

#### **2.1.1.5. Eléctrica**

Las máquinas eléctricas son aquellas que funcionan con el suministro de energía eléctrica. Las máquinas eléctricas que tiene Vifrio son las siguientes:

- Elevadores de doble poste
- Elevadores de tijera para alineación
- Elevadores de estacionamiento
- Elevadores de cuatro postes
- Desarmadora de llantas
- Balanceadora de llantas
- Alineadora de llantas
- Compresor

## **2.2. Clasificación del tipo de maquinaria**

En los centros de servicio Vifrio se encuentran diferentes tipos de maquinaria. Los compresores están clasificados por las capacidades de cada

uno y por las marcas, así como el resto de las máquinas. A continuación, se hace una clasificación de cada una de las máquinas con las que cuenta Vifrio.

### **2.2.1. Compresores**

Existen diferentes tipos de compresores, a continuación se detallan los utilizados en centros de servicio Vifrio.

#### **2.2.1.1. Kellogg American**

- Compresor de pistón
- Motor trifásico 220V
- Capacidad de 10HP

Figura 35. **Compresor de pistón Kellogg American de 10HP**



Fuente: elaboración propia.

### **2.2.1.2. Kaeser 7.5 HP**

- Compresor de tornillo
- Motor trifásico 220V
- Capacidad de 7,5 HP

Figura 36. **Compresor de tornillo Kaeser de 7,5 HP**



Fuente: elaboración propia.

### **2.2.1.3. Kaeser 10 HP**

- Compresor de tornillo
- Motor trifásico 220 V
- Capacidad de 10 HP

Figura 37. **Compresor de tornillo Kaeser de 10HP**



Fuente: elaboración propia.

#### **2.2.1.4. Ingersoll Rand 10 HP**

- Compresor de pistón
- Motor trifásico 220 V
- Capacidad de 10 HP

Figura 38. **Compresor de pistón Ingersoll Rand de 10HP**



Fuente: elaboración propia.

#### **2.2.1.5. Ingersoll Rand 5 HP**

- Compresor de pistón
- Motor trifásico 220 V
- Capacidad de 5 HP

Figura 39. **Compresor de pistón Ingersoll Rand de 5HP**



Fuente: elaboración propia.

#### **2.2.1.6. Ingersoll Rand 705 HP**

- Compresor de pistón
- Motor trifásico 220 V
- Capacidad de 7,5 HP

Figura 40. **Compresor de pistón Ingersoll Rand de 7.5HP**



Fuente: elaboración propia.

## **2.2.2. Desarmadoras de llantas**

Existen diferentes tipos de desarmadoras de llantas, a continuación se detallan los utilizados en centros de servicio Vifrio.

### **2.2.2.1. John Bean T5000**

- Modelo T5000
- Motor monofásico 230 V
- Neumática-eléctrica

Figura 41. **Desarmadora de llantas John Bean T5000**



Fuente: elaboración propia.

### **2.2.2.2. John Bean T1000**

- Modelo T1000
- Motor monofásico 230 V
- Neumática-eléctrica

Figura 42. **Desarmadora de llantas John Bean T1000**



Fuente: elaboración propia.

### 2.2.2.3. **Desarmadora Hunter**

- Motor monofásico 230 V
- Neumática-eléctrica

Figura 43. **Desarmadora Hunter**



Fuente: elaboración propia.

#### **2.2.2.4. Coats**

- Motor monofásico 230 V
- Neumática

Figura 44. **Desarmadora Coats**



Fuente: elaboración propia.

#### **2.2.3. Balanceadoras de llantas**

Existen diferentes tipos de balanceadoras de llantas, a continuación se detallan los utilizados en centros de servicio Vifrio.

##### **2.2.3.1. John Bean**

- Sistema VPI
- Motor monofásico 230 V

Figura 45. **Balancedora John Bean sistema VPI**



Fuente: elaboración propia.

### **2.2.3.2. Balancedora Hunter**

- Modelo DSP 9600
- Motor monofásico 230 V

Figura 46. **Balanceadora Hunter DSP9600**



Fuente: elaboración propia.

### 2.2.3.3. **Atlas**

- Modelo WB-11
- Motor monofásico 230 V

Figura 47. **Balanceadora Atlas WB-11**



Fuente: elaboración propia.

## **2.2.4. Alineadoras de dirección**

Existen diferentes tipos de alineadoras de dirección, a continuación se detallan los utilizados en centros de servicio Vifrio.

### **2.2.4.1. John Bean 3D**

- Modelo 3D

Figura 48. **Alineadora John Bean modelo 3D**



Fuente: elaboración propia.

### **2.2.4.2. John Bean CCD**

- Modelo CCD

Figura 49. **Alineadora Jhon Bean modelo CCD**



Fuente: elaboración propia.

### 2.2.4.3. **Alineadora Hunter 3D**

- Modelo 3D

Figura 50. **Alineadora Hunter modelo 3D**



Fuente: elaboración propia.

## **2.2.5. Elevadores hidráulicos**

Existen diferentes tipos de elevadores de neumáticos, a continuación se detallan los utilizados en centros de servicio Vifrio.

### **2.2.5.1. Elevador doble poste Atlas**

- Atlas

Figura 51. **Elevador doble poste Atlas**



Fuente: elaboración propia.

### **2.2.5.2. Elevador doble poste Rotary**

- Rotary

Figura 52. **Elevador doble poste Rotary**



Fuente: elaboración propia.

### 2.2.5.3. **Elevador de cuatro postes**

- Atlas

Figura 53. **Elevador de cuatro postes Atlas**



Fuente: elaboración propia.

#### 2.2.5.4. Elevador de estacionamiento

- Rotary

Figura 54. Elevador de estacionamiento Rotary



Fuente: elaboración propia.

#### 2.2.5.5. Elevador de tijera para alineación

- Rotary

Figura 55. Elevador de tijera para alineación Rotary



Fuente: elaboración propia.

## **2.2.6. Filtros para aire comprimido**

Existen diferentes tipos de filtros de aire comprimido, a continuación se muestran los utilizados en centros de servicio Vifrio.

### **2.2.6.1. Filtros Parker**

Figura 56. **Filtro Parker**



Fuente: elaboración propia.

### **2.2.6.2. Filtros NMPC**

Figura 57. **Filtro NMPC**



Fuente: elaboración propia.

## **2.2.7. Reguladores**

Existen diferentes tipos de reguladores, a continuación se muestran los utilizados en centros de servicio Vifrio.

### **2.2.7.1. Reguladores Parker**

Figura 58. **Regulador Parker**



Fuente: elaboración propia.

### **2.2.7.2. Reguladores NMPC**

Figura 59. **Regulador NMPC**



Fuente: elaboración propia.

## **2.2.8. Lubricadores**

Existen diferentes tipos de lubricantes, a continuación se muestran los utilizados en centros de servicio Vifrio.

### **2.2.8.1. Lubricadores Parker**

Figura 60. **Lubricador Parker**



Fuente: elaboración propia.

### **2.2.8.2. Lubricadores NMPC**

Figura 61. **Lubricador NMPC**



Fuente: elaboración propia.

## **2.2.9. Herramientas neumáticas**

Existen diferentes tipos de herramientas neumáticas, a continuación se muestran las utilizadas en centros de servicio Vifrio.

### **2.2.9.1. Pistola Chicago Pneumatic**

- Cañón de 1"

Figura 62. **Pistola Chicago Pneumatic de 1"**



Fuente: elaboración propia.

### **2.2.9.2. Pistola Chicago Pneumatic**

- Cañón de 1/2"

Figura 63. **Pistola Chicago Pneumatic de 1/2"**



Fuente: elaboración propia.

### **2.2.9.3. Pistola Ingersoll Rand**

- Cañón de 1”

Figura 64. **Pistola Ingersoll Rand de 1”**



Fuente: elaboración propia.

## **2.3. Clasificación del tipo de maquinaria**

En la sección anterior se clasificó la maquinaria de Vifrio; marcas y una breve descripción de sus especificaciones. A continuación, se clasifica las máquinas por cada centro de servicio.

### **2.3.1. Cds Aguilar Batres**

- Compresor Kellogg American de 10 HP
- Desarmadora de llantas John Bean T5000
- Balanceadora John Bean sistema VPI
- Alineadora John Bean 3D
- 2 elevadores de doble poste Atlas
- 5 elevadores estacionarios Rotary

- 2 filtros Parker y 3 NMPC
- 2 reguladores Parker y 3 NMPC
- 2 lubricadores Parker y 3 NMPC
- Pistola Ingersoll Rand de 1"
- 4 pistolas Chicago Pneumatic de ½"

### **2.3.2. Cds Avenida Petapa**

- Compresor Kaeser de 7,5 HP
- Desarmadora de llantas John Bean T5000
- Balanceadora Hunter DSP9600
- Alineadora John Bean 3D
- 2 elevadores de doble poste Atlas
- 1 elevador de doble poste Rotary
- 3 elevadores estacionarios Rotary
- 5 filtros Parker
- 5 reguladores Parker
- 5 lubricadores Parker
- Pistola Ingersoll Rand de 1"
- 4 pistolas Chicago Pneumatic de ½"

### **2.3.3. Cds Roosevelt**

- Compresor Kaeser de 10 HP
- Desarmadora de llantas John Bean T5000
- Desarmadora de llantas John Bean T1000
- Balanceadora John Bean sistema VPI
- Alineadora John Bean 3D

- 4 elevadores de doble poste Rotary
- 5 elevadores estacionarios Rotary
- 6 filtros Parker
- 6 reguladores Parker
- 6 lubricadores Parker
- Pistola Chicago Pneumatic de 1"
- 5 pistolas Chicago Pneumatic de ½"

#### **2.3.4. Cds San Cristóbal**

- Compresor Ingersoll Rand de 10 HP
- Desarmadora de llantas John Bean T5000
- Balanceadora Hunter DSP9600
- Alineadora John Bean 3D
- 1 elevador de cuatro postes Atlas
- 4 elevadores de doble poste Atlas
- 1 elevadores estacionarios Rotary
- 5 filtros Parker
- 5 reguladores Parker
- 5 lubricadores Parker
- 4 pistolas Chicago Pneumatic de ½"

#### **2.3.5. Cds Las Américas**

- Compresor Kaeser de 7,5 HP
- 2 desarmadoras de llantas Hunter
- Balanceadora Hunter DSP9600
- Alineadora Hunter 3D

- 2 elevadores de doble poste Rotary
- 2 elevadores de doble poste Atlas
- 3 elevadores estacionarios Rotary
- 4 filtros Parker
- 4 reguladores Parker
- 4 lubricadores Parker
- 4 pistolas Chicago Pneumatic de ½”

### **2.3.6. Cds Puerto Barrios**

- Compresor Ingersoll Rand de 5 HP
- Compresor Ingersoll Rand de 7,5 HP
- Desarmadora de llantas John Bean T1000
- Desarmadora de llantas Coat
- Balanceadora Atlas WB-11
- Alineadora John Bean CCD
- 1 elevadores de doble poste Rotary
- 2 elevadores de doble poste Atlas
- 4 filtros Parker
- 4 reguladores Parker
- 4 lubricadores Parker
- 3 pistolas Chicago Pneumatic de ½”

### **2.3.7. Cds Cuesta Blanca**

- Compresor Ingersoll Rand de 7,5 HP
- Desarmadora de llantas John Bean T1000
- Balanceadora John Bean sistema VPI

- Alineadora John Bean 3D
- 4 elevadores de doble poste Rotary
- Elevador estacionario Rotary
- 4 filtros Parker
- 4 reguladores Parker
- 4 lubricadores Parker
- 3 pistolas Chicago Pneumatic de ½"

### **2.3.8. Cds Salcajá**

- Compresor Ingersoll Rand de 10 HP
- Desarmadora de llantas John Bean T5000
- Balanceadora John Bean sistema VPI
- Alineadora John Bean 3D
- 2 elevadores de doble poste Rotary
- 3 elevadores estacionarios Rotary
- 5 filtros Parker
- 5 reguladores Parker
- 5 lubricadores Parker
- 4 pistolas Chicago Pneumatic de ½"

### **2.3.9. Cds Huehuetenango**

- Compresor Ingersoll Rand de 7,5 HP
- Desarmadora de llantas John Bean T1000
- Balanceadora John Bean sistema VPI
- Alineadora John Bean CCD
- Elevador de doble poste Rotary

- 2 elevadores estacionarios Rotary
- 3 filtros Parker
- 3 reguladores Parker
- 3 lubricadores Parker
- 3 pistolas Chicago Pneumatic de ½”

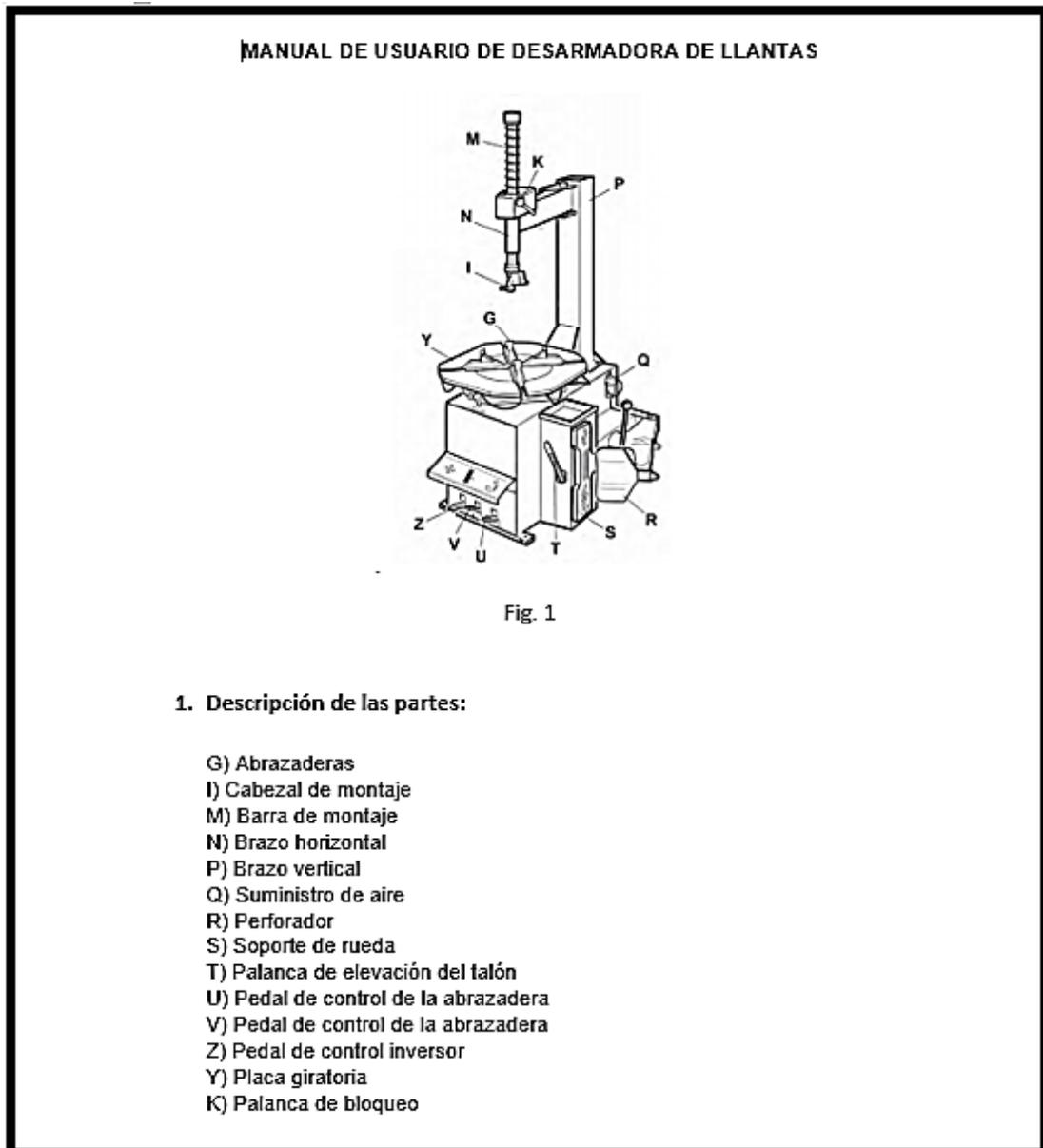
#### **2.4. Manuales de usuario de maquinaria**

Los manuales de usuario de las máquinas son de suma importancia para el operario. En Vifrio se tienen operarios de experiencia que no necesitan un manual para operar la maquinaria, pero es importante tener un manual de usuario para que cualquier persona pueda utilizar la máquina. Ya sea personal nuevo o el personal de mantenimiento, que regularmente conoce el mantenimiento de las máquinas; sin embargo, a veces desconocen el funcionamiento de las mismas.

En este caso se elaboraron manuales de usuario generales para desarmadora y balanceadora únicamente, ya que en el tema de las alineadoras no existe un manual de usuario que pueda quedar permanente, esto porque anualmente se realizan actualizaciones de software y los pasos a seguir tienden a variar siempre. A continuación, se puede observar a través de figuras, los manuales de usuario realizados por página.

## 2.4.1. Manual de desarmadora de llantas

Figura 65. Manual de usuario de una desarmadora de llantas



Continuación de la figura 65.

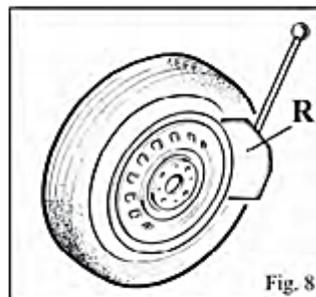
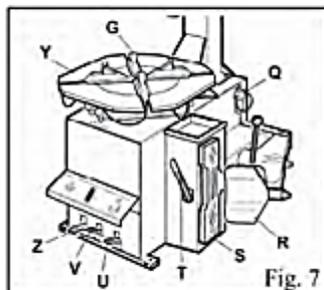
## 2. Operación del equipo:

El funcionamiento del cambiador de neumáticos se divide en tres partes:

- A) Rompiendo el talón
- B) Removiendo el neumático
- C) Montando el neumático

### 2.1 Rompiendo el talón

- Compruebe que el neumático esté desinflado. Si no, desinfe.
- Cierre completamente las abrazaderas del plato giratorio.
- Coloque la rueda contra los topes de goma en el lado derecho del cambiador de neumáticos (S).
- Coloque el triturador de talón (R) contra el talón del neumático a una distancia de aproximadamente 1 cm del reborde (fig. 8). Preste atención a la hoja, que debe funcionar correctamente en el neumático y no en el aro.
- Presione el pedal (U) para activar el disyuntor de talones y suéltelo cuando la cuchilla haya alcanzado el final de su recorrido o en cualquier caso cuando se rompe el talón.
- Gire el neumático ligeramente y repita la operación alrededor de toda la circunferencia, de ambos lados, hasta que el cordón se separe completamente del aro.



Continuación de la figura 65.

## 2.2 Quitando el neumático

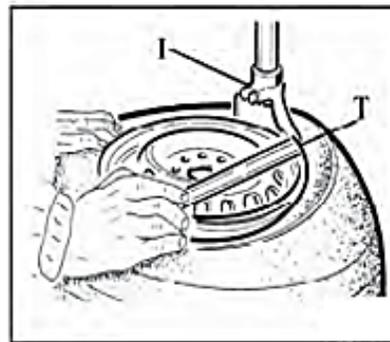
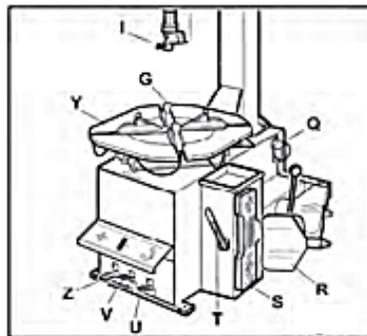
Extienda la grasa suministrada (o grasa de un tipo similar) sobre el talón del neumático.

### Bloqueo exterior:

- Coloque las abrazaderas (G) de acuerdo con la marca de referencia en el plato giratorio (Y) presionando el pedal (V) hasta la posición intermedia.
- Coloque el neumático sobre las abrazaderas y el borde presionado, presione el pedal (V) en la medida en que vaya.

### Bloqueo interior:

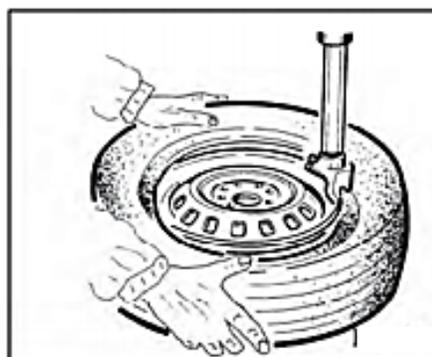
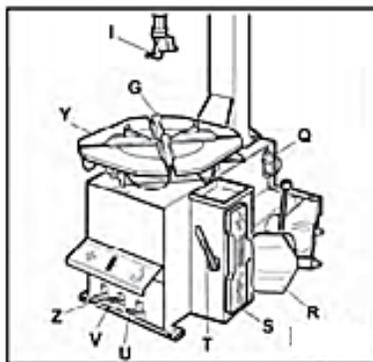
- Coloque las abrazaderas (G) de modo que queden completamente cerradas.
- Coloque el neumático en las abrazaderas y presione el pedal (V) para abrir las abrazaderas y bloquear el borde.
- Baje la barra de montaje (M) de modo que la cabeza de montaje (I) se apoye contra el borde de la llanta y bloquéelo con la palanca (K). Esto bloqueará el brazo tanto en dirección vertical como horizontal y mueva la cabeza de montaje (I) a unos 2 mm de la llanta.
- Con la palanca (T) insertada entre el talón y la sección delantera del cabezal de montaje (I) mueva el talón del neumático sobre el cabezal de montaje.
- Con la palanca mantenida en esta posición, gire el plato giratorio (Y) en el sentido de las agujas del reloj presionando (Z) hacia abajo hasta que el neumático esté completamente separado de la llanta de la rueda.
- Retire el tubo interior, si hay uno, y repita la operación para el otro talón.



Continuación de la figura 65.

### 2.3 Montaje del neumático

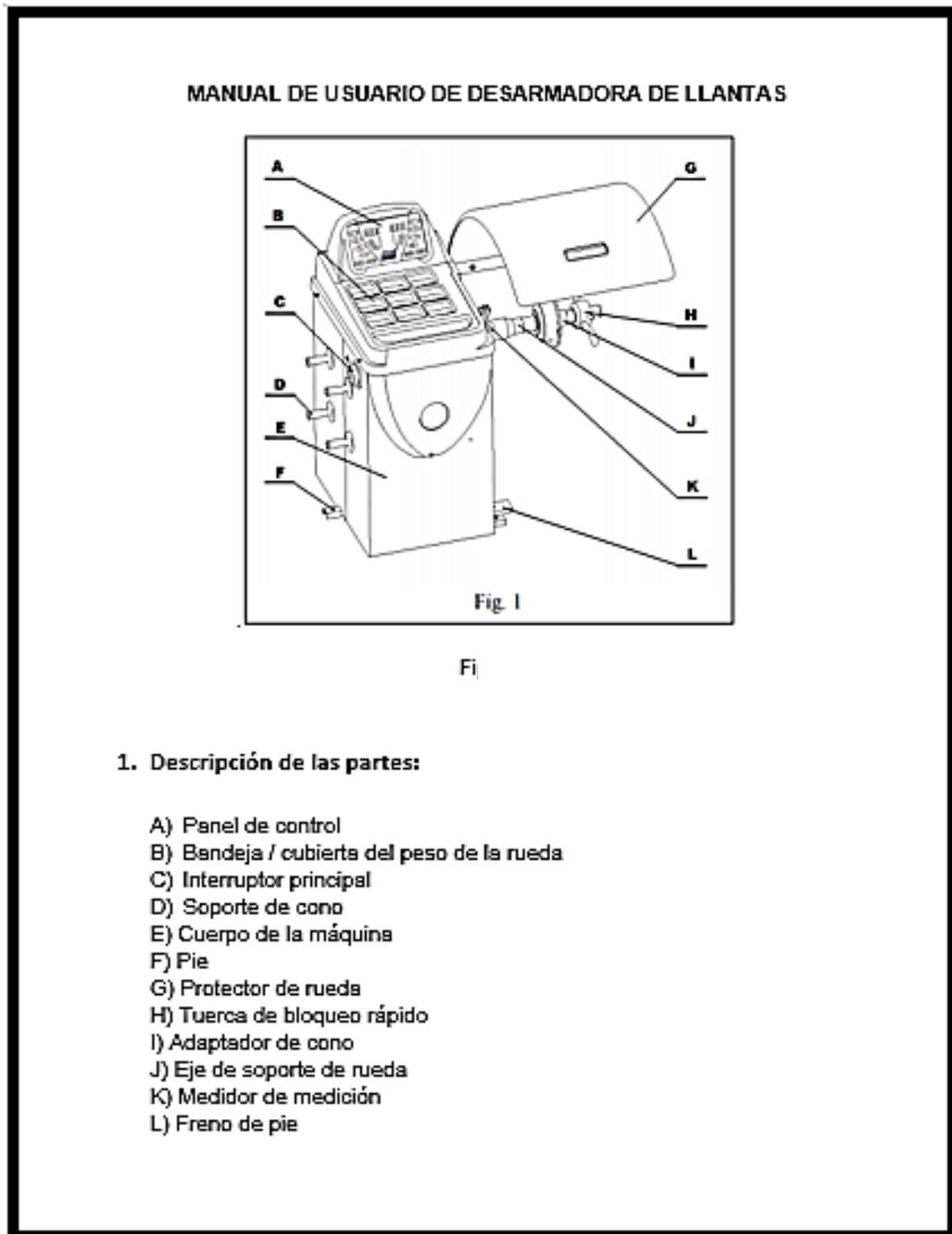
- Lubrique las perlas del neumático con la grasa especial para evitar dañarlas y facilitar las operaciones de montaje.
- Para llantas de 10 a 20 pulgadas, bloquee la llanta usando la parte interior de las abrazaderas.
- Para llantas de 12 a 22 pulgadas, bloquee la llanta usando la parte exterior de las abrazaderas.
- Mueva el neumático para que el talón pase por debajo de la sección frontal del cabezal de montaje y Traído contra el borde de la sección trasera de la propia cabeza de montaje.
- Manteniendo presionado el talón del neumático en el canal de la llanta con las manos, presione hacia abajo el pedal (Z) para girar el plato giratorio en el sentido de las agujas del reloj. Continúe hasta que haya cubierto toda la circunferencia del borde de la rueda (Fig. 12).
- Inserte el tubo interior si hay uno y repita las mismas operaciones para montar la parte superior del neumático.



Fuente: elaboración propia.

## 2.4.2. Manual de balanceadora de llantas

Figura 66. Manual de usuario de una balanceadora de llantas



Continuación de la figura 66.

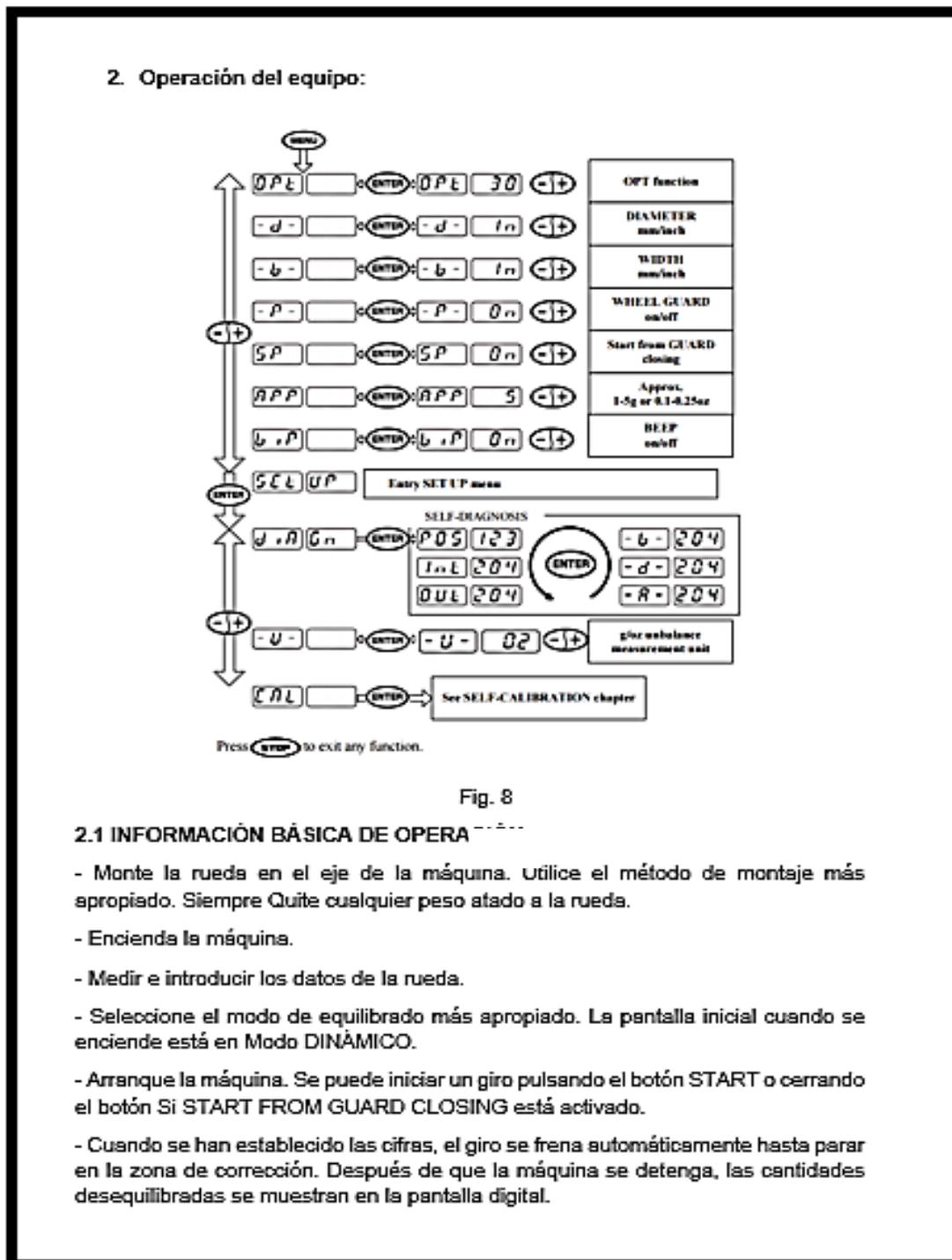


Fig. 8

## 2.1 INFORMACIÓN BÁSICA DE OPERA

- Monte la rueda en el eje de la máquina. Utilice el método de montaje más apropiado. Siempre Quite cualquier peso atado a la rueda.
- Encienda la máquina.
- Medir e introducir los datos de la rueda.
- Seleccione el modo de equilibrado más apropiado. La pantalla inicial cuando se enciende está en Modo DINÁMICO.
- Arranque la máquina. Se puede iniciar un giro pulsando el botón START o cerrando el botón Si START FROM GUARD CLOSING está activado.
- Cuando se han establecido las cifras, el giro se frena automáticamente hasta parar en la zona de corrección. Después de que la máquina se detenga, las cantidades desequilibradas se muestran en la pantalla digital.

Continuación de la figura 66.

- Gire la rueda lentamente con la mano hasta que los indicadores LED se enciendan para indicar el ángulo angular correcto Posición de la rueda para aplicar los contrapesos.
- Aplique pesos en la posición (posición de las 12 en punto) para la corrección.
- Con los contrapesos correctamente en posición, reinicie la máquina para comprobar la correcta Balanceo de la rueda.
- Restablecer el modo de equilibrado de acuerdo con la Fig. 8.

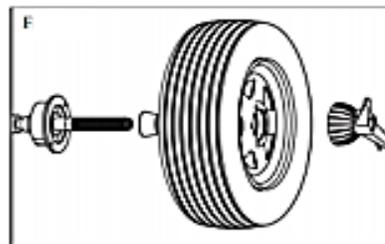
## 2.2 MONTAJE DE LA RUEDA EN EL EJE

- Seleccione el método de montaje más adecuado para la rueda que está equilibrando. Utilizando el método adecuado asegura un montaje seguro y un funcionamiento seguro del equilibrador, y evita daños a la rueda.
- En la mayoría de las ruedas, el lado interior del cubo de la rueda suele tener la superficie más uniforme para que la rueda de equilibrio siempre centre la rueda por el lado con la forma más uniforme del cubo para lograr el balance más preciso.
- Independientemente del tipo de montaje, asegúrese siempre de que la rueda es forzada firmemente contra el eje y que la tuerca de bloqueo rápido esté apretada. Para ayudar a centrar la rueda correctamente, gire la rueda y el eje mientras que aprieta la tuerca.

## 2.3 MONTAJE DEL CONO TRASERO ESTÁNDAR

La mayoría de las ruedas de acero se pueden montar correctamente utilizando este método. La rueda está centrada en un cono del lado interior del cubo.

- Seleccione el cono que mejor se ajuste al centro del agujero en las ruedas. Deslice el cono hacia el eje con el extremo grande hacia la placa frontal
- Levante la rueda sobre el eje y el centro en el cono.
- Coloque la copa de presión en la tuerca de bloqueo e instale el conjunto del eje. Apriete firmemente.

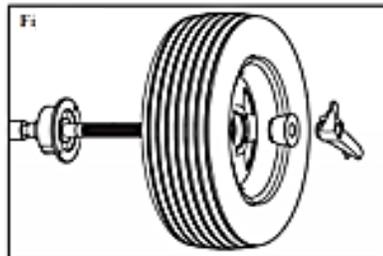


Continuación de la figura 66.

#### 2.4 MONTAJE DEL CONO FRONTAL ESTÁNDAR

Una rueda debe ser centrada por el lado exterior del cubo sólo cuando la superficie interna no proporcionará una superficie precisa para centrarse.

- Seleccione el cono que mejor se ajuste al centro del agujero en la rueda.
- Levante la rueda sobre el eje y deslícela hacia atrás contra la placa frontal del eje.
- Deslice el cono en el eje y en el centro de la rueda. Tendrás que levantar la rueda para asentar el cono en el centro del agujero.
- Instale la tuerca de bloqueo rápida (sin presión) sobre el eje. Apretar firmemente contra el cono.

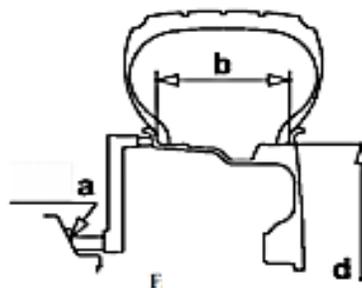


#### 2.5 DATOS DE LA RUEDA

A: La distancia, medida desde la máquina hasta el lado interior de la llanta.

B: El ancho de la rueda.

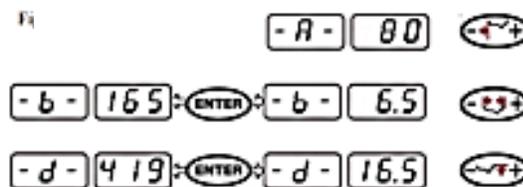
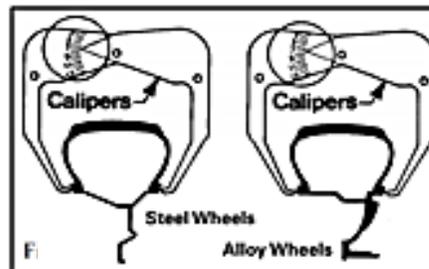
D: El diámetro de la rueda.



Continuación de la figura 66.

## 2.6 INGRESO DE DATOS MANUAL (Fig. 13)

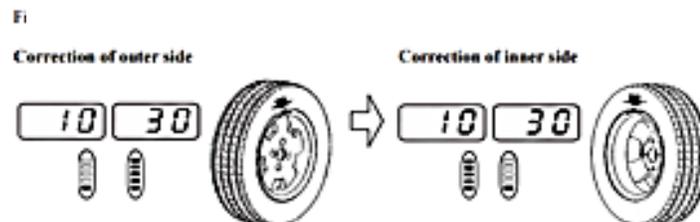
- Mida la distancia desde la máquina ("0" en el manómetro) al lado interno del aro como se muestra en la figura 11. Datos manualmente.
- Mida el ancho de la llanta con el calibrador como se muestra en la figura 12. Introduzca los datos manualmente.
- Compruebe el diámetro indicado en la llanta. Introduzca los datos manualmente.



## 2.7 MODO DE BALANCEO

### 2.7.1. Modo Dinámico

El modo dinámico se utiliza para la mayoría de las ruedas de camiones ligeros y pasajeros utilizando la ubicación más común para pesos correctivos. Los pesos de fijación se colocan en los lados interior y exterior de la llanta. En la pantalla inicial presione START.



Continuación de la figura 66.

### 2.7.3. Modo Estático

El modo estático se utiliza para motocicletas o ruedas estrechas cuando no es posible colocar contrapesos en ambos lados de la llanta. Acortar un solo peso en uno de los lados de la llanta, o en el centro de la rueda, según el diámetro de la rueda montada.

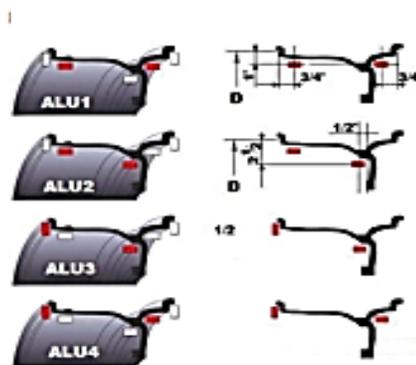
Presione el botón, con las siglas S/D/M, para seleccionar el "Modo Estático", cuando el indicador LED con la letra "S" encienda, presione START.



### 2.7.3. Modo ALU Estándar

Todos los modos ALU son balances dinámicos. Elija la opción que mejor se adapte a los lugares disponibles como se muestra en la figura 16.

De la pantalla de medidas, presione ALU ALU+ para seleccionar los modos ALU1, ALU2, ALU3 y ALU4.



### 2.7.4. Optimización de desequilibrio

Esta función se utiliza para determinar el mejor acoplamiento del neumático y el borde que resultará en la menor cantidad de desequilibrio total de la rueda. Se hace para reducir la cantidad de peso que se agrega para equilibrar la rueda. Es adecuado para un desequilibrio estático superior a 30 g.

Continuación de la figura 66.

Después de realizar el balance estático, presione MENU. Si la cantidad de desequilibrio mostrada en las lecturas es superior a 30g, las lecturas digitales mostrarán "SÍ" "OPT". En este caso, inicie la función OPT:

- Marque con puntos de referencia de tiza en la misma posición tanto del neumático como de la llanta.
- Gire la rueda para mover los puntos marcados a la posición de las 12 en punto.
- Presione ENTER para memorizar la posición.
- Retire la rueda del equilibrador.
- Retire el neumático de la llanta con la ayuda de un cambiador de neumáticos.
- Monte solamente el reborde del equilibrador.
- Gire el borde para mover la marca a la posición de las 12 en punto.
- Presione START para girar la llanta.

Después de realizar el centrifugado:

- Gire la llanta hasta que el indicador LED para el exterior (Fig. 7 - 6) se ilumine.
- Marque con la tiza el borde en la posición de las 12 en punto.
- Con la ayuda del cambiador de neumáticos, vuelva a colocar la rueda con las marcas de referencia coincidentes entre el borde y el neumático.

Fuente: elaboración propia.

## **2.5. Plan de mantenimiento por máquina**

Tener un plan de mantenimiento por máquina es más práctico para el encargado de mantenimiento y para el técnico de mantenimiento. Al tener un plan de mantenimiento por máquina podrán ver las actividades a realizar en cada máquina. El plan de mantenimiento que se diseñó para cada máquina se hizo anualmente, porque tienen muchas máquinas; entonces, les será de mayor utilidad ver los meses en cuando les corresponde el mantenimiento preventivo a cada máquina. Para diseñar este plan de mantenimiento se tomaron diversas fuentes: los gerentes de cada centro de servicio, el gerente de mantenimiento, los operarios de maquinaria, los proveedores y los técnicos de mantenimiento.

### **2.5.1. Personal de la empresa**

En la empresa existen varios departamentos que velan por el mantenimiento de la maquinaria en centros de servicio Vifrio. A continuación, se detalla cada uno.

#### **2.5.1.1. Gerentes de centros de servicio**

Los gerentes de los centros de servicio Vifrio tienen como principal objetivo velar por el servicio al cliente, la reparación y servicio de los vehículos que ingresan a cada uno de los centros de servicio. Sin embargo, ellos son los que deciden cuándo y cuánto invertirle a la maquinaria que tienen en sus centros, ya que ellos tienen un presupuesto anual, el cual les limita, en ocasiones, el autorizar servicios preventivos, y se ven en la obligación de autorizar cada trabajo correctivo porque sin las máquinas no pueden operar. Por tal razón se hizo una reunión con cada gerente de los centros de servicio para calcular el presupuesto autorizado anualmente para diseñar un plan de

mantenimiento que no los perjudicara en sus metas, con costos que no sobrepasaran su presupuesto anual, para que las máquinas estén en óptimas condiciones.

#### **2.5.1.2. Gerente de mantenimiento**

El gerente de mantenimiento de los centros de servicio Vifrio tiene como principal objetivo velar por el correcto funcionamiento de las máquinas en todos los centros de servicio. Sin embargo, depende de los gerentes de los centros de servicio para operar, ya que ellos son los que conocen sus presupuestos. Por tal razón, se tuvo una reunión con el gerente de mantenimiento para ver como se le haría más fácil a él coordinar cada mantenimiento preventivo. Se llegó a la conclusión de trabajar los mantenimientos preventivos por meses. Por lo cual cada plan de mantenimiento debe tener las actividades a realizar cada mes, cada dos meses, según sea el caso.

#### **2.5.1.3. Operarios de maquinaria**

Los operarios de maquinaria, después de los técnicos de mantenimiento, son parte importante para el diseño de un plan de mantenimiento preventivo adecuado, ya que son ellos los que están en contacto con la maquinaria y ellos saben cada cuánto les han hecho mantenimiento, en este caso, cuántas veces les han hecho reparaciones a las máquinas y cada cuánto tiempo. Por tal razón, se tuvo una reunión con los operarios de cada centro de servicio para obtener información de cada máquina y hacer un análisis de las máquinas a las que les urge empezar a realizarles los mantenimientos preventivos.

Entre las observaciones que hicieron los operarios de maquinaria están:

- Cuando los técnicos de mantenimiento realizan un mantenimiento correctivo, los operarios se ven afectados porque dejan de atender a los clientes por falta de maquinaria.
- A nivel general, la frecuencia con la que visitan cada una de las máquinas los técnicos de mantenimiento es cada dos meses. Es decir, si una desarmadora la ven en enero, están reparándola nuevamente en marzo.
- La mayoría de problemas que les dan las máquinas es por falta de mantenimiento preventivo, ya que al repararlas se encuentran con piezas desgastadas, piezas a las que se les pudo dar más tiempo de vida con una lubricación y limpieza.

#### **2.5.1.4. Técnicos de mantenimiento**

Los técnicos de mantenimiento son la parte más importante para el funcionamiento correcto de las máquinas. Son los que hacen que estas máquinas estén trabajando, ya que tienen la experiencia y han tenido capacitaciones que los han hecho llenarse de conocimientos que otras personas dentro de la empresa no lo tienen. Por tal razón, que se tuvo una reunión con los técnicos de mantenimiento para obtener información de cada una de las máquinas; ellos quienes las han reparado y han llevado un historial, junto con el gerente de mantenimiento, de las frecuencias y los gastos que se han tenido en cada una de las máquinas. Ellos manejan, junto con el gerente de mantenimiento, la cantidad de trabajos correctivos que han realizado durante el mes, con el costo de cada trabajo. Al no tener un plan de mantenimiento preventivo, ellos hacen reportes a la junta directiva de la cantidad de trabajos realizados y el costo de cada uno.

Los técnicos de mantenimiento, por la experiencia que tienen, recomiendan hacer el plan de mantenimiento preventivo para cada máquina en general. Por ejemplo, en el caso de los compresores, un plan de mantenimiento preventivo general para todos los compresores, así como para las desarmadoras de llantas, balanceadoras de llantas, entre otros. Es muy importante tomar las sugerencias que los técnicos de mantenimiento brindan, ya que han sido ellos quienes han tenido contacto directo con cada una de las máquinas. Al hacer las evaluaciones de las actividades que deben realizarse en el mantenimiento preventivo, se comprobó que se deben realizar las mismas actividades en las máquinas, sin importar el modelo. Esto porque todas tienen el mismo principio y no hay necesidad de tener actividades diferentes para cada modelo. Hay que recordar que el principal objetivo del plan de mantenimiento preventivo, es reducir los mantenimientos correctivos y los costos de cada trabajo.

Tabla I. **Plan de mantenimiento del compresor de CDS Aguilar Batres**

Compresor de pistón														
Trabajo a realizar	Tipo de mantenimiento	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Servicio de válvulas de seguridad	Servicio menor (cada 4 meses)													
Cambio de filtro de aire														
Servicio a válvulas de <i>high y low</i>														
Cambio de aceite mientras el cárter está tibio														
Verificación de alineación de fajas tipo V														
Verificación de fugas en conexión de aire de la unidad														
Verificación y ajuste de todos los pernos en la unidad														
Vacíe el condensado del tanque														
Verificación de ruidos inusuales (vibración y tensión de fajas)														
Chequeo de nivel de aceite nivelar si es necesario														
Chequeo de fugas de aceite en el cárter														
Medición de compresiones (si no están bien, desmontar block de pistones)		Servicio mayor (cada 2 años)												
Desmonte de block de pistones (revisión de desgaste en piezas)														
Chequeo de cojinetes del cigüeñal														
Chequeo de anillos														
Chequeo de cilindros														
Chequeo de retenedor														
Chequeo de tejas														
Chequeo de válvulas de alta y baja presión														
Chequeo de válvulas piloto														
Chequeo de tubería de entrega														
Chequeo de válvulas tipo cheque														
Servicio de Drenador automático														
<b>Motor eléctrico</b>														
Servicio a contactor														
Servicio a motor eléctrico														
Verificación y ajuste de todos los pernos en el motor														
Chequeo de amperajes														
Chequeo de contactor														

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. Plan de mantenimiento del compresor de CDS San Cristóbal

Compresor de pistón														
Trabajo a realizar	Tipo de mantenimiento	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Servicio de válvulas de seguridad	Servicio menor (cada 4 meses)													
Cambio de filtro de aire														
Servicio a válvulas de <i>high</i> y <i>low</i>														
Cambio de aceite mientras el cárter está tibio														
Verificación de alineación de fajas tipo V														
Verificación de fugas en conexión de aire de la unidad														
Verificación y ajuste de todos los pernos en la unidad														
Vacía el condensado del tanque														
Verificación de ruidos inusuales (vibración y tensión de fajas)														
Chequeo de nivel de aceite nivelar si es necesario														
Chequeo de fugas de aceite en el cárter														
Medición de compresiones (si no están bien, desmontar block de pistones)		Servicio mayor (cada 2 años)												
Desmonte de block de pistones (revisión de desgaste en piezas)														
Chequeo de cojinetes del cigüeñal														
Chequeo de anillos														
Chequeo de cilindros														
Chequeo de retenedor														
Chequeo de tejas														
Chequeo de válvulas de alta y baja presión														
Chequeo de válvulas piloto														
Chequeo de tubería de entrega														
Chequeo de válvulas tipo cheque														
Servicio de Drenador automático														
<b>Motor eléctrico</b>														
Servicio a contactor														
Servicio a motor eléctrico														
Verificación y ajuste de todos los pernos en el motor														
Chequeo de amperajes														
Chequeo de contactor														

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. Plan de mantenimiento del compresor de CDS Salcajá, Cuesta Blanca y Huehuetenango

Compresor de pistón														
Trabajo a realizar	Tipo de mantenimiento	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Servicio de válvulas de seguridad	Servicio menor (cada 4 meses)													
Cambio de filtro de aire														
Servicio a válvulas de <i>high</i> y <i>low</i>														
Cambio de aceite mientras el cárter está tibio														
Verificación de alineación de fajas tipo V														
Verificación de fugas en conexión de aire de la unidad														
Verificación y ajuste de todos los pernos en la unidad														
Vacía el condensado del tanque														
Verificación de ruidos inusuales (vibración y tensión de fajas)														
Chequeo de nivel de aceite nivelar si es necesario														
Chequeo de fugas de aceite en el cárter														
Medición de compresiones (si no están bien, desmontar block de pistones)		Servicio mayor (cada 2 años)												
Desmonte de block de pistones (Revisión de desgaste en piezas)														
Chequeo de cojinetes del cigüeñal														
Chequeo de anillos														
Chequeo de cilindros														
Chequeo de retenedor														
Chequeo de tejas														
Chequeo de válvulas de alta y baja presión														
Chequeo de válvulas piloto														
Chequeo de tubería de entrega														
Chequeo de válvulas tipo cheque														
Servicio de Drenador automático														
<b>Motor eléctrico</b>														
Servicio a contactor														
Servicio a motor eléctrico														
Verificación y ajuste de todos los pernos en el motor														
Chequeo de amperajes														
Chequeo de contactor														

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. Plan de mantenimiento del compresor de CDS Puerto Barrios

Compresor de pistón														
Trabajo a realizar	Tipo de mantenimiento:	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Servicio de válvulas de seguridad	Servicio menor (cada 4 meses)													
Cambio de filtro de aire														
Servicio a válvulas de <i>high</i> y <i>low</i>														
Cambio de aceite mientras el cárter está tibio														
Verificación de alineación de fajas tipo V														
Verificación de fugas en conexión de aire de la unidad														
Verificación y ajuste de todos los pernos en la unidad														
Vacíe el condensado del tanque														
Verificación de ruidos inusuales (vibración y tensión de fajas)														
Chequeo de nivel de aceite nivelar si es necesario														
Chequeo de fugas de aceite en el cárter														
Medición de compresiones (si no están bien, desmontar block de pistones)		Servicio mayor (cada 2 años)												
Desmonte de block de pistones (revisión de desgaste en piezas)														
Chequeo de cojinetes del cigüeñal														
Chequeo de anillos														
Chequeo de cilindros														
Chequeo de retenedor														
Chequeo de tejas														
Chequeo de válvulas de alta y baja presión														
Chequeo de válvulas piloto														
Chequeo de tubería de entrega														
Chequeo de válvulas tipo cheque														
Servicio de Drenador automático														
<b>Motor eléctrico</b>														
Servicio a contactor														
Servicio a motor eléctrico														
Verificación y ajuste de todos los pernos en el motor														
Chequeo de amperajes														
Chequeo de contactor														

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Checklist de mantenimiento preventivo de compresores de pistón**

<b>CHECKLIST DE COMPRESORES DE PISTÓN</b>			
Modelo de máquina: _____		Fecha: _____	
Centro de servicio: _____		Tipo de servicio: _____	
Actividades a realizar	Sí	No	Observaciones
<b>SERVICIO MENOR</b>			
Servicio de válvulas de seguridad			
Cambio de filtro de aire			
Servicio a válvulas de <i>high low</i>			
Cambio de aceite mientras el cárter está tibio			
Verificación de alineación de fajas tipo V			
Verificación de fugas en conexión de aire de la unidad			
Verificación y ajuste de todos los pernos en la unidad			
Vacíe el condensado del tanque			
Verificación de ruidos inusuales (vibración y tensión de fajas)			
Chequeo de nivel de aceite, nivelar si es necesario			
Chequeo de fugas de aceite en el cárter			
<b>SERVICIO MAYOR</b>			
Medición de compresiones (sino están bien, desmontar block de pistones)			
Desmante de block de pistones (revisión de desgaste en piezas)			
Chequeo de cojinetes del cigüeñal			
Chequeo de anillos			
Chequeo de cilindros			
Chequeo de retenedor			
Chequeo de tejas			
Chequeo de válvulas de alta y baja presión			
Chequeo de válvulas piloto			
Chequeo de tubería de entrega			
Chequeo de válvulas tipo cheque			
Servicio de drenador automático			
Servicio a contactor de motor eléctrico			
Servicio general a motor eléctrico			
Verificación y ajuste de todos los pernos en el motor			
Chequeo de amperajes			
Chequeo de contactor			
Observaciones: _____			
_____			
_____			
_____			
_____		_____	
Nombre y firma de técnico encargado		Nombre y firma de gerente de CDS	

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. Plan de mantenimiento del compresor de CDS Américas, Roosevelt y Petapa

Compresores de tornillo						
Trabajo a realizar	Frecuencia					
	Diario	100 horas	500 horas	3 000 horas	6 000 horas	12 000 horas
Purgar el condensado del depósito de aire comprimido						
Controlar o purgar, en su caso sustituir, la pieza insertada del filtro de aspiración						
Control de nivel de aceite						
Condensado (depósito separador)						
Controlar las uniones roscadas						
Primer cambio de aceite y del filtro de aceite						
Siguiente cambio de aceite y de filtro de aceite						
Sustituir la pieza insertada del filtro de aspiración						
Limpiar el refrigerador						
Cambiar el cartucho de filtro finísimo						
Cambiar la válvula antiretorno						
Limpiar el condensador (fluidificador del agente frigorífico)						
Limpiar el filtro del separador de condensados						
Cambiar las mangueras de presión flexibles						
Cambiar la válvula de presión mínima						
Cambiar la válvula de seguridad						
Cambiar la válvula magnética						

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Checklist de mantenimiento preventivo de compresores de tornillo**

<b>CHECKLIST DE COMPRESORES DE TORNILLO</b>			
Modelo de máquina: _____	Fecha: _____		
Centro de servicio: _____	Tipo de servicio: _____		
Actividades a realizar	Sí	No	Observaciones
DIARIO			
Purgar el condensado del depósito de aire comprimido			
100 HORAS			
Controlar o purgar, en su caso sustituir, la pieza insertada del filtro de aspiración			
Control de nivel de aceite			
Condensado (depósito separador)			
500 HORAS			
Controlar uniones roscadas			
Primer cambio de aceite y del filtro de aceite			
3 000 HORAS			
Siguiente cambio de aceite y de filtro de aceite			
Sustituir la pieza insertada del filtro de aspiración			
Limpiar el refrigerador			
Cambiar el cartucho de filtro finísimo			
Cambiar la válvula antiretorno			
Limpiar el condensador (fluidificador del agente frigorífico)			
Limpiar el filtro del separador de condensados			
6 000 HORAS			
Cambiar las mangueras de presión flexibles			
12 000 HORAS			
Cambiar la válvula de presión mínima			
Cambiar la válvula de seguridad			
Cambiar la válvula magnética			
Observaciones: _____			
_____			
_____			
_____			
_____ Nombre y firma de técnico encargado	_____ Nombre y firma de gerente de CDS		

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Plan de mantenimiento de elevadores de tijera para alineación**

Elevadores de tijera para alineación						
Trabajo a realizar	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Revisión del funcionamiento y estado físico del equipo						
Verificar estado físico de aceite hidráulico						
Limpieza y lubricación de partes móviles						
Verificar sistema de seguridad para el operario						
Cambio o limpieza de accesorios del equipo						
Revisión del sistema eléctrico						
Cambio de aceite						
<b>Motor eléctrico</b>						
Servicio a motor eléctrico						
Verificación y ajuste de todos los pernos en el motor						
Chequeo de amperajes						

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Checklist de mantenimiento preventivo de elevadores para alineación**

CHECKLIST DE ELEVADORES DE TIJERA PARA ALINEACIÓN			
Modelo de máquina: _____		Fecha: _____	
Centro de servicio: _____		Tipo de servicio: _____	
Actividades a realizar	Sí	No	Observaciones
SERVICIO MENOR			
Revisión del funcionamiento y estado físico del equipo			
Verificar estado físico de aceite hidráulico			
Limpieza y lubricación de partes móviles			
Verificar sistema de seguridad para el operario			
Cambio o limpieza de accesorios del equipo			
Revisión del sistema eléctrico			
SERVICIO MAYOR			
Cambio de aceite			
Servicio a motor eléctrico			
Verificación y ajuste de todos los pernos en el motor			
Chequeo de amperajes			
Observaciones: _____			
_____			
_____			
_____ Nombre y firma de técnico encargado		_____ Nombre y firma de gerente de CDS	

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Plan de mantenimiento de elevadores de cuatro postes**

Elevadores de cuatro postes						
Trabajo a realizar	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Revisión del funcionamiento y estado físico del equipo						
Verificar el estado físico de aceite hidráulico						
Limpieza y lubricación de partes móviles						
Verificar sistema de seguridad para el operario						
Cambio o limpieza de accesorios del equipo						
Apretar pernos de los postes						
Revisión del sistema eléctrico						
Cambio de aceite						
<b>Motor eléctrico</b>						
Servicio a motor eléctrico						
Verificación y ajuste de todos los pernos en el motor						
Chequeo de amperajes						

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Checklist de mantenimiento preventivo de elevador de cuatro postes**

CHECKLIST DE ELEVADORES DE CUATRO POSTES			
Modelo de máquina: _____		Fecha: _____	
Centro de servicio: _____		Tipo de servicio: _____	
Actividades a realizar	Sí	No	Observaciones
<b>SERVICIO MENOR</b>			
Revisión del funcionamiento y estado físico del equipo			
Verificar estado físico de aceite hidráulico			
Limpieza y lubricación de partes móviles			
Verificar sistema de seguridad para el operario			
Cambio o limpieza de accesorios del equipo			
Revisión del sistema eléctrico			
<b>SERVICIO MAYOR</b>			
Cambio de aceite			
Servicio a motor eléctrico			
Verificación y ajuste de todos los pernos en el motor			
Chequeo de amperajes			
Observaciones: _____			
_____			
_____			
_____		_____	
Nombre y firma de técnico encargado		Nombre y firma de gerente de CDS	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Plan de mantenimiento de elevadores de estacionamiento**

Elevadores de estacionamiento						
Trabajo a realizar	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Revisión del funcionamiento y estado físico del equipo						
Verificar el estado físico de aceite hidráulico						
Limpieza y lubricación de partes móviles						
Verificar sistema de seguridad para el operario						
Cambio o limpieza de accesorios del equipo						
Revisión del sistema eléctrico						
Cambio de aceite						
<b>Motor eléctrico</b>						
Servicio a motor eléctrico						
Verificación y ajuste de todos los pernos en el motor						
Chequeo de amperajes						

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Checklist de mantenimiento preventivo de elevador estacionario**

CHECKLIST DE ELEVADORES DE ESTACIONAMIENTO			
Modelo de máquina: _____		Fecha: _____	
Centro de servicio: _____		Tipo de servicio: _____	
Actividades a realizar	Sí	No	Observaciones
SERVICIO MENOR			
Revisión del funcionamiento y estado físico del equipo			
Verificar estado físico de aceite hidráulico			
Limpieza y lubricación de partes móviles			
Verificar sistema de seguridad para el operario			
Cambio o limpieza de accesorios del equipo			
Revisión del sistema eléctrico			
SERVICIO MAYOR			
Cambio de aceite			
Servicio a motor eléctrico			
Verificación y ajuste de todos los pernos en el motor			
Chequeo de amperajes			
Observaciones: _____			
_____			
_____			
_____			
_____		_____	
Nombre y firma de técnico encargado		Nombre y firma de gerente de CDS	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Plan de mantenimiento de elevadores de doble poste**

Elevadores de doble poste						
Trabajo a realizar	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Revisión del funcionamiento y estado físico del equipo						
Verificar el estado físico de aceite hidráulico						
Limpieza y lubricación de partes móviles						
Verificar sistema de seguridad para el operario						
Cambio o limpieza de accesorios del equipo						
Apretar pernos de los postes						
Revisión del sistema eléctrico						
Cambio de aceite						
<b>Motor eléctrico</b>						
Servicio a motor eléctrico						
Verificación y ajuste de todos los pernos en el motor						
Chequeo de amperajes						

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Checklist de mantenimiento preventivo de elevadores doble poste**

CHECKLIST DE ELEVADORES DE DOBLE POSTE			
Modelo de máquina: _____		Fecha: _____	
Centro de servicio: _____		Tipo de servicio: _____	
Actividades a realizar	Sí	No	Observaciones
SERVICIO MENOR			
Revisión del funcionamiento y estado físico del equipo			
Verificar estado físico de aceite hidráulico			
Limpieza y lubricación de partes móviles			
Verificar sistema de seguridad para el operario			
Cambio o limpieza de accesorios del equipo			
Revisión del sistema eléctrico			
SERVICIO MAYOR			
Cambio de aceite			
Servicio a motor eléctrico			
Verificación y ajuste de todos los pernos en el motor			
Chequeo de amperajes			
Observaciones: _____			
_____			
_____			
_____		_____	
Nombre y firma de técnico encargado		Nombre y firma de gerente de CDS	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Plan de mantenimiento de balancadoras de llantas**

Balancadora de llantas						
Trabajo a realizar	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Revisión del funcionamiento y estado físico del equipo						
Limpieza y lubricación de partes móviles						
Verificar sistema de seguridad para el operario						
Cambio o limpieza de accesorios del equipo						
Calibración del equipo						
<b>Motor eléctrico</b>						
Servicio a motor eléctrico						
Verificación y ajuste de todos los pernos en el motor						
Chequeo de amperajes						
Revisar faja, cambiar de ser necesario						

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Checklist de mantenimiento preventivo de balancadora de llantas**

CHECKLIST DE BALANCEADORA DE LLANTAS			
Modelo de máquina: _____		Fecha: _____	
Centro de servicio: _____		Tipo de servicio: _____	
Actividades a realizar	Sí	No	Observaciones
SERVICIO MENOR			
Revisión del funcionamiento y estado físico del equipo			
Limpieza y lubricación de partes móviles			
Verificar sistema de seguridad para el operario			
Cambio o limpieza de accesorios del equipo			
Calibración del equipo			
SERVICIO MAYOR			
Revisión de faja, cambiar de ser necesario			
Servicio a motor eléctrico			
Verificación y ajuste de todos los pernos en el motor			
Chequeo de amperajes			
Observaciones: _____			
_____			
_____			
_____		_____	
Nombre y firma de técnico encargado		Nombre y firma de gerente de CDS	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. Plan de mantenimiento de desarmadoras de llantas

Desarmadora de llantas						
Trabajo a realizar	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Chequeo de tensión de fajas						
Engrase de engranajes de plato giratorio						
Servicio a válvulas de accionamiento						
Servicio a tornillo vertical						
Ajuste de todos los tornillos						
Chequeo de fugas						
Servicio al sistema neumático (FRL)						
Cambio de mangueras en general						
Cambio de cojinetes						
Cambio de fajas						
Cambio de aceite de caja reductora						
Cambio de piezas gastadas						
Cambio de empaques						
Servicio a pulmón						
Chequeo del sistema mecánico						
Servicios a cilindros neumáticos						
Chequeo de tensión de resortes de tornillo vertical						
Chequeo de tensión de resortes de cilindro despega talones						

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Checklist de mantenimiento preventivo de desarmadora de llantas**

<b>CHECKLIST DE ELEVADORES DE DESARMADORA DE LLANTAS</b>			
Modelo de máquina: _____	Fecha: _____		
Centro de servicio: _____	Tipo de servicio: _____		
Actividades a realizar	Sí	No	Observaciones
<b>SERVICIO MENOR</b>			
Chequeo de tensión de fajas			
Engrase de engranajes de plato giratorio			
Servicio a válvulas de accionamiento			
Servicio a tornillo vertical			
Ajuste de todos los tornillos			
Chequeo de fugas			
Servicio al sistema neumático (F.R.L.)			
<b>SERVICIO MAYOR</b>			
Cambio de mangueras en general			
Cambio de cojinetes			
Cambio de fajas			
Cambio de aceite de caja reductora			
Cambio de piezas gastadas			
Cambio de empaques			
Servicio a pulmón			
Chequeo del sistema mecánico			
Servicios a cilindros neumáticos			
Chequeo de tensión de resortes de tornillo vertical			
Chequeo de tensión de resortes de cilindro despega talones			
Observaciones: _____			
_____			
_____			
_____			
_____		_____	
Nombre y firma de técnico encargado		Nombre y firma de gerente de CDS	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Plan de mantenimiento de pistolas de 1/2" y de 1"**

Pistolas de impacto de 1/2" y de 1"						
Trabajo a realizar	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Cambio de piezas gastadas						
Lubricación de partes (mecánica y neumática)						
Engrase de piezas móviles						
Chequeo de piezas						
Chequeo de empaques						
Revisión de fugas mangueras, acoples						
Desmontar el motor neumático y el embrague						
Lubricación de cámara de pistola						
Revisión de válvula de accionamiento						

Fuente: elaboración propia.

Nota: este mantenimiento se programó para diciembre, porque en este mes es baja la demanda de trabajo por las fiestas de fin de año. Es por eso que es el mes ideal para hacer el mantenimiento preventivo general.

Tabla XX. **Checklist de mantenimiento preventivo de pistolas de impacto**

CHECKLIST DE PISTOLAS DE IMPACTO			
Modelo de máquina: _____		Fecha: _____	
Centro de servicio: _____		Tipo de servicio: _____	
Actividades a realizar	Sí	No	Observaciones
SERVICIO MAYOR			
Cambio de piezas gastadas			
Lubricación de partes (mecánica y neumática)			
Engrase de piezas móviles			
Chequeo de piezas			
Chequeo de empaques			
Revisión de fugas, mangueras y acoples			
Desmontar el motor neumático y el embrague			
Lubricación de cámara de pistola			
Revisión de válvula de accionamiento			
Observaciones: _____			
_____			
_____			
_____		_____	
Nombre y firma de técnico encargado		Nombre y firma de gerente de CDS	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Plan de mantenimiento de filtros, reguladores y lubricadores**

Filtros, reguladores y lubricadores (F.R.L.'S)						
Trabajo a realizar	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Nivelación de aceite en el lubricador						
Chequeo de averías en el sistema						
Calibración del lubricador						
Chequeo de manómetro						
Chequeo de presiones y fugas						
Limpieza F.R.L.						

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Checklist de mantenimiento preventivo de filtros, reguladores y lubricadores**

CHECKLIST DE FILTROS, REGULADORES Y LUBRICADORES			
Modelo de máquina: _____		Fecha: _____	
Centro de servicio: _____		Tipo de servicio: _____	
Actividades a realizar	Sí	No	Observaciones
SERVICIO MENOR			
Nivelación de aceite en el lubricador			
Chequeo de averías en el sistema			
Calibración del lubricador			
Chequeo de manómetro			
Chequeo de presiones y fugas			
Limpieza de filtro, regulador y fugas			
Observaciones: _____			
_____			
_____			
_____			
_____		_____	
Nombre y firma de técnico encargado		Nombre y firma de gerente de CDS	

Fuente: elaboración propia.

## **2.5.2. Insumos**

Los insumos utilizados en los centros de servicio Vifrio son los siguientes:

### **2.5.2.1. Lubricantes**

#### **2.5.2.1.1. Compresor**

- Aceite All Season IR
- Spray WD-40
- Disolvente
- Solvente dieléctrico
- Grasa multipropósito

#### **2.5.2.1.2. Desarmadora de llantas**

- Spray WD-40
- Disolvente
- Grasa multipropósito
- Solvente dieléctrico
- Aceite Marvel

#### **2.5.2.1.3. Balanceadora de llantas**

- Spray WD-40
- Disolvente
- Grasa multipropósito
- Solvente dieléctrico

**2.5.2.1.4. Elevador de tijera para alineación**

- Spray WD-40
- Disolvente
- Grasa multipropósito
- Solvente dieléctrico

**2.5.2.1.5. Elevador de cuatro postes**

- Spray WD-40
- Disolvente
- Grasa multipropósito
- Solvente dieléctrico

**2.5.2.1.6. Elevador de doble poste**

- Spray WD-40
- Disolvente
- Grasa multipropósito
- Solvente dieléctrico

**2.5.2.1.7. Elevador de estacionamiento**

- Spray WD-40
- Disolvente
- Grasa multipropósito
- Solvente dieléctrico

#### **2.5.2.1.8. Pistola de impacto**

- Grasa multipropósito
- Disolvente

#### **2.5.2.2. Repuestos**

Los repuestos utilizados en los centros de servicio Vifrio son los siguientes:

##### **2.5.2.2.1. Compresor**

- Filtro de aire
- Cojinetes
- Capacitores

##### **2.5.2.2.2. Desarmadora de llantas**

- Cojinetes
- Capacitores
- O-rings

##### **2.5.2.2.3. Balanceadora de llantas**

- Cojinetes
- Capacitores

**2.5.2.2.4. Elevador de tijera para alineación**

- Cojinetes
- Capacitores
- Racor de ½"
- Mangueras plásticas para aire de ½"

**2.5.2.2.5. Elevador de cuatro postes**

- Cojinetes
- Capacitores
- Racor de ½"
- Mangueras plásticas para aire de ½"

**2.5.2.2.6. Elevador de doble poste**

- Cojinetes
- Capacitores
- Racor de ½"
- Mangueras plásticas para aire de ½"

**2.5.2.2.7. Elevador de estacionamiento**

- Cojinetes
- Capacitores

#### **2.5.2.2.8. Pistola de impacto**

- Kit de empaques completo

#### **2.5.2.3. Herramienta**

Las herramientas utilizadas en los centros de servicio Vifrio son las siguientes:

##### **2.5.2.3.1. Compresor**

- Amperímetro
- Juego de llaves cola-corona
- Juego de desarmadores
- Alicata
- Pinza de presión (vise)
- Llave inglesa (cangrejo)

##### **2.5.2.3.2. Desarmadora de llantas**

- Amperímetro
- Juego de llaves cola-corona
- Juego de desarmadores
- Alicata
- Pinza de presión (vise)
- Llave inglesa (cangrejo)
- Juego de llaves Allen
- Juego de llaves Torx

#### **2.5.2.3.3. Balanceadora de llantas**

- Amperímetro
- Juego de llaves cola-corona
- Juego de desarmadores
- Alicates
- Pinza de presión (vise)
- Llave inglesa (cangrejo)
- Juego de llaves Allen
- Juego de llaves Torx

#### **2.5.2.3.4. Elevador de tijera para alineación**

- Amperímetro
- Juego de llaves cola-corona
- Juego de desarmadores
- Alicates
- Pinza de presión (vise)
- Llave inglesa (cangrejo)

#### **2.5.2.3.5. Elevador de cuatro postes**

- Amperímetro
- Juego de llaves cola-corona
- Juego de desarmadores
- Alicates
- Pinza de presión (vise)

- Llave inglesa (cangrejo)

#### **2.5.2.3.6. Elevador de doble poste**

- Amperímetro
- Juego de llaves cola-corona
- Juego de desarmadores
- Alicata
- Pinza de presión (vise)
- Llave inglesa (cangrejo)

#### **2.5.2.3.7. Elevador de estacionamiento**

- Amperímetro
- Juego de llaves cola-corona
- Juego de desarmadores
- Alicata
- Pinza de presión (vise)
- Llave inglesa (cangrejo)

#### **2.5.2.3.8. Pistola de impacto**

- Juego de llaves cola-corona
- Juego de desarmadores
- Juego de llaves Allen
- Juego de llaves Torx

### **2.5.3. Costos del plan de mantenimiento preventivo**

Los insumos que se utilizan para hacer los mantenimientos preventivos tienen un costo. Los costos que, a continuación, se presenta se obtuvieron con proveedores que trabajan con Vifrio, ya que son los que ofrecen a mejor precio estos insumos. Es por eso que los costos podrían variar si se cotizaran con otros proveedores a nivel nacional.

#### **2.5.3.1. Costo de lubricantes**

##### **2.5.3.1.1. Compresor**

- Aceite All Season IR \$ 33,00
- Spray WD-40 \$ 5,00
- Disolvente y wipe \$ 6,00
- Solvente dieléctrico \$ 3,00
- Grasa multipropósito \$ 3,00

##### **2.5.3.1.2. Desarmadora de llantas**

- Spray WD-40 \$ 5,00
- Disolvente y wipe \$ 6,00
- Grasa multipropósito \$ 3,00
- Solvente dieléctrico \$ 3,00
- Aceite Marvel \$ 17,00

##### **2.5.3.1.3. Balanceadora de llantas**

- Spray WD-40 \$ 5,00

- Disolvente y wipe \$ 6,00
- Grasa multipropósito \$ 3,00
- Solvente dieléctrico \$ 3,00

**2.5.3.1.4. Elevador de tijera para alineación**

- Spray WD-40 \$ 5,00
- Disolvente y wipe \$ 6,00
- Grasa multipropósito \$ 3,00
- Solvente dieléctrico \$ 3,00
- Aceite hidráulico AW32 \$ 53,00

**2.5.3.1.5. Elevador de cuatro postes**

- Spray WD-40 \$ 5,00
- Disolvente y wipe \$ 6,00
- Grasa multipropósito \$ 3,00
- Solvente dieléctrico \$ 3,00
- Aceite hidráulico AW32 \$ 53,00

**2.5.3.1.6. Elevador de doble poste**

- Spray WD-40 \$ 5,00
- Disolvente y wipe \$ 6,00
- Grasa multipropósito \$ 3,00
- Solvente dieléctrico \$ 3,00
- Aceite hidráulico AW32 \$ 53,00

#### **2.5.3.1.7. Elevador de estacionamiento**

- Spray WD-40 \$ 5,00
- Disolvente y wipe \$ 6,00
- Grasa multipropósito \$ 3,00
- Solvente dieléctrico \$ 3,00
- Aceite hidráulico AW32 \$ 53,00

#### **2.5.3.1.8. Pistola de impacto**

- Grasa multipropósito \$ 3,00
- Disolvente y wipe \$ 6,00

### **2.5.3.2. Costo de repuestos**

#### **2.5.3.2.1. Compresor**

- Filtro de aire \$ 39,00
- Cojinetes \$ 17,00
- Capacitores \$ 60,00

#### **2.5.3.2.2. Desarmadora de llantas**

- Cojinetes \$ 1,00
- Capacitores \$ 60,00
- O-rings \$ 3,00

**2.5.3.2.3.      Balanceadora de llantas**

- Cojinetes            \$ 11,00
- Capacitores        \$ 60,00

**2.5.3.2.4.      Elevador de tijera para  
alineación**

- Cojinetes            \$ 11,00
- Capacitores        \$ 60,00
- Racor de ½”                            \$ 4,00
- Mangueras plásticas para aire de ½”            \$ 7,00

**2.5.3.2.5.      Elevador de cuatro postes**

- Cojinetes                                \$ 11,00
- Capacitores                              \$ 60,00
- Racor de ½”                              \$ 4,00
- Mangueras plásticas para aire de ½”            \$ 7,00

**2.5.3.2.6.      Elevador de doble poste**

- Cojinetes                                \$ 11,00
- Capacitores                              \$ 60,00
- Racor de ½”                              \$ 4,00
- Mangueras plásticas para aire de ½”            \$ 7,00

#### **2.5.3.2.7. Elevador de estacionamiento**

- Cojinetes \$ 11,00
- Capacitores \$ 60,00

#### **2.5.3.2.8. Pistola de impacto**

- Kit de empaques completo \$ 87,00

#### **2.5.3.3. Costo de herramienta**

- Amperímetro \$ 132,00
- Juego de llaves cola-corona \$ 49,00
- Juego de desarmadores \$ 13,00
- Alicates \$ 8,00
- Pinza de presión (vise) \$ 11,00
- Llave inglesa (cangrejo) \$ 8,00
- Juego de llaves Allen \$ 16,00
- Juego de llaves Torx \$ 10,00

#### **2.1.1.1. Costo general por maquinaria**

Para tener una mejor panorámica de los costos del plan de mantenimiento en general, se realizó un cuadro con los costos por centro de servicio. A continuación, se presentan los planes de mantenimiento por centro de servicio con sus respectivos costos.

- CDS Aguilar Batres

Tabla XXIII. Costo del plan de mantenimiento en CDS Aguilar Batres

Plan de mantenimiento del CDS Aguilar Batres 2017														
Núm.	Maquinaria	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Costo Total
1	Compresor	\$ 233,00				\$ 149,00				\$ 149,00				\$ 531,00
1	Elevador de tijera para alineación		\$ 25,00				\$ 25,00				\$ 152,00			\$ 202,00
1	Balanceadora de llantas				\$ 14,00				\$ 14,00				\$ 88,00	\$ 116,00
2	Elevador de doble poste			\$ 25,00				\$ 25,00				\$ 152,00		\$ 404,00
5	Elevador de estacionamiento	\$ 14,00				\$ 14,00				\$ 141,00				\$ 845,00
5	Pistola de impacto												\$ 96,00	\$ 480,00
1	Desarmadora de llantas			\$ 107,00				\$ 33,00				\$ 33,00		\$ 173,00
		\$ 247,00	\$ 25,00	\$ 132,00	\$ 14,00	\$ 163,00	\$ 25,00	\$ 58,00	\$ 14,00	\$ 290,00	\$ 152,00	\$ 185,00	\$ 88,00	
														<b>Total: \$ 2 751,00</b>

Servicio menor
  Servicio mayor

Fuente: elaboración propia.

- CDS Avenida Petapa

Tabla XXIV. Costo del plan de mantenimiento en CDS Petapa

Plan de mantenimiento del CDS Petapa 2017														
Núm.	Maquinaria	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Costo Total
1	Compresor				\$ 533,00									\$ 533,00
1	Elevador de tijera para alineación		\$ 25,00				\$ 25,00				\$ 152,00			\$ 202,00
1	Balanceadora de llantas				\$ 14,00				\$ 14,00				\$ 88,00	\$ 116,00
2	Elevador de doble poste			\$ 25,00				\$ 25,00				\$ 152,00		\$ 404,00
3	Elevador de estacionamiento	\$ 14,00				\$ 14,00				\$ 141,00				\$ 507,00
5	Pistola de impacto												\$ 96,00	\$ 480,00
1	Desarmadora de llantas			\$ 107,00				\$ 33,00				\$ 33,00		\$ 173,00
		\$ 14,00	\$ 25,00	\$ 132,00	\$ 547,00	\$ 14,00	\$ 25,00	\$ 58,00	\$ 14,00	\$ 141,00	\$ 152,00	\$ 185,00	\$ 88,00	
														<b>Total: \$ 2 415,00</b>

Servicio menor
  Servicio mayor

Fuente: elaboración propia.

- CDS Roosevelt

Tabla XXV. Costo del plan de mantenimiento en CDS Roosevelt

Plan de mantenimiento del CDS Roosevelt 2017														
Núm.	Maquinaria	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Costo Total
1	Compresor				\$ 533,00									\$ 533,00
1	Elevador de tijera para alineación		\$ 25,00				\$ 25,00				\$ 152,00			\$ 202,00
1	Balaceadora de llantas				\$ 14,00				\$ 14,00				\$ 88,00	\$ 116,00
3	Elevador de doble poste			\$ 25,00				\$ 25,00				\$ 152,00		\$ 606,00
4	Elevador de estacionamiento	\$ 14,00				\$ 14,00				\$ 141,00				\$ 676,00
6	Pistola de impacto												\$ 96,00	\$ 576,00
1	Desarmadora de llantas	\$ 14,00	\$ 25,00	\$ 132,00	\$ 547,00	\$ 14,00	\$ 25,00	\$ 58,00	\$ 14,00	\$ 141,00	\$ 152,00	\$ 185,00	\$ 88,00	\$ 173,00
														<b>Total:</b> \$ 2 882,00

Servicio menor
  Servicio mayor

Fuente: elaboración propia.

- CDS San Cristóbal

Tabla XXVI. Costo del plan de mantenimiento en CDS San Cristóbal

Plan de mantenimiento del CDS San Cristobal 2017														
No.	Maquinaria	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Costo Total
1	Compresor			\$ 233,00				\$ 149,00				\$ 149,00		\$ 531,00
1	Elevador de cuatro postes		\$ 25,00				\$ 25,00				\$ 152,00			\$ 202,00
1	Balaceadora de llantas				\$ 14,00				\$ 14,00				\$ 88,00	\$ 116,00
4	Elevador de doble poste			\$ 25,00				\$ 25,00				\$ 152,00		\$ 808,00
1	Elevador de estacionamiento	\$ 14,00				\$ 14,00				\$ 141,00				\$ 169,00
4	Pistola de impacto												\$ 96,00	\$ 384,00
1	Desarmadora de llantas	\$ 14,00	\$ 25,00	\$ 365,00	\$ 14,00	\$ 14,00	\$ 25,00	\$ 33,00	\$ 207,00	\$ 14,00	\$ 141,00	\$ 152,00	\$ 334,00	\$ 88,00
														<b>Total:</b> \$ 2 383,00

Servicio menor
  Servicio mayor

Fuente: elaboración propia.

- CDS Américas

Tabla XXVII. Costo del plan de mantenimiento en CDS Américas

Plan de mantenimiento del CDS Américas 2017														
Núm.	Maquinaria	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Costo Total
1	Compresor	\$ 533,00												\$ 533,00
1	Elevador de tijera para alineación		\$ 25,00				\$ 25,00				\$ 152,00			\$ 202,00
1	Balancadora de llantas				\$ 14,00				\$ 14,00				\$ 88,00	\$ 116,00
4	Elevador de doble poste			\$ 25,00				\$ 25,00				\$ 152,00		\$ 808,00
3	Elevador de estacionamiento	\$ 14,00				\$ 14,00				\$ 141,00				\$ 507,00
3	Pistola de impacto												\$ 96,00	\$ 288,00
1	Desarmadora de llantas			\$ 113,00				\$ 33,00				\$ 33,00		\$ 179,00
		\$ 547,00	\$ 25,00	\$ 138,00	\$ 14,00	\$ 14,00	\$ 25,00	\$ 58,00	\$ 14,00	\$ 141,00	\$ 152,00	\$ 185,00	\$ 88,00	\$ 2 633,00
														<b>Total</b>

Servicio menor
  Servicio mayor

Fuente: elaboración propia.

- CDS Puerto Barrios

Tabla XXVIII. Costo del plan de mantenimiento en CDS Puerto Barrios

Plan de mantenimiento del CDS Puerto Barrios 2017														
Núm.	Maquinaria	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Costo Total
2	Compresor		\$ 233,00				\$ 149,00				\$ 149,00			\$ 1 062,00
2	Balancadora de llantas				\$ 14,00				\$ 14,00				\$ 88,00	\$ 232,00
3	Elevador de doble poste			\$ 25,00				\$ 25,00				\$ 152,00		\$ 606,00
4	Pistola de impacto												\$ 96,00	\$ 384,00
1	Desarmadora de llantas			\$ 107,00				\$ 33,00				\$ 33,00		\$ 173,00
		\$ 233,00	\$ 132,00	\$ 14,00			\$ 149,00	\$ 58,00	\$ 14,00		\$ 149,00	\$ 185,00	\$ 184,00	\$ 2 457,00
														<b>Total</b>

Servicio menor
  Servicio mayor

Fuente: elaboración propia.

- CDS Cuesta Blanca

Tabla XXIX. Costo del plan de mantenimiento en CDS Cuesta Blanca

Plan de mantenimiento del CDS Cuesta Blanca 2017														
Núm.	Maquinaria	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Costo Total
1	Compresor	\$ 233,00				\$ 149,00				\$ 149,00				\$ 531,00
1	Elevador de tijera para alineación		\$ 25,00				\$ 25,00				\$ 152,00			\$ 202,00
1	Balancadora de llantas				\$ 14,00				\$ 14,00				\$ 88,00	\$ 116,00
4	Elevador de doble poste			\$ 25,00			\$ 25,00					\$ 152,00		\$ 808,00
1	Elevador de estacionamiento	\$ 14,00				\$ 14,00				\$ 141,00				\$ 169,00
3	Pistola de impacto												\$ 96,00	\$ 288,00
1	Desarmadora de llantas			\$ 107,00				\$ 33,00				\$ 33,00		\$ 173,00
		\$ 247,00	\$ 25,00	\$ 132,00	\$ 14,00	\$ 163,00	\$ 25,00	\$ 58,00	\$ 14,00	\$ 290,00	\$ 152,00	\$ 185,00	\$ 88,00	\$ 2 287,00
														<b>Total</b>

Servicio menor
  Servicio mayor

Fuente: elaboración propia.

- CDS Salcajá

Tabla XXX. Costo del plan de mantenimiento en CDS Salcajá

Plan de mantenimiento del CDS Salcajá 2017														
Núm.	Maquinaria	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Costo Total
1	Compresor	\$ 233,00				\$ 149,00				\$ 149,00				\$ 531,00
1	Balancadora de llantas				\$ 14,00				\$ 14,00				\$ 88,00	\$ 116,00
2	Elevador de doble poste			\$ 25,00			\$ 25,00				\$ 152,00			\$ 404,00
3	Elevador de estacionamiento	\$ 14,00				\$ 14,00				\$ 141,00				\$ 507,00
4	Pistola de impacto												\$ 96,00	\$ 384,00
1	Desarmadora de llantas			\$ 107,00				\$ 33,00				\$ 33,00		\$ 173,00
		\$ 247,00		\$ 132,00	\$ 14,00	\$ 163,00		\$ 58,00	\$ 14,00	\$ 290,00		\$ 185,00	\$ 88,00	\$ 2 115,00
														<b>Total</b>

Servicio menor
  Servicio mayor

Fuente: elaboración propia.

- CDS Huehuetenango

Tabla XXXI. Costo del plan de mantenimiento en CDS Huehuetenango

Plan de mantenimiento del CDS Huehuetenango 2017														
Núm.	Maquinaria	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Costo Total
1	Compresor	\$ 233,00				\$ 149,00				\$ 149,00				\$ 531,00
1	Balancadora de llantas				\$ 14,00				\$ 14,00				\$ 88,00	\$ 116,00
1	Elevador de doble poste			\$ 25,00				\$ 25,00				\$ 152,00		\$ 202,00
2	Elevador de estacionamiento	\$ 14,00				\$ 14,00				\$ 141,00				\$ 338,00
3	Pistola de impacto												\$ 96,00	\$ 288,00
1	Desarmadora de llantas			\$ 107,00				\$ 33,00				\$ 33,00		\$ 173,00
		\$ 247,00		\$ 132,00	\$ 14,00	\$ 163,00		\$ 58,00	\$ 14,00	\$ 290,00		\$ 185,00	\$ 184,00	
													<b>Total</b>	<b>\$ 1 648,00</b>

Servicio menor
  Servicio mayor

Fuente: elaboración propia.

## 2.6. Ahorro de energía eléctrica

Se propone como plan de ahorro de energía eléctrica, el cambio de tubos fluorescentes a tubos led que utilizan en oficinas centrales para la iluminación de las diferentes áreas, en el área administrativa y en el área de planta de producción.

Tabla XXXII. **Consumo mensual total de energía eléctrica, con tubos fluorescentes, actualmente en las oficinas centrales de Vifrio**

Lugar	Departamento	Tubos	Watts	Hora/Día	KWH	Total KWH mes
Oficinas centrales	Administración CDS	32	47	8	12,032	252,672
	Baños 2do nivel	8	47	3	1,128	23,688
	Sala capacitación 2do nivel	32	47	3	4,512	94,752
	Pasillo 2do nivel frente a sala	4	47	2	0,376	7,896
	Créditos	15	47	8	5,64	118,44
	Calidad	16	47	5	3,76	78,96
	Costos	8	47	8	3,008	63,168
	Auditoría	10	47	8	3,76	78,96
	Oficina Importaciones	8	47	8	3,008	63,168
	Compras	12	47	8	4,512	94,752
	Pasillo finanzas	12	47	8	4,512	94,752
	Oficina gerente finanzas	8	47	8	3,008	63,168
	Asistente finanzas	4	47	8	1,504	31,584
	Contabilidad	14	15	8	1,68	35,28
	Bodega contabilidad	8	47	3	1,128	23,688
	Servidores	4	47	3	0,564	11,844
	Informática	36	47	8	13,536	284,256
	Pasillo recursos humanos	6	47	4	1,128	23,688
	Baños 1er nivel	6	47	3	0,846	17,766
	Sala espera 1er nivel	8	47	3	1,128	23,688
	Recepción	6	47	8	2,256	47,376
	Recursos humanos	16	47	8	6,016	126,336
	Bodega recursos humanos	8	47	3	1,128	23,688
	Oficina bodega central	4	47	8	1,504	31,584
	Bodega central	72	112	4	32,256	677,376
	Cuarto frío	8	47	12	4,512	94,752
	Bodega materia prima	8	47	2	0,752	15,792
	Bodega materia prima 2	4	112	2	0,896	18,816
	Oficina materia prima	8	47	12	4,512	94,752
	Planta OTR 1	36	112	10	40,32	846,72
	Planta OTR 2	34	37	10	12,58	264,18
	Planta OTR 3	2	47	10	0,94	19,74
	Pasillo planta	10	112	2	2,24	47,04
	Planta camión 1	48	112	10	53,76	1128,96
Planta camión 2	46	37	10	17,02	357,42	
Planta camión 3	136	47	10	63,92	1342,32	
Compresores	8	112	2	1,792	37,632	
Planta camión	18	293	3	15,822	332,262	
				<b>Total</b>	<b>6992,916</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. **Consumo mensual total de energía eléctrica, con tubos led en oficinas centrales de Vifrio**

Lugar	Departamento	Tubos	Watts	Hora/Día	KWH	Total KWH mes
Oficinas Centrales	Administración CDS	32	15	8	3,84	80,64
	Baños 2do nivel	8	15	3	0,36	7,56
	Sala capacitación 2do nivel	32	15	3	1,44	30,24
	Pasillo 2do nivel frente a sala	4	15	2	0,12	2,52
	Créditos	15	15	8	1,8	37,8
	Calidad	16	15	5	1,2	25,2
	Costos	8	15	8	0,96	20,16
	Auditoría	10	15	8	1,2	25,2
	Oficina importaciones	8	15	8	0,96	20,16
	Compras	12	15	8	1,44	30,24
	Pasillo finanzas	12	15	8	1,44	30,24
	Oficina gerente finanzas	8	15	8	0,96	20,16
	Asistente finanzas	4	15	8	0,48	10,08
	Contabilidad	14	6	8	0,672	14,112
	Bodega contabilidad	8	15	3	0,36	7,56
	Servidores	4	15	3	0,18	3,78
	Informática	36	15	8	4,32	90,72
	Pasillo recursos humanos	6	15	4	0,36	7,56
	Baños 1er nivel	6	15	3	0,27	5,67
	Sala espera 1er nivel	8	15	3	0,36	7,56
	Recepción	6	15	8	0,72	15,12
	Recursos humanos	16	15	8	1,92	40,32
	Bodega recursos humanos	8	15	3	0,36	7,56
	Oficina bodega central	4	15	8	0,48	10,08
	Bodega central	72	36	4	10,368	217,728
	Cuarto frío	8	15	12	1,44	30,24
	Bodega materia prima	8	15	2	0,24	5,04
	Bodega materia prima 2	4	36	2	0,288	6,048
	Oficina materia prima	8	15	12	1,44	30,24
	Planta OTR 1	36	36	10	12,96	272,16
	Planta OTR 2	34	15	10	5,1	107,1
	Planta OTR 3	2	15	10	0,3	6,3
	Pasillo planta	10	36	2	0,72	15,12
	Planta camión 1	48	36	10	17,28	362,88
Planta camión 2	46	15	10	6,9	144,9	
Planta camión 3	136	15	10	20,4	428,4	
Compresores	8	36	2	0,576	12,096	
Planta camión	18	75	3	4,05	85,05	
<b>Total</b>					<b>2273,544</b>	

Fuente: elaboración propia.

- Comparativa de datos obtenidos

Utilizando la tabla 1 y 2 se pueden comparar ambos datos y ver que la diferencia de consumo de energía eléctrica sería de 4 719,37 KWH.

Esto representaría un 67,49 % de ahorro de energía eléctrica en las oficinas centrales de Vifrio.

Utilizando el costo aproximado de \$ 0,17 por KWH para Vifrio, se tendría un ahorro aproximado de \$ 802,29; esto lleva a ver el costo de inversión para ver en cuánto tiempo Vifrio recuperaría su inversión.

- Inversión

Tabla XXXIV. **Costo de inversión para iluminación led en oficinas centrales de Vifrio**

<b>Tipo de tubos</b>	<b>Cantidad de tubos</b>	<b>Costo</b>	<b>Total</b>
36 Watts	178	\$ 47,00	\$ 8 366,00
12 Watts	80	\$ 12,00	\$ 960,00
15 Watts	433	\$ 16,00	\$ 6 928,00
<b>Total:</b>			<b>\$ 16 254,00</b>

Fuente: elaboración propia.

Estos datos de inversión podrían variar un poco, ya que se escogieron estos costos, porque fueron los más bajos del mercado. También, podría variar porque el proveedor no tenía costos de algunos tipos de lámparas que se necesitaban para sacar un dato más exacto. Pero con los números brindados

en la tabla 3, se puede llegar a una conclusión para ver en cuánto tiempo Vifrio recuperaría su inversión.

Según la tabla 3, se puede ver que la inversión sería de \$ 16 254,00, si se va a tener un ahorro de \$ 802,29 mensuales; es decir, Vifrio estaría recuperando su inversión en un tiempo aproximado de 20 meses.

### **3. FASE DE DOCENCIA**

#### **3.1. Importancia del plan de mantenimiento preventivo**

El programa de mantenimiento preventivo busca optimizar el funcionamiento y prolongar el tiempo de vida útil de la maquinaria utilizada en los centros de servicio Vifrio, a través de mantenimientos preventivos programados, realizados por técnicos con años de experiencia en esta industria.

La implementación de este programa también disminuye sustancialmente los paros imprevistos en las máquinas; evita que los trabajos que se tienen que realizar a los vehículos se atrasen; que los clientes se molesten por tener que esperar más tiempo por sus vehículos; o, incluso, no les puedan trabajar sus carros por falta de máquinas en buen estado.

La importancia del plan de mantenimiento preventivo, al implementarlo y controlarlo de manera correcta, se puede dividir en los siguientes beneficios:

- Prolongación del tiempo de vida útil de las máquinas.
- Disminución de fallas graves de las máquinas.
- Óptimo funcionamiento de la maquinaria.
- Provisión de repuestos que las máquinas necesitan para su mantenimiento preventivo en su debido tiempo.

- Reducción de costos en los mantenimientos correctivos para las máquinas.
- Eliminación de compra de repuestos innecesarios, ya que, con el mantenimiento preventivo, se dará mayor tiempo de vida útil a algunos repuestos.
- Reducción de contratación de proveedores para el mantenimiento de las máquinas.

### **3.2. Importancia de los historiales de reparaciones de la maquinaria**

El hecho de tener un plan de mantenimiento preventivo no significa que nunca se vaya a tener la necesidad de realizar un mantenimiento correctivo por alguna falla inesperada que pueda dar una máquina. Es por eso que es de suma importancia llevar un historial por maquinaria de las reparaciones que se le vayan a ir realizando con el tiempo.

Este historial de reparaciones deberá realizarse cuando se realicen mantenimientos correctivos. El documento deberá tener un resumen de fechas, trabajos realizados, personal encargado y los costos que se hicieron por fallas inesperadas en las máquinas y que no están contempladas en el plan de mantenimiento preventivo.

### **3.3. Presentación del plan de mantenimiento preventivo**

Se realizó una presentación, a través de una capacitación, del plan de mantenimiento preventivo para las máquinas en cada uno de los centros de servicio. Esta capacitación se llevó a cabo con los gerentes de los centros de

servicio Vifrio y el gerente de mantenimiento. Como ya se había tenido una reunión, no se tuvieron problemas con el tema de costos y fechas para realizar estos trabajos. Sin embargo, se les hicieron algunas recomendaciones a los gerentes de centros de servicio y al gerente de mantenimiento. Estas son las recomendaciones:

- Gerentes de centros de servicio Vifrio:
  - Evitar que los mantenimientos preventivos no se realicen. Si hubiese alguna emergencia, por la cual no sea posible realizar el trabajo preventivo, notificar, con tiempo, al gerente de mantenimiento.
  - Apoyar al gerente de mantenimiento, con la supervisión de los trabajos realizados, por si el gerente de mantenimiento no puede estar presente.
  
- Gerente de mantenimiento Vifrio:
  - Cumplir con el plan de mantenimiento preventivo.
  - Supervisar que los mantenimientos preventivos se realicen de acuerdo al plan de mantenimiento.
  - Apoyar al personal técnico con la compra de los repuestos para cada una de las máquinas.
  - Apoyar al personal técnico con la compra de la herramienta, si hubiese alguna que necesiten y no tengan.

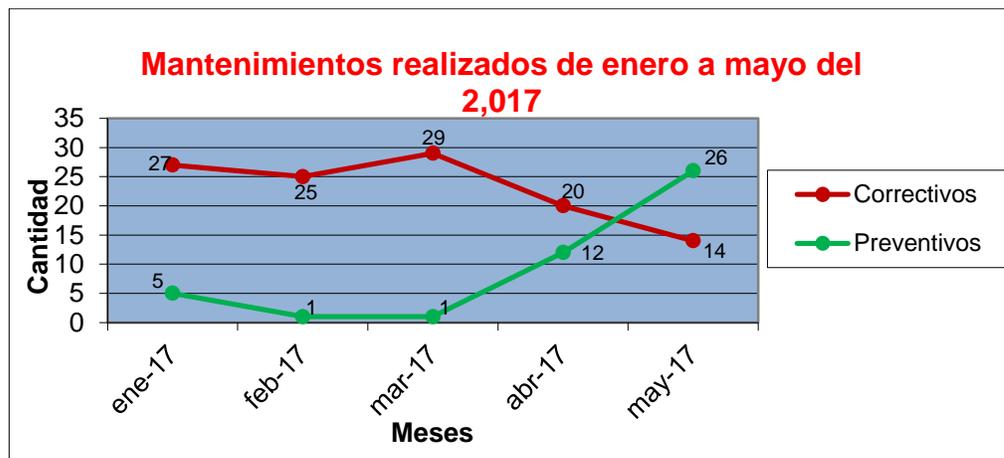
### 3.4. Presentación de mejoras a través de indicadores de mantenimiento

Durante el ejercicio profesional supervisado, se diseñó un plan de mantenimiento preventivo, al cual se le dio seguimiento por dos meses. En estos meses se realizaron mantenimientos preventivos en los centros de servicio Vifrio, obteniendo resultados positivos, tanto en la realización de los mantenimientos preventivos, como en el tema de costos.

Ya que se redujeron los costos, con respecto a los meses anteriores. A continuación, se muestra una gráfica con los indicadores de los meses anteriores al plan de mantenimiento preventivo, y de los dos meses cuando se realizaron los mantenimientos preventivos.

- Mantenimientos realizados de enero a mayo del 2,017

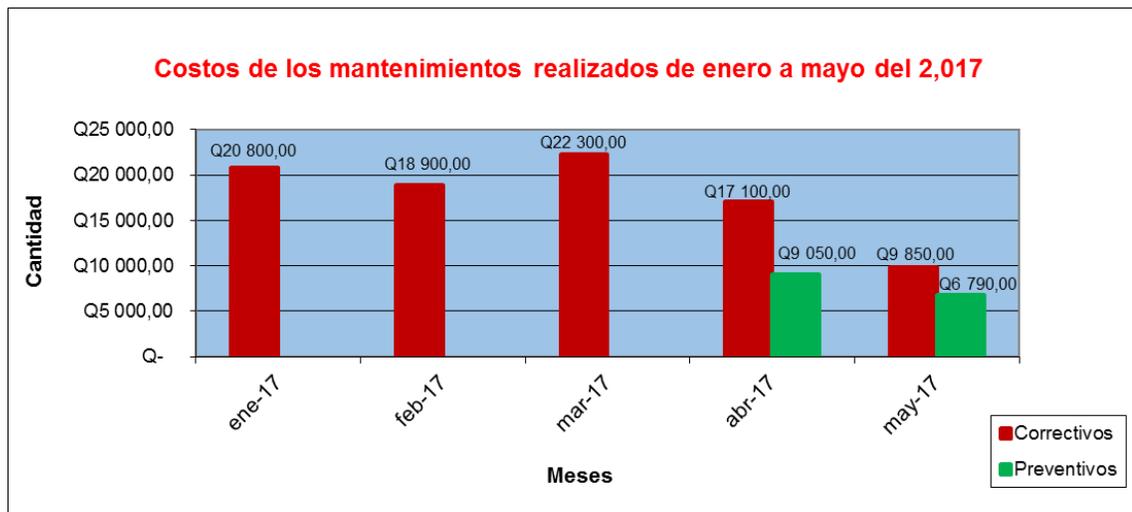
Figura 67. Gráfica de mantenimientos realizados de enero a mayo de 2017



Fuente: elaboración propia.

En esta gráfica se puede observar que, en los últimos dos meses, cuando se realizaron los mantenimientos preventivos, con base en el plan de mantenimiento preventivo, se redujo la cantidad de mantenimientos correctivos y se aumentó la cantidad de mantenimientos preventivos. El objetivo de un plan de mantenimiento es reducir la cantidad de mantenimientos correctivos y que los mantenimientos preventivos aumenten, algo que según esta gráfica, se estará dando con el paso del tiempo si se le da seguimiento al plan de mantenimiento preventivo diseñado.

Figura 68. **Gráfica de los costos de los mantenimientos realizados de enero a mayo de 2017**



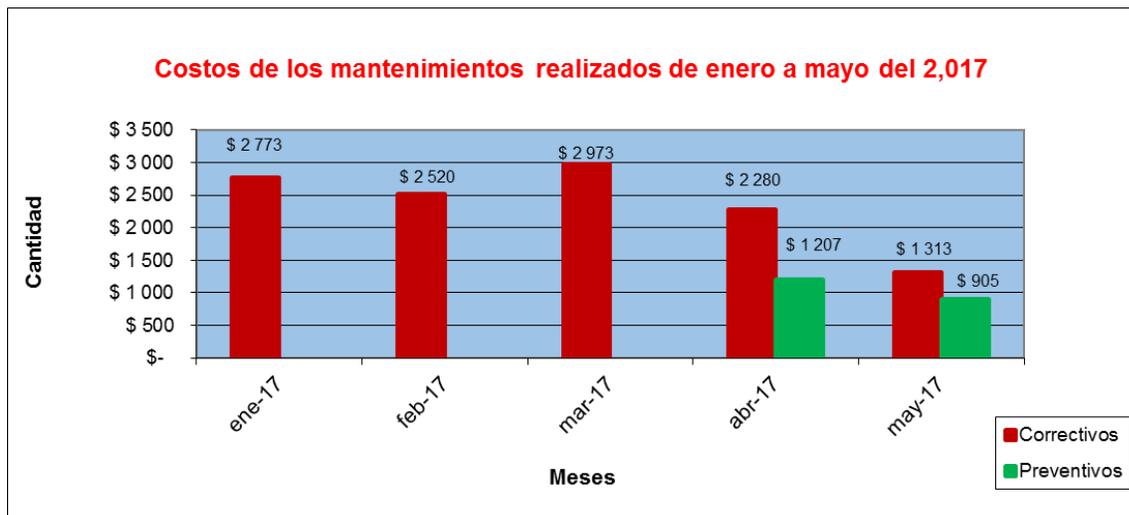
Fuente: elaboración propia.

En esta gráfica se pueden observar los costos de los mantenimientos realizados de enero a mayo de 2017. Se puede ver claramente que el costo de los mantenimientos preventivos es más bajo que el de los mantenimientos correctivos. Si se suman los costos realizados en el mes de abril, se puede ver que es más elevado que los costos que se venían realizando en los últimos

meses. Esto porque se está iniciando con el plan de mantenimiento preventivo; con el paso del tiempo se reducirá el costo de los mantenimientos correctivos, generando así un ahorro a la empresa y prolongando el tiempo de vida útil de la maquinaria de los centros de servicio Vifrio.

- Comparación de costos entre 2017 y 2018

Figura 69. **Gráfica de comparación de costos entre 2017 y 2018**



Fuente: elaboración propia.

En esta gráfica se puede hacer una comparación de lo que se gastará en el año 2018 con respecto al año 2017. La implementación del plan de mantenimiento preventivo ayudará a disminuir los gastos que, hasta el momento, se han realizado. En esta gráfica se ve que lo que se ha gastado en el año 2017 disminuirá en el año 2018. Esto generará un ahorro aproximado de \$ 5 498,00 en los primeros cinco meses del año 2018. Se dice que será un ahorro aproximado, ya que la idea es eliminar los mantenimientos correctivos; pero en ocasiones, se tendrá la necesidad de realizar mantenimientos

correctivos. Es por eso que la cantidad que se presenta de ahorro para la empresa es una cantidad aproximada. Con esto se ve que se ahorrará y se aumentará el tiempo de vida útil de todas las máquinas en los centros de servicio Vifrio.



## CONCLUSIONES

1. Un manual de usuario es muy importante para el uso adecuado de cualquier máquina. Es por eso que, con el manual de usuario que se diseñó, se evitarán mantenimientos correctivos, ya que, al no utilizar bien una máquina se tiende a aumentar las posibilidades de que las máquinas fallen. El manual de usuario que se diseñó estará cerca de las máquinas para que cualquier persona que tenga que utilizar la máquina pueda utilizarla de la mejor manera.
2. Se minimizaron los mantenimientos correctivos en las máquinas y se redujeron los costos ya que no se requirió de compra inesperada de insumos y repuestos adicionales al programa de mantenimiento preventivo. Tampoco, se tuvieron que realizar gastos innecesarios adicionales como el pago de horas extra.
3. Se diseñaron e implementaron las actividades de servicios para el mantenimiento preventivo de compresores, desarmadoras de llantas, balanceadoras de llantas, elevadores de tijera para alineación, elevadores de cuatro postes, elevadores de doble poste, elevadores de estacionamiento, filtros, reguladores, lubricadores y pistolas de impacto; los trabajos se han realizado de manera continua sin paros no programados, gracias al funcionamiento óptimo de las máquinas. Esto ayudará a cumplir con la vida útil de todas las máquinas en los centros de servicio Vifrio.

4. Los mantenimientos preventivos se realizaron en el tiempo necesario, gracias a la previa programación de dichos mantenimientos; se evitó así que se tuvieran paros no programados a la hora de atender a un cliente. Esto se logró, gracias a una mejora en la organización de los mantenimientos. Ya que, al tener un plan de mantenimiento preventivo, se logró organizar cada uno de los trabajos para cada máquina ubicada en los diferentes centros de servicio Vifrio.
5. Con las gráficas obtenidas, se observó que el plan de mantenimiento preventivo ayudó en la cantidad de mantenimientos correctivos y en los costos realizados, a disminuir estos números. Las gráficas mostraron que, a futuro, estas cantidades de mantenimientos correctivos y los costos seguirán disminuyendo.
6. El plan de mantenimiento preventivo no solo benefició a mejorar el servicio al cliente, ya que se le atiende de una mejor manera y sin hacerlo esperar tanto; también, benefició en el tema económico a la empresa en general. Estos beneficios ascienden a un monto promedio, por semestre, de \$ 5 498,00, que representa un ahorro aproximado en costos de mantenimiento del 46,36 %.

## RECOMENDACIONES

1. Realizar las actividades descritas en el plan de mantenimiento preventivo es la parte más importante del programa de mantenimiento; por lo cual el gerente de mantenimiento deber velar porque los técnicos y el personal asignado realicen las actividades planificadas en las fechas establecidas y con los recursos destinado para dichas actividades.
2. La capacitación del personal de mantenimiento debe continuar a través de actualizaciones y retroalimentaciones para que dicho personal realice de manera correcta las actividades del plan de mantenimiento preventivo y las mejore a través del tiempo.
3. Con el paso del tiempo, el gerente de mantenimiento y los gerentes de centros de servicio deben buscar mejoras para el programa de mantenimiento, a través de información proporcionada en las órdenes de trabajo, sugerencias de los operarios de pista en los centros de servicio y búsqueda de alternativas que provean un cambio positivo en el plan de mantenimiento preventivo.
4. Utilizar los repuestos e insumos que cumplan con las especificaciones de las máquinas y no repuestos e insumos económicos que solo provean de una reparación momentánea, ya que, con el paso del tiempo, dicho arreglo puede terminar en un mantenimiento correctivo grave.
5. Hacer una evaluación de la cantidad de técnicos para realizar los mantenimientos preventivos, ya que es de vital importancia no dejar de

realizar estos trabajos porque entonces no se tendrán los resultados esperados del plan de mantenimiento preventivo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. CARTA GONZÁLEZ, José Antonio. *Fundamentos de mecanismos y máquinas para ingenieros*. México: McGraw-Hill, 1999. 199 p.
2. DUFFUAA, Salih O. *Sistemas de mantenimiento, planeación y control*. España: Wiley, 2006. 289 p.
3. *Equipos y herramientas para talleres del servicio automotor*. [En línea]. <<http://www.john-car.com/desarmadoras-de-neumaticos.php#desmontadoras>>. [Consulta: 20 de agosto de 2017].
4. *Guía elevador hidráulico: Qué es, para qué sirve, cómo funciona y tipos de elevadores hidráulicos*. [En línea]. <<http://www.venta generadores.net/blog/guia-elevador-hidraulico-que-es-para-que-sirve-como-funciona-tipos/>>. [Consulta: 20 de agosto de 2017].
5. *La filtración en las líneas de aire comprimido*. [En línea]. <<http://www.mundocompresor.com/frontend/mc/La-Filtracion-En-Las-Lineas-De-Aire-Comprimido-vn3044-vst27>>. [Consulta: 20 de agosto de 2017].
6. *Neumática e hidráulica*. [En línea]. <<http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica6.htm>>. [Consulta: 20 de agosto de 2017].

7. *¿Qué son las herramientas neumáticas y cómo funcionan?* [En línea].  
<<http://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-electricas-y-accesorios/herramientas-neumaticas-introduccion>>.  
[Consulta: 20 de agosto de 2017].
  
8. SMITH, Edward H. *Manual del ingeniero mecánico*. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, 1998. 215 p.