



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

**PROPUESTA DE DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE INSTALACIONES, EQUIPO Y  
HERRAMIENTA PARA TALLER MODELO DE MOTOCICLETAS ITALIKA**

**Fernando Ignacio Núñez Lima**

Asesorado por el Ing. Julio Roberto Chiroy Santos

Guatemala, abril de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE INSTALACIONES, EQUIPO Y  
HERRAMIENTA PARA TALLER MODELO DE MOTOCICLETAS ITALIKA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**FERNANDO IGNACIO NÚÑEZ LIMA**

ASESORADO POR EL ING. MECÁNICO JULIO ROBERTO CHIROY SANTOS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO**

GUATEMALA, ABRIL DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

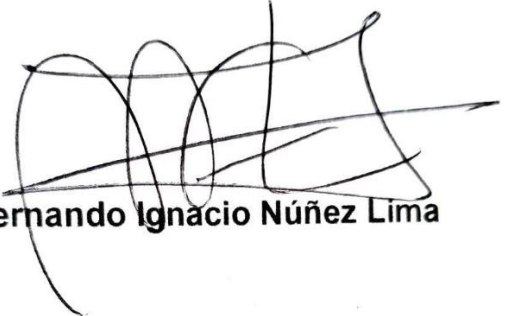
DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Herbert Samuel Figueroa Avendaño
EXAMINADOR	Ing. Carlos Snell Chicol Morales
SECRETARIO	Hugo Humberto Rivera Pérez

## **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:

### **PROPUESTA DE DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE INSTALACIONES, EQUIPO Y HERRAMIENTA PARA TALLER MODELO DE MOTOCICLETAS ITALIKA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 24 de mayo del 2021.



**Fernando Ignacio Núñez Lima**



Guatemala, 7 de Diciembre de 2022

Ingeniero:

Gilberto Enrique Morales Balza

Director de Escuela de Ingeniería Mecánica

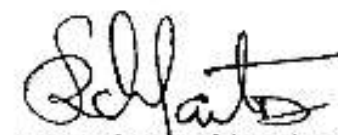
Facultad de Ingeniería

Universidad de San Carlos de Guatemala

Ingeniero Morales.

Me dirijo a usted para informarle que, de acuerdo con la autorización recibida, he asesorado al estudiante FERNANDO IGNACIO NUÑEZ LIMA, con registro académico 199713181, y CUI 2497819720301, en el desarrollo de su trabajo de graduación titulado "PROPUESTA DE DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE INSTALACIONES, EQUIPO Y HERRAMIENTA PARA TALLER MODELO DE MOTOCICLETAS ITALIKA", y considerando el trabajo satisfactorio en su estructura, contenido y resultados, me permito dar aprobación al mismo remitiéndole a la dirección de escuela para continuar el trámite correspondiente.

Sin otro particular, atentamente.



Julio Roberto Chiroy Santos

Ingeniero Mecánico

Colegiado 7972



Julio Roberto Chiroy Santos  
INGENIERO MECÁNICO  
Colegiado No. 7972

Ref.EIM.013.2023

El Coordinador del Área Complementaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE INSTALACIONES, EQUIPO Y HERRAMIENTA PARA TALLER MODELO DE MOTOCICLETAS ITALIKA** desarrollado por el estudiante: **Fernando Ignacio Núñez Lima** con Registro Académico **199713181** y CUI **2497781972301** recomienda su aprobación.

***“Id y Enseñad a Todos”***



Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez  
Coordinador Área Complementaria  
Escuela de Ingeniería Mecánica

Guatemala, febrero de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

LNG.DIRECTOR.091.EIM.2023

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, el visto bueno del Coordinador de área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE INSTALACIONES, EQUIPO Y HERRAMIENTA PARA TALLER MODELO DE MOTOCICLETAS ITALIKA**, presentado por: **Fernando Ignacio Núñez Lima**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Gilberto Enrique Morales Baiza  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica

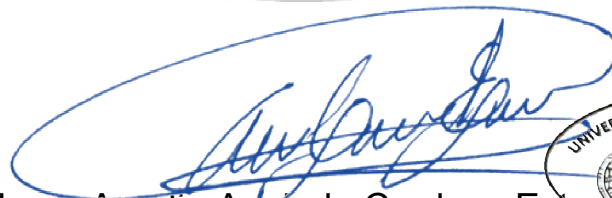
Guatemala, abril de 2023

Decanato  
Facultad de Ingeniería  
24189101- 24189102  
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.378.2023

La Decana 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: **PROPUESTA DE DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE INSTALACIONES, EQUIPO Y HERRAMIENTA PARA TALLER MODELO DE MOTOCICLETAS ITALIKA**, presentado por: **Fernando Ignacio Núñez Lima**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana



Guatemala, abril de 2023

AACE/gaoc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por darme la vida, la salud y el beneficio de su voluntad. A ti todo honor y toda gloria, por los siglos de los siglos, Amén.
- Mis padres** Mi madre Alma de Núñez, por nunca haber dejado morir esta inquietud en mí. A mí querido padre Joaquín Núñez (q. e. p. d.), y su gran legado. Siempre pienso en vos. Dios te bendiga, gracias por todo.
- Mi esposa e hijo** Erika Quiñonez, e Ignacio Núñez, por la motivación que me dan todos los días al salir por la puerta. Ustedes son las personas que más quiero enorgullecer en esta vida, los amo.
- Mis hermanos** Julio, Alma y Joaquín Núñez; mis cuñados, Suany Bejarano y William Porras.
- Mis sobrinos** Espero con ansias celebrar sus metas alcanzadas también.
- Mis tías y tíos** Mis otras madres, y mis grandes maestros, gracias por formar el entorno de amor que permite que seamos el familión.
- Mis primos** Lima y Núñez, los quiero a todos.

**Mis amigos**

Con los que compartí, y se volvieron familia, los grupos: la Marita, especialmente a Carlos Echeverría: compadre, gracias por tu porra; los Chinchetas, los Recharged Lapels, y los Maletas; a Bayron Vega y Jorge Rosales, por el apoyo mutuo; a Victor Hugo Arana, Rodolfo Lima, David Fuentes, Gabriel Fong y todos los que de una u otra forma me inspiraron durante este tiempo.

**Muy en especial**

Mi suegra, Patricia Silva y toda la familia Quiñonez, cuyo cariño me fue brindado desde el primer minuto.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Aunque aquel primer día no sabía que el viaje iba a ser extenso, tampoco sabía lo apasionante que iba a ser. Gracias por darme la oportunidad de ser parte de esta gran casa de estudios. San Carlita para siempre.

**A la Facultad de  
Ingeniería y Escuela  
de Ingeniería Mecánica**

Y sus magníficos docentes en general, ingenieros que, con mucho respeto y admiración, tendré el honor de llamar colegas.

**A ITALIKA**

Como gran aliado comercial, y a todos con los que como parte de su equipo post venta, hemos compartido a lo largo de estos años.

**Ing. Roberto Chiroy**

Por el apoyo y asesoramiento en la realización del presente.

**Corporación Hilton**

Y especialmente al hotel Hilton Garden Inn. Y al Ing. Julio Ajanel por darme la oportunidad de realizar la práctica laboral en dicha institución.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XIII
GLOSARIO .....	XV
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN .....	XXI
1. TEORÍA Y TIPOS DE MANTENIMIENTO .....	1
1.1. Tipos de mantenimiento .....	1
1.1.1. Mantenimiento predictivo o a condición.....	2
1.1.2. Mantenimiento preventivo.....	3
1.1.3. Mantenimiento correctivo.....	4
1.1.4. Mantenimiento detectivo .....	4
1.2. Ciclo de vida de un equipo .....	4
1.3. Régimen de mantenimiento ITALIKA .....	6
1.4. Tribología utilizada en ITALIKA .....	8
2. FUNCIONAMIENTO GENERAL.....	29
2.1. Sistemas eléctricos.....	30
2.1.1. Generación de electricidad .....	30
2.1.2. Regulación de carga, iluminación y otros .....	34
2.1.3. Arranque.....	39
2.2. Principio de Venturi y carburación .....	50
2.3. Motor de combustión interna .....	54
2.3.1. Fundamentos y ciclo Otto .....	59



2.3.2.	Mezcla y relación estequiométrica .....	63
3.	ELEMENTOS DE DISEÑO DE MÁQUINAS .....	65
3.1.	Cojinetes y rodamientos.....	65
3.2.	Engranajes .....	72
3.3.	Levas.....	85
3.4.	Mecanismo biela manivela .....	91
4.	TRANSMISIÓN DE POTENCIA .....	93
4.1.	Fajas y cadenas .....	93
4.2.	Frenos y embragues .....	103
4.3.	Tornillos de potencia .....	116
4.4.	Elevadores de tornillo.....	120
4.5.	Elevadores hidráulicos .....	124
5.	ACEROS, FUNDICIONES Y SOLDADURA.....	129
5.1.	Conceptos siderúrgicos aplicados a la construcción y reparación de motocicletas .....	129
5.2.	Normas y estándares para la selección de piezas metálicas o procesos de reparación.....	133
5.3.	Soldaduras especiales para motocicletas .....	136
6.	INSTALACIONES DEL TALLER DE SERVICIO.....	137
6.1.	Sistema de aire comprimido.....	151
6.2.	Instalación eléctrica.....	170
6.3.	Ventilación y acondicionamiento de aire .....	180
6.4.	Sistema de reaprovechamiento de agua.....	199
7.	ANÁLISIS FINANCIERO.....	211

8. ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL.....	229
CONCLUSIONES .....	245
RECOMENDACIONES.....	247
REFERENCIAS .....	249
APÉNDICES .....	255
ANEXOS.....	261



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Régimen de mantenimiento ITALIKA .....	7
2.	Elementos conformantes de un sistema tribológico .....	10
3.	Funciones técnicas de algunos sistemas tribológicos .....	11
4.	Fuerzas actuantes sobre dos superficies en contacto.....	15
5.	Diagrama de cuerpo libre de un objeto apoyado sobre una superficie...	16
6.	Coeficiente de fricción cuando se ejerce una fuerza variable F .....	17
7.	Comportamiento aceite de base mono grado comparado con el de aceite de base multigrado con respecto la temperatura de operación.....	25
8.	Corriente inducida en un conductor cuando se somete a la influencia de un campo magnético en movimiento.....	30
9.	Generación de corriente senoidal al hacer girar un magneto alrededor de una bobina eléctrica .....	31
10.	Partes de un generador de motocicleta.....	32
11.	Generación de corriente eléctrica en una motocicleta.....	32
12.	Mediciones de voltaje AC en embobinados de un rotor de motocicleta 150z mientras varían las rpm .....	33
13.	Regulador rectificador de una motocicleta ITALIKA .....	35
14.	Funcionamiento de un puente de diodos.....	35
15.	Filtro capacitivo en un rectificador de onda completa.....	36
16.	Onda senoidal rectificada y filtrada .....	37

17.	Mediciones de voltaje de cd en bornes de batería mientras varían las rpm.....	38
18.	Elementos involucrados en la generación de corriente de chispa .....	39
19.	Diagrama de circuito generador de corriente de chispa.....	40
20.	Sección de una bujía. Componentes básicos .....	42
21.	Nomenclatura y designación de las bujías.....	43
22.	Estado de la bujía como herramienta de diagnóstico .....	44
23.	Funcionamiento del arranque a pedal, o arranque a patada.....	45
24.	Diagrama del sistema de arranque eléctrico de una motocicleta.....	46
25.	Funcionamiento de un relé de arranque .....	47
26.	Rotor de un motor de arranque de motocicleta .....	48
27.	Estator de un motor de arranque de motocicleta .....	49
28.	Tren de engranajes de encendido .....	49
29.	Embrague de arranque de una motocicleta .....	50
30.	Explicación diagramática del efecto Venturi.....	51
31.	Diagrama de funcionamiento básico de un carburador.....	52
32.	Sección transversal de un carburador.....	53
33.	Componentes de un motor de una motocicleta de cuatro tiempos .....	55
34.	Acercamiento a los segmentos de los anillos de un pistón de motor de motocicleta.....	57
35.	Componentes del conjunto de válvulas de admisión y escape de un motor de motocicleta de 4 tiempos .....	58
36.	Acción de apertura y cierre de las válvulas de admisión y escape con el giro del eje de levas .....	59
37.	Diagramas presión volumen, y temperatura entropía de un ciclo ideal de Otto .....	60
38.	Descripción gráfica de los cuatro ciclos de un motor de cuatro tiempos de una motocicleta .....	61
39.	Cámara de combustión en un motor de motocicleta .....	62

40.	Cojinetes de bolas y de rodillos.....	66
41.	Nomenclatura para rodamientos de bolas.....	67
42.	Nomenclatura para rodamientos de rodillos cónicos.....	69
43.	Dimensiones principales de los engranajes.....	72
44.	Engranajes y ejes denominados por su acción.....	74
45.	Tipos de trenes de engranajes.....	75
46.	Ubicación del eje y pedal de cambios en una motocicleta.....	76
47.	Funcionamiento del variador de ángulo en un tambor selector de cambios.....	77
48.	Funcionamiento de la caja de cambios en una motocicleta.....	77
49.	Disposición de los engranajes en una caja de velocidades de motocicleta.....	78
50.	Engranajes de estrías.....	78
51.	Engranajes acanalados.....	79
52.	Engranajes de giro libre y engranaje fijo en una caja de velocidades de motocicleta.....	80
53.	Posición de neutro en una caja de velocidades de motocicleta.....	81
54.	Posición de primera marcha en una caja de velocidades de motocicleta.....	82
55.	Posición de segunda marcha en una caja de velocidades de motocicleta.....	82
56.	Posición de tercera marcha en una caja de velocidades de motocicleta.....	83
57.	Posición de cuarta marcha en una caja de velocidades de motocicleta.....	84
58.	Posición de quinta marcha en una caja de velocidades de motocicleta.....	84
59.	Componentes generales de un mecanismo de leva y seguidor.....	86
60.	Partes de una leva.....	86

61.	Mecanismo retenedor de marcha .....	88
62.	Mecanismo tipo rodillo y seguidor .....	88
63.	Descripción del funcionamiento de una de las levas del eje de levas al abrir o cerrar una de las válvulas .....	89
64.	Motor con eje de levas sobre el cabezal .....	90
65.	Motor con válvulas sobre el cabezal .....	91
66.	Mecanismo biela manivela .....	92
67.	Sección de una faja de transmisión de motoneta .....	94
68.	Clasificación de las correas de transmisión .....	95
69.	Sistema de transmisión de potencia de cadena de tracción .....	97
70.	Partes de una cadena de tracción .....	98
71.	Efecto de la temperatura sobre las zapatas de un freno de motocicleta .....	105
72.	Descripción gráfica del principio de Pascal .....	109
73.	Clasificación de los embragues .....	111
74.	Componentes del embrague de una motocicleta .....	112
75.	Componentes de la canasta de embrague .....	113
76.	Accionamiento del embrague de una motocicleta .....	114
77.	Embrague centrífugo o automático .....	116
78.	Dimensiones de la rosca de un tornillo .....	117
79.	Tornillo de rosca cuadrada .....	118
80.	Rosca Acme .....	119
81.	Rosca trapezoidal .....	120
82.	Fuerzas actuantes sobre un tornillo al subir o bajar carga .....	121
83.	Diagrama de cuerpo libre de un bloque infinitesimal e imaginario, al subir por la rosca de un tornillo .....	122
84.	Principio de Pascal aplicado a un elevador hidráulico .....	125
85.	Funcionamiento del gato hidráulico .....	127
86.	Funcionamiento del gato hidráulico .....	127

87.	Funcionamiento del gato hidráulico .....	128
88.	Diagrama Eutéctico del acero .....	131
89.	Diagrama de proceso dentro del taller modelo .....	138
90.	Fachada del taller de servicio .....	139
91.	Área de parqueo .....	141
92.	Área de Recepción .....	143
93.	Área de Mecánica .....	145
94.	Ubicación de los componentes básicos del sistema de aire comprimido del taller modelo .....	160
95.	Figura 95.Válvula de bola .....	161
96.	Elevación de la disposición de los componentes del sistema de aire comprimido del taller modelo .....	162
97.	Cálculo de longitud lineal para tubería de ½ pulgada de diámetro .....	163
98.	Dimensiones para el cálculo de iluminación de ambientes cerrados ...	172
99.	Disposición de luminarias en el techo del taller modelo .....	176
100.	Luminaria elegida para ser utilizada en la iluminación del taller modelo .....	177
101.	Plano de orientación del local ocupado por el taller modelo .....	182
102.	Diagrama de componentes de un interceptor de aguas pluviales .....	201
103.	Esquema de una trampa de grasas .....	206
104.	Dimensiones de la trampa de grasas utilizada en el taller modelo .....	208
105.	Efecto invernadero .....	230

## TABLAS

I.	División de las ramas que componen la tribología .....	9
II.	Sistemas tribológicos más comunes .....	12
III.	Rangos API según modelo de moto .....	26



IV.	Catálogo de cojinetes utilizados en motocicletas ITALIKA .....	71
V.	Pasos normalizados para cadenas de tracción .....	99
VI.	Normalización SAE para aceros comerciales .....	133
VII.	Clasificación UNE- AENOR .....	135
VIII.	Presupuesto de fachada de taller modelo.....	140
IX.	Presupuesto de área de parqueo del taller modelo .....	141
X.	Inversión inicial de área de lavado de motocicletas del taller modelo.....	142
XI.	Presupuesto de área de lavado de motocicletas del taller modelo .....	143
XII.	Presupuesto implementación área de recepción en el taller modelo ....	144
XIII.	Presupuesto implementación área de espera en el taller modelo .....	145
XIV.	Presupuesto implementación área de carga de baterías en el taller modelo.....	147
XV.	Presupuesto implementación área de limpieza de carburadores en el taller modelo .....	148
XVI.	Presupuesto implementación área de desechos en el taller modelo ....	149
XVII.	Presupuesto implementación área de banco de trabajo en el taller modelo.....	150
XVIII.	Presupuesto implementación área de rampas en el taller modelo .....	151
XIX.	Inventario de equipo neumático en taller modelo .....	154
XX.	Gasto de aire en CFM del equipo neumático del taller modelo .....	155
XXI.	Tabla para selección de compresores de aire .....	155
XXII.	Factores para cálculo de pérdidas debido a la fricción en tuberías para cualquier presión inicial.....	159
XXIII.	Pérdidas de presión de aire debida a accesorios .....	162
XXIV.	Cálculo de longitud equivalente para tubería de ½ pulgada de diámetro.....	163
XXV.	Cálculo de longitud equivalente para tubería de 3/4 pulgada de diámetro.....	165

XXVI.	Inventario de accesorios y tubería lineal para sistema de aire comprimido del taller modelo .....	166
XXVII.	Presupuesto para implementación de instalación de aire comprimido en taller modelo.....	169
XXVIII.	Coeficiente de reflexión de luz percibida por el usuario .....	171
XXIX.	Reflectancias efectivas de cavidad de cielo o piso en porcentaje .....	174
XXX.	Coeficientes de utilización según tipo de luminaria .....	175
XXXI.	Consumo de potencia del equipo eléctrico utilizado .....	178
XXXII.	Presupuesto de la instalación eléctrica del taller modelo .....	179
XXXIII.	Diferencia de temperaturas para carga de enfriamiento .....	183
XXXIV.	Descripción de grupos de construcción de paredes.....	184
XXXV.	Áreas del Techo .....	185
XXXVI.	Diferencias de temperatura para carga de enfriamiento para cálculo de paredes .....	186
XXXVII.	Corrección de la DTCE por latitud y mes, para aplicar a paredes y techos.....	187
XXXVIII.	Radiación solar a través de vidrio factores de ganancia máxima de calor solar para vidrio .....	191
XXXIX.	Coeficiente de sombreado para vidrio con o sin sombreado interior....	192
XL.	Hora solar, H.....	193
XLI.	Tasa de ganancia de calor debida a los ocupantes del recinto acondicionado .....	195
XLII.	Producción de calor de equipo motorizado, BTU/H .....	195
XLIII.	Producción de calor de equipo motorizado .....	196
XLIV.	Carga de enfriamiento total .....	196
XLV.	Presupuesto de instalación de aire acondicionado .....	197
XLVI.	Cantidades de lluvia anual dividida en los distintos meses .....	203
XLVII.	Cálculo de cantidad de lluvia por mes, durante un año.....	204
XLVIII.	Presupuesto de instalación captación de agua pluvial .....	205

XLIX.	Presupuesto de instalación trampa de grasas .....	209
L.	Inversión inicial en instalaciones y equipo para el taller modelo .....	214
LI.	Salario mensual para personal de taller modelo .....	215
LII.	Costos fijos .....	216
LIII.	Costo lavado motocicletas .....	217
LIV.	Costo de los materiales utilizados para mantenimiento motocicletas, incluye lavado .....	217
LV.	Utilidad por servicio de mantenimiento y precio al público recomendado .....	218
LVI.	Número necesario de servicios semanales para cubrir costos fijos.....	220
LVII.	Supuesto de ingresos mensuales .....	225
LVIII.	Supuesto de egresos mensuales.....	226
LIX.	Flujo de efectivo proyectado a cuatro años .....	226
LX.	Coeficientes de emisión de dióxido de carbono por combustible .....	239
LXI.	Emisiones de línea de base en toneladas de CO2 equivalente por consumo de gasolina en vehículo del taller .....	240
LXII.	Emisiones de línea de base en toneladas de CO2 equivalente por consumo de gasolina para limpieza en el taller .....	240
LXIII.	Emisiones de línea de base en toneladas de CO2 equivalente por producción de aceite quemado .....	241
LXIV.	Emisiones de línea de base en toneladas de CO2 equivale debidas a consumo de energía eléctrica .....	243

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
$\mu$	Coeficiente de fricción
<b>Dp</b>	Diámetro primitivo
$\Delta P$	Pérdida de presión en psi
<b>Q</b>	Quetzal, caudal
$\omega$	Velocidad angular
$\Delta V_o$	Voltaje de rizo



## GLOSARIO

<b>AISI/SAE</b>	Norma americana, que toma su nombre de las dos instituciones que la crearon: la American Iron and Steel Institute, o Instituto Americano del Hierro y Acero; y la Society of Automotive Engineers, o Sociedad de Ingenieros Automotrices.
<b>ANSI</b>	American National Standards Institute, Instituto Nacional Americano de Estándares.
<b>BS</b>	<i>British Standard</i> , o Estándar Británico.
<b>Bujía</b>	Generador de una descarga eléctrica de alta tensión a partir de un arco eléctrico.
<b>DIN</b>	Deutsches Institut Für Normung. Instituto Alemán para la Normalización.
<b>ISO</b>	International Organization for Standardization, Norma Internacional de Estandarización.
<b>MON</b>	<i>Motor Octane Number</i> , determina el comportamiento de la gasolina en régimen de altas revoluciones y conducción en condiciones típicas de carretera.

- OHC** *Over head camshaft*, o eje de levas sobre el cabezal, motor en el que el eje de levas se encuentra en la culata.
- OHV** *Over head valve*. Motor en el que el eje de levas está conectado directamente con el cigüeñal a través de un engranaje.
- RON** *Research Octane Number*, que determina el comportamiento de la gasolina en entornos urbanos, es decir, a bajas revoluciones y temperaturas.
- SAE** Society of Automotive Engineers.

## **RESUMEN**

El presente trabajo de graduación consiste en una propuesta de diseño e implementación de instalaciones, equipo y herramienta para talleres de motocicletas ITALIKA que lo hagan replicable para lograr eventualmente el funcionamiento sostenible como red de talleres estandarizados, que beneficien a la mayor cantidad de personas en una mayor zona geográfica.

Se tomó como base el taller de motocicletas ITALIKA ubicado en Ciudad Vieja Sacatepéquez y para formular la propuesta fue necesario comprender las bases teóricas sobre el mantenimiento aplicable a las motocicletas y sus diferentes tipos.

Se definió un diagrama de flujo que muestra el correcto funcionamiento del taller, según las áreas con que cuenta el local y se resaltaron los elementos de diseño de las maquinas involucradas en la operación del taller. Además de ello se realizó un análisis financiero y un análisis ambiental los cuales aumentan la utilidad y la comprensión de la presente propuesta.





## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar las instalaciones que cubran las necesidades de un taller modelo de mecánica de motocicletas ITALIKA, que sea replicable y sostenible para crear una red de talleres, que haga posible beneficiar a la mayor cantidad de personas en una mayor zona geográfica.

### **Específicos**

1. Definir el diagrama de flujo del correcto funcionamiento del taller modelo desde la recepción de la motocicleta, hasta su entrega.
2. Proporcionar la base teórica sobre mantenimiento y los tipos de mantenimiento aplicables a las motocicletas; principios de tribología, grasas y aceites.
3. Calcular instalaciones reales: suministro eléctrico, el suministro de aire comprimido, ventilación, manejo de desechos, así como los equipos a ellas conectados, como compresores, soldaduras y prensas. Tomando en cuenta también un área para carburación, un espacio específico para carga de baterías y revisiones de elementos electrónicos básicos, el área de lavado y su suministro y reutilización de agua, entre otras.

4. Resaltar los elementos de las máquinas involucrados en la operación del taller, las motocicletas, o lo relacionado con estos, tales como tornillos, cojinetes, y mecanismos.
  
5. Normalizar procedimientos tomando las tareas más recurrentes de las órdenes de servicio reales, de un año calendario, para determinar la cantidad de elevadores, y capacidad de las instalaciones, adecuados a los modelos ITALIKA existentes.

## INTRODUCCIÓN

Contando con que las motocicletas son similares en peso y dimensiones físicas, el equipo y herramienta, se utilizan repetitivamente, haciendo posible uniformar ciertas tareas.

En el presente se expone la teoría de mantenimiento, concluyendo en la definición de un régimen preventivo rutinario, en donde se cambia cierta pieza al llegar a determinado tiempo o kilometraje. Tomando en cuenta que cada motocicleta es utilizada bajo distintas condiciones, resulta interesante el tema porque, en las motocicletas, el desgaste se da de manera distinta a como se da en la maquinaria estacionaria de una planta o industria, que es operada por personal calificado y por lo regular, bajo condiciones ambientales y de funcionamiento controladas.

Se ofrece una explicación del funcionamiento de la motocicleta como máquina, desde el motor ciclo Otto y su aproximación al modelo real, sistema eléctrico en general, y carburación.

Ya que las motocicletas incluyen casi todos los elementos de diseño de máquinas estudiados en los cursos de la facultad, se describen los componentes utilizados, desde el punto de vista analítico: cojinetes o rodamientos, fajas y cadenas de transmisión, engranajes, mecanismos como el de biela manivela en el conjunto del cigüeñal, las levas en su eje, que acciona las válvulas de admisión y escape en el motor; frenos y embrague; tornillo de transmisión de potencia, e incluso se pretende abordar los materiales y equipo de soldadura utilizados en la fabricación de los componentes de las motocicletas.

Se realizó un cálculo de las instalaciones del taller modelo según el contenido de los cursos de la carrera. Por ejemplo, el sistema neumático, que, aunque se considera una instalación pequeña, cumple con todos los requerimientos técnicos; el agua del área de lavado será reutilizada al menos dos veces o la instalación eléctrica, calculada según las normas correspondientes.

En los anexos, se incluyen las imágenes de los órdenes de servicio, planos, fotos, y material utilizado para respaldar la información utilizada.

# 1. TEORÍA Y TIPOS DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento, se define como el conjunto de acciones, realizadas sobre un equipo, maquinaria o instalación, con el fin de que este lleve a cabo la función que tiene predeterminada, de forma continua, económica y eficiente durante el mayor tiempo posible (Velásquez, 2013).

## 1.1. Tipos de mantenimiento

Al abordar el diseño de un taller modelo, es necesario incluir los procedimientos que permiten prolongar y optimizar la vida útil tanto de las instalaciones y equipo, como de las motocicletas que se atiendan en él. Existen cuatro tipos básicos de mantenimiento distintos:

- Mantenimiento predictivo, también llamado mantenimiento a condición
- Mantenimiento preventivo, que puede ser de dos tipos:
  - Sustitución
  - Reacondicionamiento cíclico
- Mantenimiento correctivo, también llamado trabajo a la falla
- Mantenimiento detectivo o búsqueda de fallas (Velásquez, 2013).

### **1.1.1. Mantenimiento predictivo o a condición**

Consiste en buscar señales que permitan identificar una falla antes de que ocurra. Por ejemplo, la inspección visual del grado de desgaste de un neumático es una tarea de mantenimiento predictivo, dado que permite identificar el proceso de falla antes de que la falla funcional ocurra (Velásquez, 2013).

Las tareas de mantenimiento predictivo incluyen inspecciones visuales, mediciones rutinarias, y monitoreo de vibraciones o ruido. La decisión de tomar o no una acción, depende de la condición que se está midiendo: a partir de la medición de vibraciones o ruido en un componente, se puede decidir si se cambia o no (Velásquez, 2013).

Las mediciones deberán indicar claramente que la falla está en el proceso de ocurrir y debe prestársele atención a señales como que el motor del compresor de aire se sobrecaliente, se pierda presión en el suministro de agua, se presente un aumento súbito en la factura de la energía eléctrica, y muchos otros ejemplos que describen situaciones cotidianas, que requieren atención especial (Velásquez, 2013).

Es este el tipo de mantenimiento más adecuado tanto para las instalaciones eléctrica, neumática, e hidráulica; como para el equipo y herramienta especial, como rampas, bancos, y compresor, partiendo de la limpieza cotidiana, se implementa un *check list* que permite detectar las piezas con más probabilidad de falla, antes que esta ocurra (Velásquez, 2013).

### **1.1.2. Mantenimiento preventivo**

Consiste en la revisión sistemática de componentes en general, examinando el estado de cada componente al desarmarlo, limpiarlo, lubricarlo y reinstalarlo. Al instalarlo, se evalúa incluso su reemplazo si se halla que el ajuste está fuera de los rangos permitidos. Estas revisiones son periódicas, y se toma en cuenta que la probabilidad de falla aumenta rápidamente después de que es superada la vida útil propuesta por el fabricante de cada componente (Velásquez, 2013).

Para las motocicletas, éste tipo de mantenimiento resulta adecuado, porque las piezas que la conforman no se desgastan uniformemente: Por ejemplo, el freno trasero sufre más desgaste que el delantero; la suspensión delantera sufre más que la trasera; en los componentes electrónicos y eléctricos es impredecible cuando se somete a vibraciones y sobresaltos durante el manejo. Muchas de las fallas más comunes son prevenibles si las piezas se revisan sistemáticamente (Velásquez, 2013).

Por ejemplo, al evaluar el mantenimiento sobre el freno delantero de una motocicleta usada para mensajería, se podría decidir realizar una tarea preventiva, la cual sería la sustitución de las pastillas, dado que la falla común generalmente responde a un patrón de desgaste por uso (Velásquez, 2013).

Por otro lado, para los discos de embrague, un buen plan de mantenimiento preventivo tendría base en la aplicación de un aceite lubricante adecuado, de alta calidad y con los aditivos correctos para lograr retrasar el desgaste de las pastas (Velásquez, 2013).



### **1.1.3. Mantenimiento correctivo**

Si se decide que no se hará ninguna tarea predictiva o preventiva para manejar una falla, sino que se reparara la misma una vez que ocurra, entonces el mantenimiento elegido es un mantenimiento correctivo (Velásquez, 2013).

Este tipo de mantenimiento, conviene cuando el costo de la falla es menor que el costo de la prevención, o cuando no puede hacerse ninguna tarea proactiva y no se justifica realizar un rediseño del equipo. Esta opción solo es válida en caso que la falla no tenga consecuencias sobre la seguridad o el medio ambiente (Velásquez, 2013).

### **1.1.4. Mantenimiento detectivo**

Consiste en la prueba de dispositivos de protección bajo condiciones controladas, para asegurarse que estos dispositivos serán capaces de brindar la protección requerida cuando sean necesarios. Al intervalo en el cual se realiza ésta tarea se le llama intervalo de búsqueda de fallas, o FFI, Por ejemplo, arrojar humo a un detector contra incendios es una tarea de mantenimiento detectivo (Velásquez, 2013).

## **1.2. Ciclo de vida de un equipo**

Se va a denominar equipo, a cualquier artefacto que forme parte de la instalación del taller, y que participe en la operación del mismo, así como a las motocicletas con las que se trabajará.

El ciclo de vida de un equipo, es el periodo de su existencia como tal, comprendido entre su manufactura, comercialización, tiempo de servicio, hasta terminar en su disposición final.

En la práctica, éste tiempo se ve acortado por el desgaste, que depende mucho de la forma en la que la motocicleta es utilizada y sobre todo, de cuánto mantenimiento se le ha dado durante ese tiempo.

Para fines prácticos, hay que fijarse en una motocicleta que siga el régimen ITALIKA de mantenimientos en tiempo y forma, es decir, que en dos años realice al menos 8 mantenimientos preventivos en fecha y kilometraje acordados. Es necesario reemplazar las piezas de desgaste natural, tales como zapatas de freno, tornillos en mal estado o cadenas de tracción según se vaya necesitando (ITALIKA, 2019).

El final del ciclo de vida de una motocicleta será el punto en el que ésta ya no ofrezca ni el desempeño, ni la seguridad para ser utilizada, según criterio del presente trabajo de graduación, carecerá de valor económico (ITALIKA, 2019).

Para considerar un ciclo de vida promedio de las motocicletas, se puede tomar como base el criterio de su depreciación anual, estipulada en el decreto 10-2012 del Congreso de la República de Guatemala, en cuyo artículo 28, porcentajes de depreciación, se indica que los animales de carga o de trabajo; maquinaria, vehículos en general, grúas, y aviones se deprecian 20 % anualmente, el equipo del taller, se deprecia un 25 %, y las instalaciones, un 5 %.

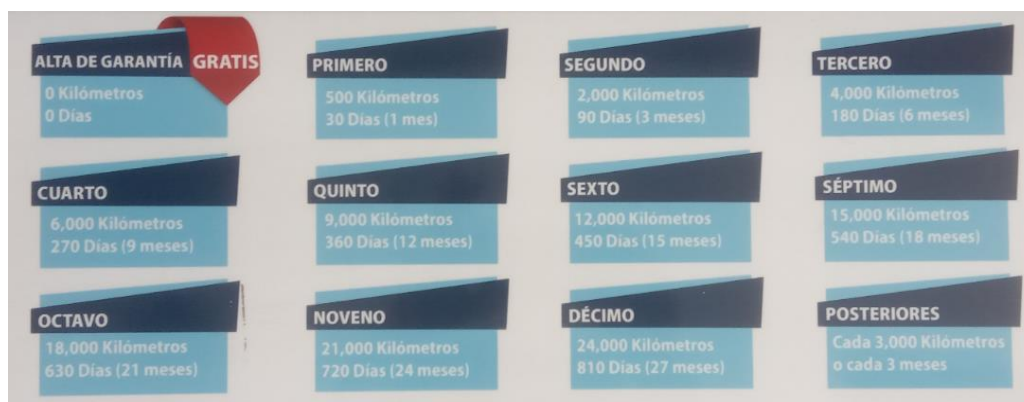
Con base en lo anterior, se puede decir que una motocicleta carece de valor comercial luego de 4 años. Este tiempo se considera conveniente, dado que es el doble del tiempo ofrecido como garantía: la garantía es de 2 años o 20,000 km (ITALIKA, 2019).

### **1.3. Régimen de mantenimiento ITALIKA**

Cuando a una persona promedio se le menciona el mantenimiento de la motocicleta, pensará en un cambio de aceite de motor nada más, y aunque el motor es la parte principal de la motocicleta, cuando ésta, está en uso, toda su estructura sufre desgaste: la suspensión, la transmisión, la caja de velocidades, los frenos, las llantas, y todas las partes móviles en general (ITALIKA, 2019).

Es por eso que el régimen de mantenimiento elegido, además de incluir el cambio de aceite, contempla varias otras tareas, como cargar la batería, desarmar, limpiar y armar nuevamente los frenos y la cadena de tracción, lubricar ejes, y toda una serie de acciones más que se incrementa conforme el kilometraje va avanzando, e incluye el reemplazo de piezas de desgaste natural como procedimiento fijo. El régimen adoptado se realizará de la manera descrita en la figura 1. Según los 2 años de vigencia de la garantía (ITALIKA, 2019).

Figura 1. **Régimen de mantenimiento ITALIKA**



Fuente: Taller de motocicletas (2019). *Señalética ITALIKA, Guatemala.*

Si únicamente se tratase de cambiar aceite al motor, lo recomendable es hacerlo cada 3,000 kilómetros, pero ajustes como tensión de cadena de tracción, ajustes de freno, apriete de tornillería, reemplazo de tornillos falsos deben ser llevados a cabo en intervalos más cortos (ITALIKA, 2019).

En general, las tareas más recurrentes durante el mantenimiento preventivo de una motocicleta según ITALIKA son:

- Revisión de los puntos de seguridad
- Ajuste de frenos el cual no aplica en el primer servicio
- Ajuste y lubricación de cadena si el modelo aplica.
- Apriete de tornillos del eje delantero y trasero, base de amortiguadores, manubrio, barras de suspensión, soporte de motor y horquilla.
- Cambio de aceite de motor.
- Cambio de candela el cual no se realiza en el primer servicio.
- Carburación.

- Lubricación y ajuste de cables.
- Revisión de líquido de frenos y presión de llantas.
- Revisión de válvulas y ajuste según proceda.
- Revisión y limpieza del cedazo del aceite.
- Revisión y limpieza del filtro de aire.
- Verificación eléctrica. (ITALIKA, 2019).

#### **1.4. Tribología utilizada en ITALIKA**

La tribología es la rama de la ingeniería que estudia la fricción entre partes móviles que están en contacto, el desgaste en esas piezas debido a esa fricción, y la lubricación como medio para mitigar ese desgaste en general para sistemas mecánicos (Castillo y Toapanta, 2019).

La palabra tiene sus raíces en el griego *tribos*, o rozamiento, y *logos*, o razonamiento; definiéndola Jost por primera vez como: “la ciencia e ingeniería de las superficies en contacto con movimiento relativo entre sí” (Castillo y Toapanta, 2019, p.11).

En 1966, el ingeniero mecánico Peter Jost, planteó la importancia de la inclusión de los tres conceptos en una sola disciplina técnico científica, y revolucionó el desarrollo de los sistemas mecánicos demostrando que cuando se toma en cuenta esta relación en su diseño, se obtienen sistemas más eficientes, duraderos y rentables.

Está dirigida principalmente a mitigar los efectos que la fricción tiene sobre la eficiencia de toda tarea que involucre objetos en contacto entre sí, pero también aprovechar dichos efectos en tareas que así lo requieran. Tiene cuatro

ramas principales llamadas Tribociencias, y la tabla 1 muestra brevemente su división (Castillo y Toapanta, 2019).

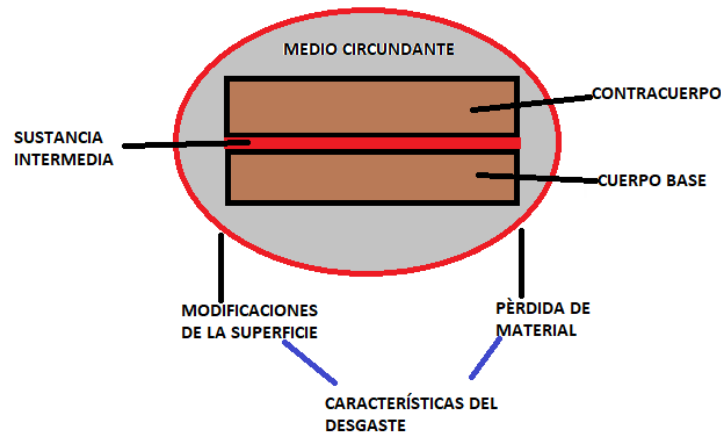
Tabla I. **División de las ramas que componen la tribología**

TRIBOLOGÍA	<p>TRIBOCIENCIAS. Desde el punto científico, la tribología estudia los procesos físicos, químicos, mecánicos, biológicos, térmicos, que surgen en las superficies de rozamiento.</p>	<p>TRIBOFÍSICA. Trata todos los aspectos físicos que tienen lugar durante la interacción de las superficies.</p>
		<p>TRIBOQUÍMICA. Estudia la interacción de las superficies de rozamiento con medios químicamente activos, principalmente problemas relacionados con corrosión.</p>
		<p>TRIBOMECÁNICA. Analiza las leyes de conservación de la energía, los fenómenos de deformacionales, vibraciones y oscilaciones mecánicas, y ecuaciones de hidrodinámica.</p>
		<p>TRIBOMETALOGRAFÍA. Estudia la estructura y propiedades de las capas superficiales durante el proceso de fricción.</p>

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de Ramos de la Tribología (2019). *Principios de Tribología aplicados en la Ingeniería Mecánica.*

En las motocicletas, durante su vida útil, se aplicará alguna de las ramas o la combinación de varias de ellas, y se pueden definir los conjuntos a ser estudiados como sistemas Tribológicos. Un sistema tribológico, es un conjunto natural o artificial de elementos materiales, entre los que se presenta rozamiento y posible desgaste. Como puede apreciarse en la figura 2, un sistema tribológico consta de algunos elementos básicos (Castillo y Toapanta, 2019).

Figura 2. **Elementos conformantes de un sistema tribológico**



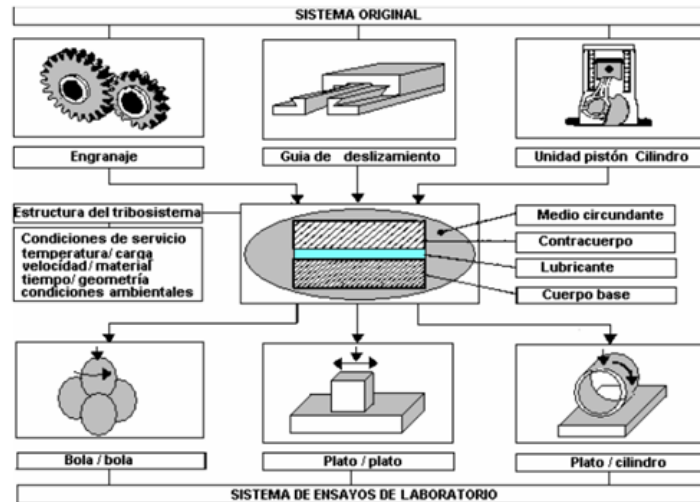
Fuente: Castillo y Toapanta (2019). *Principios de tribología aplicados a la ingeniería mecánica*.

El cuerpo base es el elemento que se toma como referencia. Normalmente el que está fijo en el sistema, y es generalmente conocido como material friccionante (Castillo y Toapanta 2019).

El contra cuerpo es el elemento que contacta al cuerpo base, normalmente es el que está en movimiento relativo y sobre el cual se ha puesto mayor diseño y análisis a nivel tecnológico, ingenieril y de materiales (Castillo y Toapanta 2019).

Sustancia intermedia: es la sustancia que se encuentra entre los cuerpos base y contra cuerpo. Ésta muchas veces actúa como lubricante, pero un agente contaminante también es tomado como sustancia intermedia (Castillo y Toapanta 2019).

Figura 3. **Funciones técnicas de algunos sistemas tribológicos**



Fuente: Castillo y Toapanta (2019). *Principios de tribología aplicados a la ingeniería mecánica.*

El medio circundante es la sustancia que envuelve a los tres anteriores, caracteriza el sistema, y ejerce efectos directos sobre el nivel de desgaste. Las funciones técnicas de los sistemas tribológicos, son diversas, y al estudiarlas, se debe partir de modelos básicos, fáciles de reproducir en un laboratorio. La figura 3 muestra esquemas de sistemas tribológicos comunes en las motocicletas (Castillo y Toapanta 2019).

En la tabla II, se muestran varias características de los sistemas tribológicos más representativos en una motocicleta.



Tabla II. **Sistemas tribológicos más comunes**

Sistema Tribológico	Función Técnica	Elementos de Sistema	
Mecanismo Aro-Camisa	Transmisión del movimiento	Base: Contracuerpo: Intermedia: Medio Circundante:	Aro Camisa Sust. Lubricante Aire
Sistema de freno	Detención el movimiento	Base: Contracuerpo: Intermedia: Medio Circundante:	Pastilla de freno Disco Sust. No tiene Medio Aire
Engranaje	Transmisión de Energía	Base: Contracuerpo: Sust. Intermedia: Medio Circundante:	Rueda conductora Rueda conducida Lubricante Aire
Contactos eléctricos	Transmisión de electricidad	Base: Contracuerpo: Sust. Intermedia: Medio Circundante:	Contacto móvil Contacto Fijo Agente protector Aire

Fuente: Castillo y Toapanta (2019). *Principios de tribología aplicados a la ingeniería mecánica*.

El efecto a ser mitigado, es el desgaste, que puede definirse como la “pérdida de material en la interfaz de dos cuerpos, cuando se les somete a un movimiento relativo bajo la acción de una fuerza” (Díaz del Castillo, 2007, p.13).

El desgaste tiene varios efectos nocivos para el funcionamiento eficiente de los sistemas tribológicos, como:

- Aumento de holgura entre piezas. Que puede provocar fugas o pérdidas de presión.

- Calentamiento. Puede variar las condiciones físicas y químicas del sistema, cambiando la reacción y el desempeño del o los componentes observados.
- Vibraciones, que además de ruido, pueden causar oscilaciones que provoquen la ruptura de alguna pieza, provocando una falla mayor.
- Depósitos de material contaminante que puede causar problemas como malos contactos eléctricos, problemas de combustión, obstrucciones que puedan interrumpir la circulación de lubricante o pérdidas de fricción en otros casos.
- Aumenta la posibilidad de tomar humedad, puerta abierta para la corrosión (Castillo y Toapanta, 2019).

Una combinación de algunas, o todas las anteriores: dependiendo del sistema tribológico del cual se trate, y cuya interacción, marca la rapidez con la que el desgaste se da, y por tanto, la vida útil de la máquina, herramienta o instalación de la que se trate. Existen 6 tipos de desgaste:

- Por adherencia. Ocurre cuando dos superficies se deslizan una contra la otra bajo presión. Al deslizarse en dirección tangencial a las superficies, sus asperezas microscópicas sufren colisiones que fracturan los puntos de contacto, causando que parte del material de una superficie se transfiera a la otra progresivamente.
- Por abrasión, que se da cuando una partícula extraña al sistema se introduce entre las superficies en contacto y movimiento relativo, y se

manifiesta como heridas o rayones en ambas superficies. Las partículas que quedan desprendidas replican el efecto, haciéndolo progresivo.

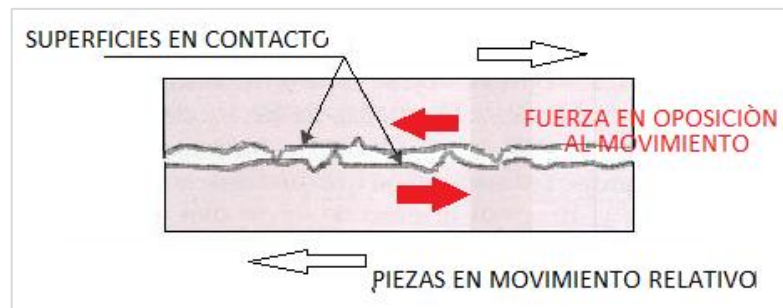
- Por ludimiento, que resulta producto del movimiento oscilatorio entre dos cuerpos en contacto. Este puede ser vibración, tal y como se da en piezas cuyas uniones han sido insuficientemente torqueadas.
- Por fatiga superficial. Este tipo de falla se da en contactos lubricados, engranajes, levas. La pérdida de material es por desprendimiento de superficies y por picaduras.
- Por erosión, ocasiona pérdidas de material en la superficie por el contacto con un líquido que contiene sustancias abrasivas.
- Por corrosión. Desgaste por reacciones químicas y electroquímicas con el medio ambiente (Castillo y Toapanta, 2019).

Una combinación de varios tipos de desgaste es la situación más probable, y que da sentido al primer capítulo del presente trabajo de graduación, referente al mantenimiento.

Ningún material utilizado en ingeniería es perfectamente liso a nivel microscópico. Al estar en contacto dos objetos, las irregularidades en sus superficies se verían como en la siguiente figura, donde se representa una sección diminuta de las superficies de dos materiales cualesquiera en contacto. Se pueden observar las irregularidades superficiales, y como ciertas partes chocarían entre sí al generarse movimiento relativo entre los dos objetos en cuestión.

Estos choques, entorpecen el desplazamiento, debido a una fuerza de desaceleración que se llama fuerza de fricción, o fuerza friccionante (Castillo y Toapanta, 2019).

Figura 4. **Fuerzas actuantes sobre dos superficies en contacto**



Fuente: Castillo y Toapanta (2019). *Principios de tribología aplicados a la ingeniería mecánica.*

La fricción es una fuerza resistente a la fuerza que genera un movimiento relativo entre dos cuerpos en contacto, asociada a una disipación de energía y pérdida de material. Está definida matemáticamente como:

$$f_r = \mu N$$

En donde:

$f_r$  = Fuerza de fricción. Causante del desgaste.

$\mu$  = Coeficiente de fricción.

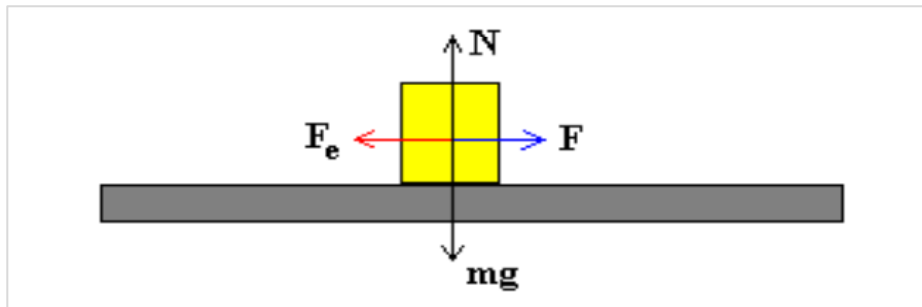
N = Fuerza Normal

El coeficiente de fricción, es una medida de la pérdida de energía cinética durante el contacto, debida a la disipación de calor, y a la deformación de las superficies.

Los coeficientes de fricción para la mayoría de materiales utilizados en la construcción de sistemas tribotécnicos, han sido determinados en laboratorios, y existen varias herramientas que permiten estimarlo para distintas condiciones. Consultar anexo 1.

Si se hace un esquema básico, se va a encontrar, que la fricción depende de la fuerza con la que las dos superficies estén unidas una a la otra, y del material del cual están hechas las piezas en contacto, caracterizados por el coeficiente de fricción y cuyo valor es casi independiente de la velocidad para velocidades pequeñas, y decrece lentamente cuando el valor de la velocidad relativa aumenta (Castillo y Toapanta, 2019).

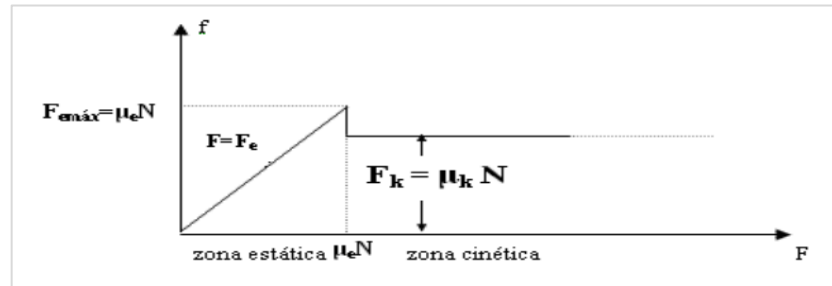
Figura 5. **Diagrama de cuerpo libre de un objeto apoyado sobre una superficie**



Fuente: Física Linda. *Diagrama de cuerpo libre*. Consultado el 15 de junio de 2021.

Recuperado de <https://www.fisicalinda.com/>.

Figura 6. **Coeficiente de fricción cuando se ejerce una fuerza variable**  
**F**



Fuente: Física Linda. *Coeficiente de fricción*. Consultado el 15 de junio de 2021.  
Recuperado de <https://www.fisicalinda.com/>.

Por esta razón se manejan dos distintos coeficientes: el coeficiente de fricción estática, cuando  $F_e$  es igual a  $F$ , y no se da movimiento; y el coeficiente de fricción cinética, desde el punto en el que  $F$  excede a  $F_e$ , y se produce el movimiento relativo entre piezas.

La lubricación es el método de mitigación del desgaste usado por mecánicos e ingenieros alrededor del mundo, y consiste en interponer un material con características especiales entre las dos o más superficies que están en contacto mientras rozan entre sí (Martínez, 2002 y Trittech, 2018).

Estos materiales se denominan lubricantes, y su función es disminuir la fricción, calentamiento y desgaste de las superficies en contacto, que pueden ser concordantes, o no concordantes. En las superficies concordantes se da un ajuste exacto entre una y la otra, mediante un alto grado de conformidad geométrica, de manera que la carga se transfiere a un área relativamente grande, y permanece constante (Martínez, 2002 y Trittech, 2018).

En superficies no concordantes, las formas de las piezas en contacto son distintas entre sí, causando que las superficies de contacto sean pequeñas relativamente y soporten mayor carga, propiciando mayor desgaste.

Existen tres tipos básicos de lubricación:

- Lubricación hidrodinámica, en la que las superficies quedan separadas por una película de lubricante que proporciona estabilidad. Exige un caudal de aceite, y la presión se genera por el movimiento relativo. Se habla también de lubricación de película gruesa, fluida, completa o perfecta.
- Lubricación límite, en la que la película de lubricante es tan fina que existe contacto parcial metal con metal. Puede pasarse de lubricación hidrodinámica a límite ya sea por la disminución en la velocidad o el caudal de aceite, o por aumento de carga. En este tipo de lubricación se pondera mejor la composición química del lubricante, es decir los aditivos presentes en él, que su viscosidad.
- Lubricación hidrostática, se obtiene introduciendo lubricante a presión en la zona de carga para crear una película. No es necesario el movimiento relativo entre las superficies por lo que se usa en cojinetes lentos con grandes cargas (Martínez, 2002 y Trittech, 2018).

Las partes más comunes donde debe aplicarse la lubricación en una motocicleta son:

- El cigüeñal debe lubricarse en las superficies de contacto con el cárter y la biela.

- Debe lubricarse también la superficie del pistón, y el árbol de levas.
- Se debe aplicar lubricación en los elementos encargados de transmitir el movimiento del cigüeñal a la rueda.
- Los ejes de la caja de cambios, tanto en sus engranajes como en los cojinetes donde alojan sus extremos.
- Retenes (Martínez, 2002 y Trittech, 2018).

Las sustancias aplicables como lubricantes son variadas, y dependen del lugar de la máquina en el que se aplican, y las condiciones de trabajo en las que van a actuar (Martínez, 2002 y Trittech, 2018).

Un lubricante debe cumplir con ciertos requerimientos de desempeño. Debe formar una capa entre los elementos en movimiento para evitar lo más posible un contacto elemento con elemento, incluso en variaciones grandes de temperatura y vibraciones. Sus funciones son:

- Disminuir la fricción formando una capa intermedia de material que impide que las irregularidades microscópicas de ambas superficies topen las unas con las otras.
- Enfriar, es decir, remover calor generado por la fricción.
- Limpiar la unión de contacto, desplazando cualquier producto material o químico que se produzca por la filtración de alguna impureza presente en el ambiente circundante.

Debe mantener ciertas propiedades para poder ser de uso práctico en la maquinaria, tales como:



- Baja volatilidad bajo condiciones de operación
- Fluidez satisfactoria en el rango de temperaturas a usar, depende del aceite básico que se haya elegido.
- Buena habilidad para mantener características deseables por un periodo razonable de uso.
- Compatibilidad con los otros elementos del sistema tribológico.
- Alto punto de chispa, donde el punto de chispa es la temperatura a la que se presenta combustión en una muestra de aceite que se calienta en intervalos y se pone en contacto con una llama, las veces necesarias hasta que presente combustión (Martínez, 2002 y Trittech, 2018).

Las motocicletas utilizan lubricantes en tres distintas presentaciones: aceites, grasas y lubricantes para aplicaciones especiales.

Los aceites, son lubricantes en estado líquido cuya función es doble. Por un lado, sirve como lubricante: muchas piezas metálicas del motor giran a gran velocidad, teniendo roces constantes con otras partes móviles. El aceite crea la película que evita el desgaste y la suciedad. Por otro lado, también funciona como refrigerante, es capaz de disipar el exceso de temperatura del motor. De no estar presente, muchas piezas se derretirían en cuestión de minutos (Martínez, 2002 y Trittech, 2018).

Las principales características que deben reunir los aceites lubricantes para motor son:

Viscosidad adecuada. La viscosidad es la resistencia que presenta un líquido a fluir a una temperatura dada, volviéndose más viscosos a baja temperatura, y menos viscosos al aumentar ésta. Esto es importante en lugares

geográficos con temperaturas ambiente bajas, dado que el aceite se presentará más espeso en estas condiciones, haciendo mayor el tiempo que le lleve llegar a todos los puntos del motor, y requiriendo más esfuerzo de las piezas al moverse sumergidas en él. Por otro lado, si la viscosidad del aceite no es seleccionada adecuadamente, y es demasiado baja, la película lubricante puede llegar a ser insuficiente y la capacidad de permanecer como recubrimiento también se ve mermado, propiciando incluso contacto metal con metal, y causando fallas graves (Martínez, 2002 y Trittech, 2018).

Con las bajas temperaturas, se relaciona también el punto de escurrimiento. Este es la temperatura por debajo de la cual un aceite pierde su capacidad de fluir. Aunque esta es una propiedad normalmente reportada, la forma en la que se determina no tiene mucha semejanza con cómo se dan las cosas en la práctica. Esto causa que no siempre sea incluida dentro de las especificaciones de los aceites (Martínez, 2002 y Trittech, 2018).

Baja volatilidad bajo condiciones de operación. Que está dada por los puntos de inflamación y de ignición. El primero, es la temperatura más baja a la cual el vapor de aceite existente sobre la superficie se inflama al ser expuesto a una flama, pero se apaga inmediatamente, o sea que no es suficiente para mantener el aceite ardiendo (Martínez, 2002 y Trittech, 2018).

El segundo, es la temperatura a la cual el aceite arde y continúa quemándose cuando menos durante 5 segundos tras ser expuesto a una flama. Para cumplir con las funciones antes descritas, y como todo compuesto químico, los aceites necesitan varios componentes que permitan adquirir las propiedades requeridas. Lo básico es la elección de una base, que según su procedencia da una clasificación elemental a los aceites lubricantes (Martínez, 2002 y Trittech, 2018).

Los aceites con base mineral son los aceites más básicos, su base se extrae directamente del refinado del petróleo. Los aceites con base sintética son creados de sub productos del petróleo combinados en procesos de laboratorio, y que proporcionan mejores prestaciones, adaptándolas a las necesidades que se requieran específicamente, lo más cercano a un aceite hecho a la medida (Martínez, 2002 y Trittech, 2018).

Existen tres formas de obtener bases sintéticas:

- Polialfaolefinica, que es un compuesto de hidrocarburo y jabón de litio. Es por mucho la base más utilizada en la producción de aceite para motor de motocicletas. Se caracteriza por su estabilidad térmica, un índice de viscosidad de 130, considerado muy bueno y su estabilidad a la oxidación.
- Por medio de la generación de éster, que, sin entrar mucho en detalle, son un compuesto orgánico que resulta de sustituir un átomo de hidrógeno en un ácido, y sustituirlo con un alcohol al que se le ha quitado un grupo OH. Concentrándose en sus ventajas, estos son biodegradables, y llevan en su estructura moléculas polares. Estas son moléculas cargadas eléctricamente, y le dan las virtudes de mayor adherencia del aceite a las partes metálicas del motor dificultando su evaporación, y por tanto soportando mayores temperaturas; las moléculas polares atraen impurezas metálicas, las cuales con el movimiento del motor se van depositando en el filtro de aceite. Este tipo de base es utilizado en aceites para motores de gran cilindrada y alto rendimiento.
- Hidro craqueado, o HC, que realmente no se trata de un producto sintético, sino que es una base mineral, refinada a altas temperaturas utilizando partículas hidrocarbonatadas de alto punto de ebullición como catalizador

para obtener un producto con menor peso molecular. Este proceso es muy común en la obtención de gasolina. (Martínez, 2002 y Trittech, 2018).

Los aceites de base semi-sintético son aquellos que se componen de distintas proporciones de base sintética y mineral, que pueden ir desde un 70 % sintética a un 30 % mineral; o un 30 % sintética y un 70 % mineral.

La base, en un aceite lubricante comprende entre el 70 y 85 por ciento del volumen total. Del 30 al 15 % restante, va a estar comprendido por los aditivos que sean necesarios para las especificaciones requeridas. Estos aditivos son 12:

- Anti oxidantes, que le permiten al aceite no reaccionar, o mitigar en presencia del oxígeno.
- Anti corrosivo, para proteger las piezas metálicas del motor de la corrosión causada por la oxidación del aceite.
- Anti espumante. Que evita que el aceite forme burbujas al pasar por la caja de cambios.
- Diluyente. Que hacen que el aceite se mantenga con alta fluidez a temperaturas bajas.
- Mejorador de la viscosidad, que actúa a altas temperaturas, evitando que el aceite pierda viscosidad, manteniendo la película de lubricación.
- Anti desgaste y de extrema presión, que actúan en el aceite manteniendo la mayor homogeneidad posible para evitar que se corte debido a la presión generada por acción del motor.
- Detergentes, que limpian los residuos de la combustión.
- Dispersante. Encapsula las impurezas y las deposita en la base del cárter, para evitar que viajen a piezas del motor que se puedan ver afectadas por su presencia u obstruyan conductos de circulación de aceite.

- Anti fricción, que actúa en el arranque en frío.
- Anti deslizante, que proporciona este efecto en los discos del embrague específicamente.
- Color.

Está claro que, entre todas las propiedades de los aceites lubricantes, la viscosidad se perfila como la principal de ellas, y de hecho, en ella se basa la principal categorización. Los grados SAE, relacionan la viscosidad del aceite y la temperatura de utilización de cada lubricante. La normativa SAE J300 es la encargada de definir el grado de viscosidad. Estos se miden en una escala de 0 a 60, y sirve para identificar la viscosidad del aceite para motor, saber si es monogrado o multigrado (Martínez, 2002 y Trittech, 2018).

Los aceites monogrados mantienen su viscosidad en condiciones limitadas de temperatura ambiente. Los grados de viscosidad SAE que tienen una W, tienen un buen comportamiento a baja temperatura. La W se utiliza por la palabra invierno en inglés. Cuanto menor es el número que acompaña a la W, mayor es su fluidez. Los aceites monogrados presentan el inconveniente que, dada su limitación de desempeño con alta o baja temperatura, se necesitaría cambiar de aceite según el clima, lo que representaría mayor gasto económico y mayor impacto al medio ambiente incluso si el aceite se desecha adecuadamente. (Martínez, 2002 y Trittech, 2018).

Los aceites multigrados eliminan el inconveniente, proporcionando propiedades más o menos constantes cuando este se somete a cambios de temperatura. Estos son aceites con base SAE W, a las que se les agregan aditivos mejoradores de la viscosidad. La figura permite comprender el comportamiento de un aceite multigrado comparado con un aceite monogrado (Martínez, 2002 y Trittech, 2018).

Figura 7. **Comportamiento aceite de base mono grado comparado con el de aceite de base multigrado con respecto la temperatura de operación**



Fuente: Castillo y Toapanta (2019). *Principios de tribología aplicados a la ingeniería mecánica*.

ITALIKA utiliza aceite multigrado en sus motores, mineral en motonetas, y motocicletas de cambios, semisintético en los modelos Vortex y motocicletas con motor mayor que 200 ml.

El American Petroleum Institute, define por medio de sus rangos una calidad mínima que debe tener un aceite. Los rangos que comienzan con la letra C, de compresión, son motores para tipo diésel, mientras que los rangos que empiezan con la letra S, de *spark*, son para motores a gasolina. La segunda letra, indica la fecha o época de los rangos, según la tabla que sigue:

Tabla III. Rangos API según modelo de moto

ACEITES MOTORES GASOLINA		ACEITES MOTORES DIESEL	
SA	ANTES 1950	CA	ANTES 1950
SB	1950-1960	CB	1950-192
SC	1960-1970	CC	1952-1954
SD	1965-1970	CD/CD II	1955-1987
SE	1971-1980	CE	1987-1992
SF	1981-1987	CF/CF-2	1992-1994
SG	1988-1992	CF-4	1992-1994
SH	1993-1996	CG-4	1995-200
SJ	1997-2000	CH-4	2001
SL	2001	*4* = 4 Tiempos	

Fuente: Castillo y Toapanta (2019). *Principios de tribología aplicados a la ingeniería mecánica.*

Con el paso de los años, los requerimientos en los motores de combustión interna han ido aumentando, desarrollándose en aplicaciones donde las velocidades, las temperaturas y torques manejados son mayores también. Por este motivo, se le fueron agregando aditivos antifricción a los aceites lubricantes, los cuales, si es cierto que mejoraron el desempeño de los motores de los automóviles, chocaron de frente con los motores de las motocicletas, donde se utiliza el embrague sumergido en el aceite del cárter. Claro está que este efecto entra en conflicto con lo que pretende el embrague, que es tener el máximo agarre entre discos (Martínez, 2002 y Trittech, 2018).

Por eso en 2006, los japoneses crearon por medio de la JASO, o Japan Automotive Standards Organization un conjunto de normas JASO T903, donde se dividían los valores máximos y mínimos de pérdida admitidos en sus ensayos.

Le denominan JASO MA a la mitad correspondiente a la mayor pérdida de potencia, y JASO MA2, a los que menos pérdida ocasiona. En 2011 se mejoraron

los ensayos y se les otorgó mayor severidad a estos, elevando los niveles de tolerancia admitidos en la pérdida de potencia por deslizamiento, quedando el JASO MA2 como el más severo, porque busca reducir los niveles de Zinc y de fosforo, que, aunque son elementos anti desgaste, también interfieren en el control del deslizamiento de los embragues sumergidos (Martínez, 2002 y Trittech, 2018).

El aceite ITALIKA, cumple con los requerimientos, tanto en la escala de servicio API, como con los requerimientos trazados por JASO MA2. Las grasas, son lubricantes en estado pastoso, que en su mayoría tienen como base aceites minerales, que se mezclan calculadamente con agentes espesantes, y se le añaden aditivos para mejorar su desempeño.

El aceite básico, es el encargado de mantener la lubricación en dónde sea aplicada. Pueden ser de dos tipos: mineral, proveniente del proceso de refinamiento del petróleo; y sintético, que se obtiene de reacciones químicas. Las grasas sintéticas presentan un recubrimiento uniforme. El porcentaje de aceite base es de entre 85 % y 97 %.

El espesante es el responsable de darle la consistencia pastosa característica, y de dar lugar a los dos grandes grupos básicos de grasas: las espesadas con jabones o espesantes orgánicos, y las espesadas con espesantes inorgánicos, tales como la bentona, el llamado negro de humo, u otras arcillas. El porcentaje de espesante es de entre el 3 % y 15 %.

Hay cuatro tipos de espesantes:

- Los organometálicos o jabones, que se elaboran a partir de ácidos grasos de origen animal o vegetal.



- Los no organometálicos.
- Bases parafínicas, que son relativamente estables a alta temperatura, pero no funcionan a baja temperatura por su alto contenido de parafinas, pudiendo obstruir ciertos conductos si se utilizan en máquinas diseñadas solamente para aceites.
- Bases nafténicas, que no deben utilizarse en temperaturas por encima de los 65 °C, pues son menos estables que las parafínicas (Martínez, 2002 y Trittech, 2018).

Los aditivos pueden alterar el comportamiento de las grasas lubricantes, y su escogencia depende de requerimientos como su aplicación, compatibilidad, olor, biodegradabilidad, color y costo. Los aditivos más importantes son los inhibidores de la oxidación y anticorrosivos; agentes de extrema presión, modificadores de la viscosidad, agentes antiespumantes, emulsificadores, entre otros. Los lubricantes especiales son básicamente los aplicados con atomizador, tales como:

- Lubricante de cadena de tracción, cuya presentación es spray de 240 ml. Este presenta alta adherencia y buena resistencia a la humedad, puesto que, en la mayoría de las motocicletas, la cadena queda expuesta totalmente a la intemperie.
- Lubricante/ limpiador general o WD40, que limpia, lubrica, abrillanta y protege contra la corrosión, entre otros beneficios. Aplicable en todas las partes móviles finas, que pueden ser incluso los interruptores o contactos eléctricos gracias a su propiedad dieléctrica (Martínez, 2002 y Trittech, 2018).

## 2. FUNCIONAMIENTO GENERAL

En términos generales, la motocicleta es una máquina de dos ruedas, impulsada por un motor de combustión interna, cuyo eje impulsa un sistema de transmisión de potencia que mueve la rueda trasera, propiciando el movimiento del vehículo. Este motor, obtiene la energía necesaria para su funcionamiento, de la combustión de la mezcla de gasolina y oxígeno del aire (Velásquez, 2013).

Esta combustión se da en un espacio cerrado llamado cámara de combustión. Su detonante es la adición de calor, obtenida en forma de la chispa que proporciona la bujía. Esta chispa, es una descarga eléctrica, cuya energía tiene origen en el sistema de generación eléctrica de la motocicleta. (Velásquez, 2013).

El combustible se obtiene de un tanque, se hace llegar al carburador por gravedad y se mezcla con aire en el carburador, que hace llegar la mezcla a la cámara de combustión por medio de la o las válvulas de admisión, en el momento justo que se produce la chispa, propiciando la explosión, que impulsa el pistón (Velásquez, 2013).

El pistón, mediante un mecanismo de biela- manivela, hace girar un conjunto de ejes y engranajes, y transmite la potencia hacia la rueda trasera, por medio de un par de piñones y la cadena. Se puede decir entonces, que lo que se busca con una motocicleta, es aprovechar la acción de un motor de combustión interna, para movilizarse. Este funcionamiento es posible gracias a la intervención de varios sistemas eléctricos y mecánicos (Velásquez, 2013).

## 2.1. Sistemas eléctricos

La energía eléctrica necesaria para el funcionamiento del motor de las motocicletas se obtiene mediante el fenómeno descrito por la ley de inducción de Faraday, que tiene su base en los fenómenos magnéticos y eléctricos observados en los experimentos de Oersted y Ampere, y en 1831 pudo producir una corriente eléctrica a partir de una acción magnética (Velásquez, 2013).

### 2.1.1. Generación de electricidad

Cuando un conductor eléctrico se somete al efecto de un campo magnético variable en el tiempo, es decir, en movimiento, se induce una corriente eléctrica en el conductor, y el consiguiente diferencial de potencial en sus extremos (Velásquez, 2013).

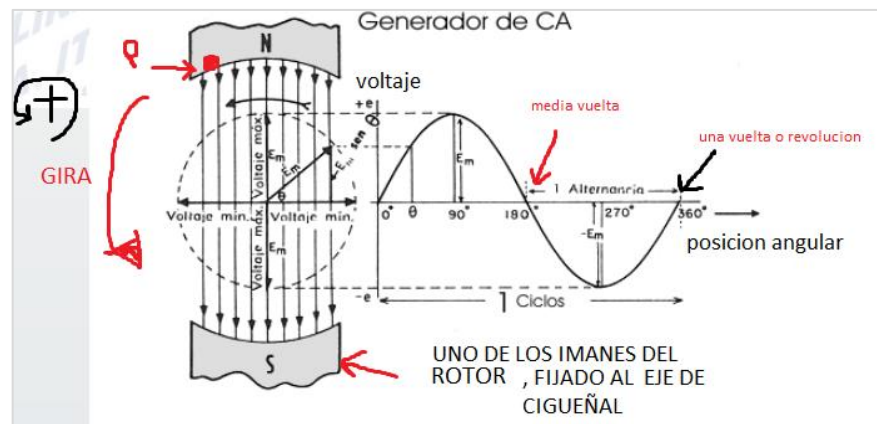
Figura 8. **Corriente inducida en un conductor cuando se somete a la influencia de un campo magnético en movimiento**



Fuente: Stephen Chapman (2012). *Máquinas eléctricas*.

En el caso de los generadores de las motocicletas, un imán, o magneto, se hace girar sobre una serie de bobinas, que forman el estator o planta.

Figura 9. **Generación de corriente senoidal al hacer girar un magneto alrededor de una bobina eléctrica**

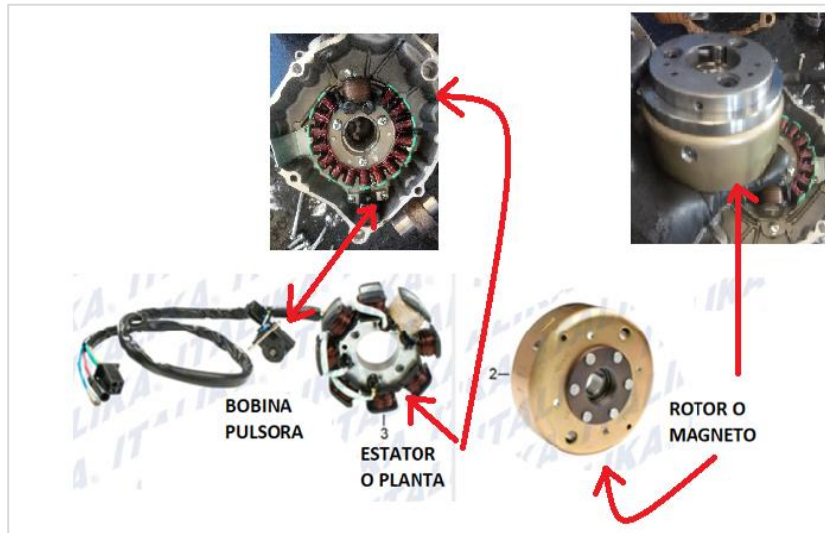


Fuente: Stephen Chapman (2012). *Máquinas eléctricas*.

Estas no se incluyen en el dibujo, lo que se quiere es mostrar la forma de onda que describiría el punto P del dibujo, con respecto al ángulo/ tiempo y dado la configuración física de los generadores, corresponde con una onda senoidal, o lo que es lo mismo, una corriente alterna (Velásquez, 2013).

Las funciones senoidales suelen originarse en el movimiento rotacional de algún sistema, y la conversión de grados a radianes, puede simplificar mucho, un ciclo en una onda senoidal, equivale a una vuelta completa, o revolución, en radianes. Con esto,  $90^\circ$  corresponden a  $\pi/2$ ,  $180^\circ$  a  $\pi$ ,  $270^\circ$  a  $3\pi/2$ , y  $360^\circ$  a  $2\pi$  (Velásquez, 2013).

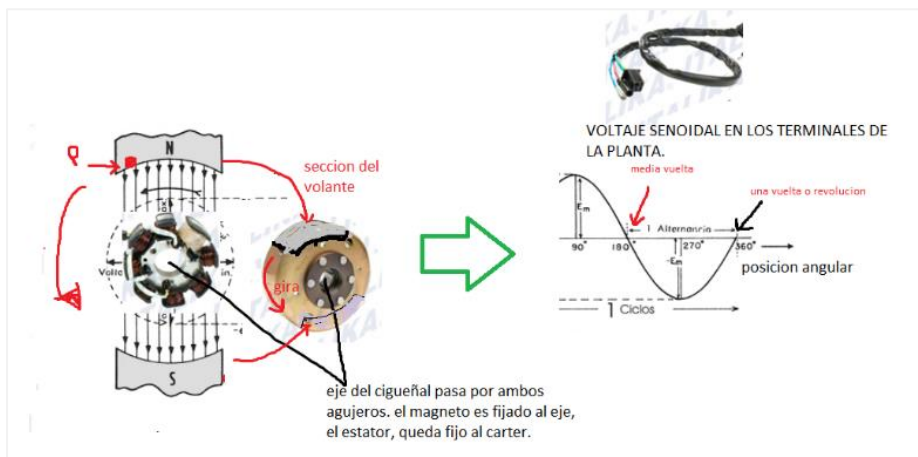
Figura 10. Partes de un generador de motocicleta



Fuente: ITALIKA (2021). Taller.

Algo más o menos así:

Figura 11. Generación de corriente eléctrica en una motocicleta



Fuente: Stephen Chapman (2012). Máquinas eléctricas.

Hay dos mediciones básicas a realizar en el estator de las motocicletas. Una, indica la resistencia de los devanados, cuyo rango debe estar alrededor de los 3 ohmios y no debe presentar continuidad con tierra (Velásquez, 2013).

La otra indica el voltaje generado conforme las revoluciones del motor aumentan. En otras palabras, al acelerar la motocicleta. En ralentí, a unos 1500 rpm, el voltaje debe ser de entre 18 v y 20 v A.C. A 2000 rpm, el voltaje debe ser de entre 50 y 70 voltios A.C; y a 5000 rpm el voltaje generado debe estar alrededor de los 110 voltios de corriente alterna (Velásquez, 2013).

Figura 12. **Mediciones de voltaje AC en embobinados de un rotor de motocicleta 150z mientras varían las rpm**



Fuente: [Fotografía de Fernando Ignacio Núñez Lima]. (Guatemala, Guatemala. 2021).  
Colección particular. Guatemala.

En la imagen anterior, se observa que los valores son aceptablemente cercanos a los teóricos: a 1700 rpm el voltaje es de 45 vca. A 5000 rpm, el voltaje es de 123 vca.

### **2.1.2. Regulación de carga, iluminación y otros**

Las motocicletas cuentan con varios sistemas de accesorios, como el sistema de luces, los direccionales, y el claxon, por mencionar algunos. Para poder utilizar dichos sistemas, el voltaje senoidal entregado por el generador debe ser rectificado, es decir, convertido a voltaje de corriente continua (Velásquez, 2013).

El dispositivo adecuado para convertir el voltaje alterno a continuo, es el regulador. El regulador consta de tres fases básicas: un rectificador, un filtro y un regulador de voltaje (Velásquez, 2013).

Los diodos son componentes semiconductores que tienen la propiedad de conducir electricidad en un sentido, y bloquearla en el sentido contrario. Sus partes son el Ánodo, y el Cátodo, y la propiedad de bloquear la corriente, o dejarla pasar depende de la polaridad del voltaje que se aplique a sus terminales (Velásquez, 2013).

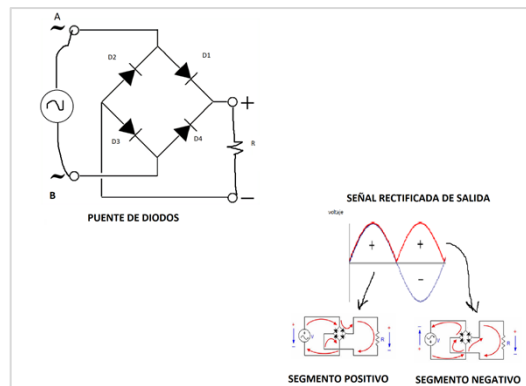
El rectificador es básicamente un puente de diodos. Un puente de diodos es una configuración de cuatro diodos que permite convertir los picos negativos de una onda senoidal, en positivos, obteniendo una onda de salida formada por pulsos positivos (Velásquez, 2013).

Figura 13. **Regulador rectificador de una motocicleta ITALIKA**



Fuente: ITALIKA (2021). *Venta de repuestos*. Consultado el 8 de agosto de 2021.  
Recuperado de ITALIKA.com.gt/ventaderepuestos.

Figura 14. **Funcionamiento de un puente de diodos**



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Paint.

Durante el ciclo positivo, la corriente sigue la trayectoria A- D1- R- D3- B, y durante el ciclo negativo, sigue la trayectoria B –D4- R- D2- A, y la onda de salida con el rectificador conectado, es aproximada a la que se muestra a la derecha en la figura (Velásquez, 2023).

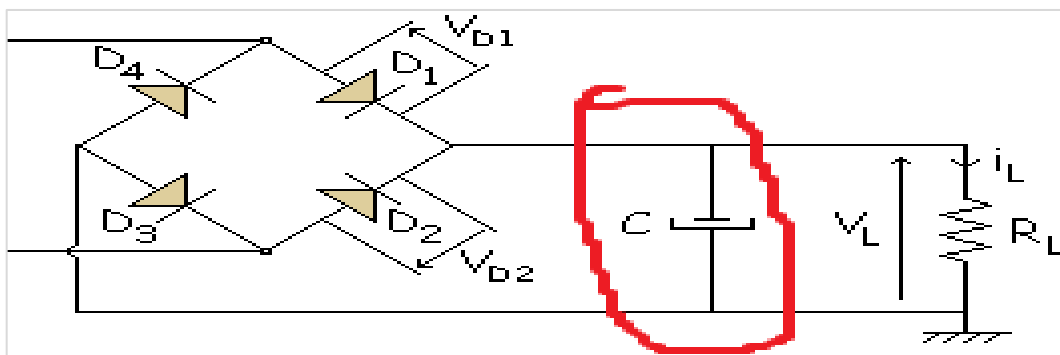


Luego de ser rectificadas, la señal es filtrada, para minimizar los efectos de los pulsos, y convertirla en una señal con valor continuo. Esto se puede lograr con la utilización de un capacitor y una resistencia, donde con determinado valor de resistencia, se puede fijar el tiempo de descarga del capacitor, extendiéndolo tanto como sea necesario, logrando eliminar el rizado en los picos de la onda analizada (Velásquez, 2013).

Cuando se logra rectificar la corriente de la planta, esta se regula, buscando atenuar las variaciones bruscas, que se reflejarían en las terminales de la batería, que es a donde van dirigidos los cables de salida, con el objetivo de mantener la batería cargada, y capaz de surtir a cualquier accesorio que se utilice, dígame bocina, luces, o indicadores (Velásquez, 2013).

Para eliminar el efecto pulsante de la onda de salida, y hacerla aproximarse lo más posible a un valor constante, se inserta un filtro capacitivo en la salida del rectificador.

Figura 15. **Filtro capacitivo en un rectificador de onda completa**

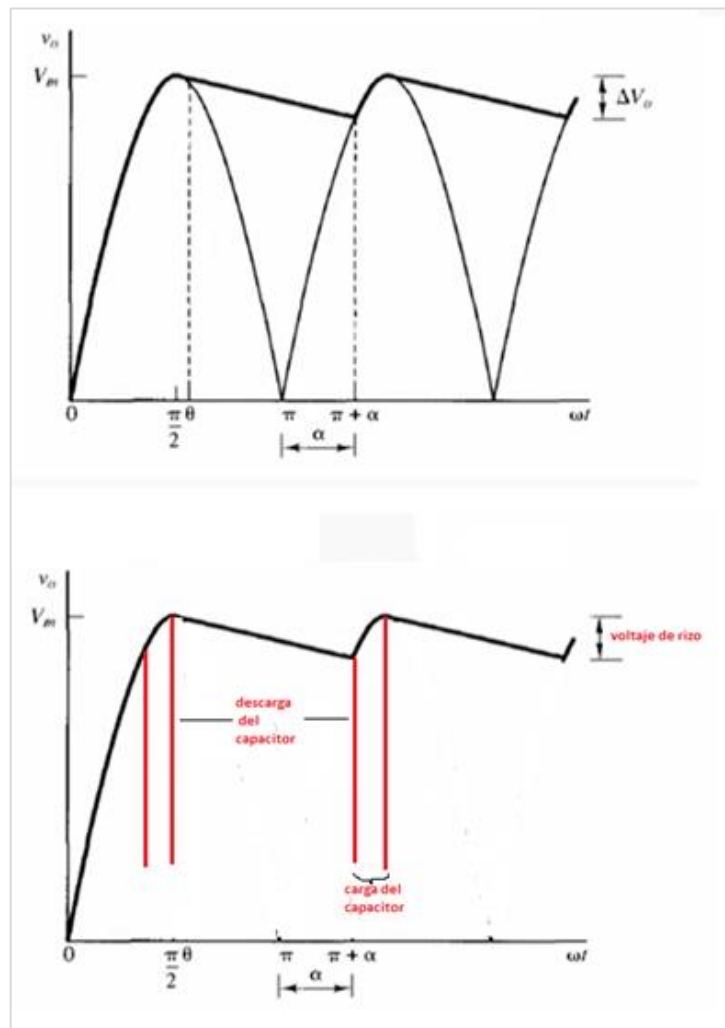


Nota.  $R_L$  es la carga resistiva de la batería de la motocicleta.  $C$  representa el filtro, aunque es posible que los reguladores reales usen filtros integrados, el principio es básicamente el mismo.

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Paint.

Cuando los diodos conducen, hacen que el capacitor se cargue, y cuando dejan de conducir, el capacitor se descarga, a un ritmo más lento, y empieza a cargarse nuevamente, como se describe en las figuras:

Figura 16. **Onda senoidal rectificada y filtrada**



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Paint.

En la primera figura se muestra la señal de salida del filtro, comparada con la señal solamente rectificada. La diferencia entre el voltaje de carga máximo, y el voltaje de carga mínimo, se llama voltaje de rizo  $\Delta V_o$ .

Como el tiempo que el capacitor tarda en descargarse es mucho mayor que el tiempo de carga, se logra suavizar lo suficiente la curva de salida como para considerarla una señal de voltaje continuo.

Este se obtiene en la salida del regulador, que equivale a las terminales de la batería de la motocicleta. Esto permite un flujo de corriente continua a través de ella, que le permitirá mantener su carga, que en vacío es de 12.8 voltios, y soportar el funcionamiento de luces y demás accesorios.

En una motocicleta se tienen como normales los valores de 12.7 voltios en vacío; 13.5 en ralentí, y 14.5 voltios con el motor actuando a 5, 000 rpm. Si el valor es menor, o mayor, es indicativo de que el regulador esta defectuoso.

Figura 17. **Mediciones de voltaje de cd en bornes de batería mientras varían las rpm**



Fuente: [Fotografía de Fernando Ignacio Núñez Lima]. (Guatemala, Guatemala. 2021).

Colección particular. Guatemala.

Como se observa en la figura anterior, a unos 1500 rpm, el voltaje de salida en la batería es de 13.99 vdc, y a 5000 rpm, este voltaje sube hasta 14.70 vdc.

### 2.1.3. Arranque

Para arranca la motocicleta, se requiere iniciar una explosión en la cámara de combustión del motor de la motocicleta. Para este efecto, tanto la gasolina, como el aire se obtienen por medios mecánicos; pero el detonante lo constituye la chispa producida en el electrodo de la bujía, que tiene origen eléctrico, y se produce en conformidad con lo expuesto anteriormente en el presente trabajo de graduación.

Figura 18. **Elementos involucrados en la generación de corriente de chispa**

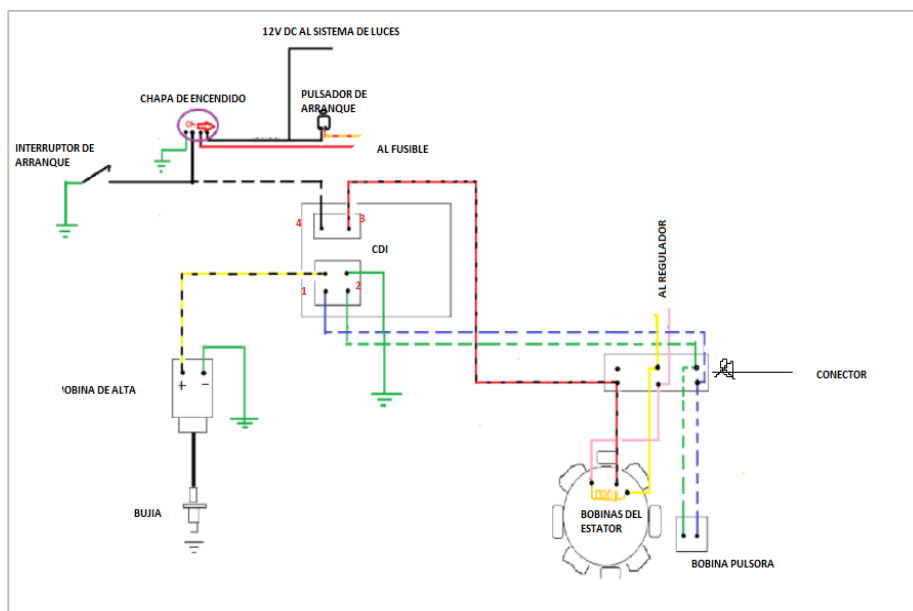


Fuente: ITALIKA (2021). *Venta de repuestos*. Consultado el 8 de agosto de 2021.  
Recuperado de [ITALIKA.com.gt/ventaderepuestos](https://italika.com.gt/ventaderepuestos).

La planta de las ITALIKA, cuenta con una bobina pulsora, que se ve excitada por una protuberancia magnética localizada en la parte externa del rotor, y que la energiza cada vez que pasa por el punto en donde esta fija la bobina pulsora, mandando así un pulso hacia el módulo de encendido, CDI (Velásquez, 2013).

El CDI es un dispositivo que se encarga de saturar la corriente en la bobina de alta, y de controlar el ritmo con el que la chispa se presenta. Sus siglas en ingles significan *capacitor discharge ignition*, o ignición por descarga de capacitor. Este se alimenta con la corriente alterna del generador, por lo que no necesita tener corriente de la batería (Velásquez, 2013).

Figura 19. **Diagrama de circuito generador de corriente de chispa**



Fuente: ITALIKA (2021). *Diagramas eléctricos*. Consultado el 8 de agosto de 2021.  
Recuperado de ITALIKA.com.gt.

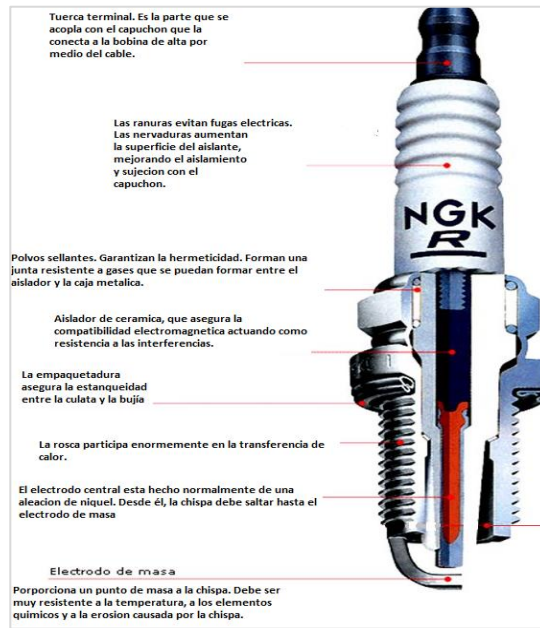
Como se observa, las líneas verde y azul en punteado representan las conexiones que van hacia el CDI, provenientes de la bobina pulsora. La línea verde, es tierra, y la línea azul, alimenta el circuito de control de donde sale la alimentación para la bobina de alta (ITALIKA, 2019).

La bobina de alta es un transformador, con un devanado primario y uno secundario, arrollados sobre un núcleo ferromagnético. En el caso de las bobinas de alta para motocicletas, el devanado primario debe tener alta intensidad de corriente, por lo que se hace con cable grueso, para alcanzar el mayor campo magnético posible (Velásquez, 2013).

El voltaje que se induzca en el devanado secundario, va a depender del número de vueltas de cable del que esté formado, por lo que se construye con cable fino, para aumentar el número de vueltas. Su relación de transformación es de hasta 1:1000. Este es encargado de amplificar el voltaje, para descargarlo en la bujía, que produce la chispa con la que el motor de gasolina de una motocicleta funciona (Velásquez, 2013).

Este arco eléctrico es el que inicia la explosión de la mezcla de combustible y aire en la cámara de combustión, promoviendo la expansión de los gases, y el consiguiente movimiento del pistón. La figura muestra sus partes básicas.

Figura 20. **Sección de una bujía. Componentes básicos**



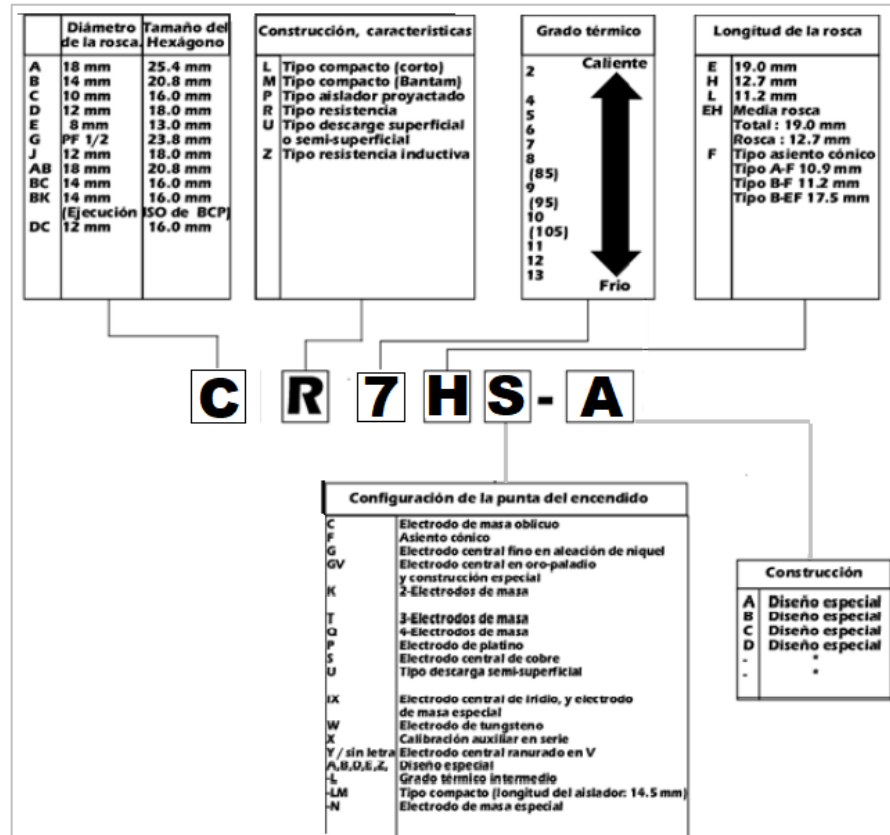
Fuente: NGK/NKT (2021). *Bujías*. Consultado el 15 de agosto de 2021. Recuperado de <https://ngksparkplugs.com/en/>.

Las bujías tienen su propia nomenclatura. Para las motocicletas ITALIKA, se utilizan dos tipos de bujía.

- CR7HSA para las motonetas y semiautomáticas
- DR8EA para las motocicletas de caja de cambios

Esta nomenclatura obedece a la norma impuesta por cada fabricante, pero la más usada es:

Figura 21. Nomenclatura y designación de las bujías



Fuente: NGK/NKT (2021). *Bujías*. Consultado el 15 de agosto de 2021. Recuperado de <https://ngksparkplugs.com/en/>.

En la figura 22 se muestran los distintos estados de las bujías al ser examinado su electrodo. El estado que estas presentan, puede ser indicativo de defectos en el funcionamiento, desde una mezcla con exceso de combustible, lo cual se llama una mezcla rica; o una mezcla con poco combustible, que se llama una mezcla pobre (Velásquez, 2013).



Figura 22. Estado de la bujía como herramienta de diagnóstico

				
<b>RESIDUOS DE IMPUREZAS</b>	<b>DEPÓSITOS DE CARBÓN</b>	<b>DEPÓSITOS DE ACEITE</b>	<b>RECALENTAMIENTO (A)</b>	<b>RECALENTAMIENTO (B)</b>
<b>Síntomas</b> El motor falla a alta velocidad o con carga pesada.	<b>Síntomas</b> Dificultad en el arranque del motor. Fallos de encendido y rendimiento deficiente en marchas lentas.	<b>Síntomas</b> Dificultad en el arranque del motor. Fallos de encendido y rendimiento deficiente en marchas lentas.	<b>Síntomas</b> El motor golpea. Pérdidas de potencia a alta velocidad, en subidas o con carga pesada.	<b>Síntomas</b> El motor golpea. Pérdidas de potencia a alta velocidad, en subidas o con carga pesada.
<b>Aspecto de la bujía</b> Aislador y electrodos recubiertos por incrustaciones, normalmente de color blanco.	<b>Aspecto de la bujía</b> La punta de encendido se presenta totalmente cubierta de residuos de carbón.	<b>Aspecto de la bujía</b> La punta de encendido está engrasada, húmeda y negra.	<b>Aspecto de la bujía</b> El aislador de porcelana está blanco, rojizo y brillante y los sedimentos acumulados se han fundido en la cámara.	<b>Aspecto de la bujía</b> La superficie del aislador y de los electrodos está quemada y cubierto por pequeños residuos granulados.
<b>Causas</b> Pérdidas de aceite a través de los anillos del pistón o mala calidad de la gasolina, lo que genera residuos que se acumulan en la punta de la bujía.	<b>Causas</b> 1. Circulación a baja velocidad durante largos períodos. 2. Marcha aire/combustible demasiado rica. 3. Sistema de encendido defectuoso. 4. Distribuidor atrasado. 5. Bujía demasiado fría.	<b>Causas</b> 1. Anillo del pistón con fugas y/o cilindro gastado. 2. En rodajes de desatrapado. 3. En rodajes de desatrapado. 4. En rodajes de desatrapado. 5. En rodajes de desatrapado.	<b>Causas</b> 1. El octanaje usado es muy bajo. 2. El tiempo de encendido está excesivamente adelantado. 3. El sistema de refrigeración no funciona correctamente. 4. Mezcla aire/combustible pobre. 5. Apriete insuficiente de la bujía. 6. Bujía demasiado caliente.	<b>Causas</b> 1. El octanaje usado es muy bajo. 2. El tiempo de encendido está excesivamente adelantado. 3. El sistema de refrigeración no funciona correctamente. 4. Mezcla aire/combustible pobre. 5. Apriete insuficiente de la bujía. 6. Bujía demasiado caliente.
<b>Solución</b> Según el caso, reparar posibles fugas de aceite y cambiar de marca de combustible. La bujía puede ser limpiada pero se aconseja su sustitución.	<b>Solución</b> Del 1 al 4. Efectuar los arreglos necesarios. 5. Usar tipo de bujía más caliente. Grado térmico inferior.	<b>Solución</b> 1. Cambiar los anillos o rectificar los cilindros. Se pueden utilizar bujías más calientes como solución temporal. 2. Utilizar la proporción adecuada de aire/combustible.	<b>Solución</b> Según el caso, verificar posibles anomalías en el motor o usar bujías más frías (grado térmico más alto).	<b>Solución</b> Según el caso, verificar posibles anomalías en el motor o usar bujías más frías (grado térmico más alto).
				
<b> AISLADOR ROTO</b>	<b>PREIGNICIÓN</b>	<b>ÓXIDO</b>	<b>DESGASTE ANORMAL</b>	<b>CONDICIONES NORMALES</b>
<b>Síntomas</b> Combustible. La bujía puede ser limpiada pero se aconseja su sustitución.	<b>Síntomas</b> Usar tipo de bujía más caliente. Grado térmico inferior.	<b>Síntomas</b> Calientes como solución temporal. 2. Utilizar la proporción adecuada de aire/combustible.	<b>Síntomas</b> Más frías (grado térmico más alto).	<b>Síntomas</b> Más frías (grado térmico más alto).
<b>Aspecto de la bujía</b> La punta de porcelana del aislador está quebrada o rajada.	<b>Aspecto de la bujía</b> Electrodos fundidos. En casos graves el electrodo central puede llegar a desaparecer y el aislador de porcelana se puede fundir.	<b>Aspecto de la bujía</b> El material de los electrodos aparece oxidado y en casos extremos adopta un color ventoso.	<b>Aspecto de la bujía</b> Los electrodos aparecen muy gastados en la zona de salto de chispa, por lo que la distancia entre ambos es muy pronunciada.	<b>Aspecto de la bujía</b> La punta de la bujía suele estar recubierta de depósitos marrones y/o grisesos.
<b>Causas</b> La rotura suele estar causada por un choque térmico (causa o sobrecalentamiento de temperatura). Si la porcelana al desmenuarse de la bujía, puede dañar cilindros, válvulas y pistones. El uso de herramientas inadecuadas para el ajuste entre los electrodos, puede ocasionar también la quebra del aislador.	<b>Causas</b> 1. Circulación prolongada a alta velocidad. 2. El tiempo de encendido está excesivamente adelantado. 3. El sistema de refrigeración no funciona correctamente. 4. Hay focos de calentamiento en la cámara de combustión. 5. Bujía demasiado caliente.	<b>Causas</b> La oxidación y la corrosión pueden aparecer por varias causas: uso de combustibles de mala calidad, ambientes húmedos, ventosado unido durante largos períodos de tiempo...	<b>Causas</b> Suele deberse a la corrosión, oxidación o reacción con el plomo existente en algunas gasolinas.	<b>Causas</b> La bujía funciona correctamente. El motor presenta un rendimiento satisfactorio y el consumo de combustible es normal.
<b>Solución</b> Revisar los parámetros del motor y utilizar la herramienta adecuada para el ajuste de la distancia entre los electrodos. Sustituir la bujía.	<b>Solución</b> 2 y 3. Hechar el punto de ignición del motor y revisar el sistema de refrigeración. 4. Retirar los residuos de impurezas de la cámara de combustión. 5. Usar bujías más frías (grado térmico más alto).	<b>Solución</b> Sustituir la bujía.	<b>Solución</b> Sustituir la bujía.	<b>Solución</b> Para asegurar el buen funcionamiento de las bujías debe asegurarse el mantenimiento. Limpieza y ajuste la distancia entre electrodos. Reinstale las bujías correctamente y respete los intervalos de cambio aconsejados por el fabricante.

Fuente: NGK/NKT (2021). *Bujías*. Consultado el 15 de agosto de 2021. Recuperado de <https://ngksparkplugs.com/en/>.

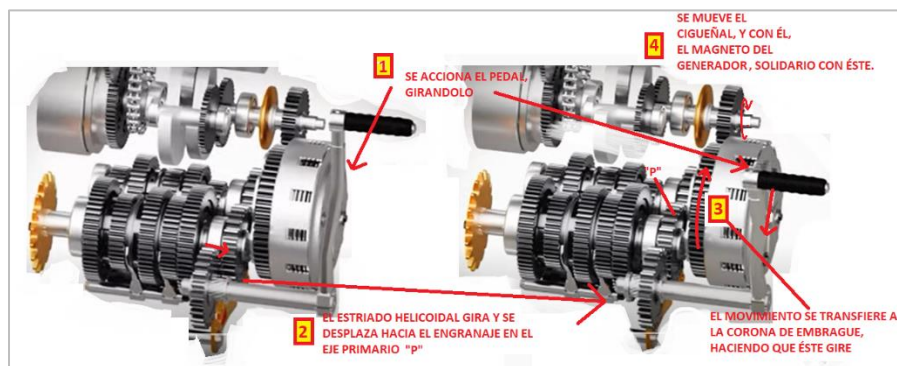
Para que se inicie la generación de la energía eléctrica necesaria para producir la chispa en la bujía, y por ende el funcionamiento del motor de combustión interna, se necesita que el magneto del generador se mueva. Este movimiento es iniciado empujándolo por medios mecánicos. Existen dos formas

de llevar a cabo lo anterior, una es el comúnmente llamado arranque de patada, o con pedal; y la otra, el arranque eléctrico o de starter.

En el arranque de patada, el pedal de arranque gira un eje, que a su vez hace girar una estría helicoidal, que se desplaza sobre un engranaje libre situado sobre el eje primario de transmisión. Este transmite el movimiento sobre la corona de embrague, que mueve el cigüeñal, que en su extremo opuesto tiene el magneto o rotor del generador.

Una vez iniciado este movimiento, se genera la electricidad necesaria para producir la chispa, y el campo magnético necesario para mover el cigüeñal, justo como se representa en la figura 23.

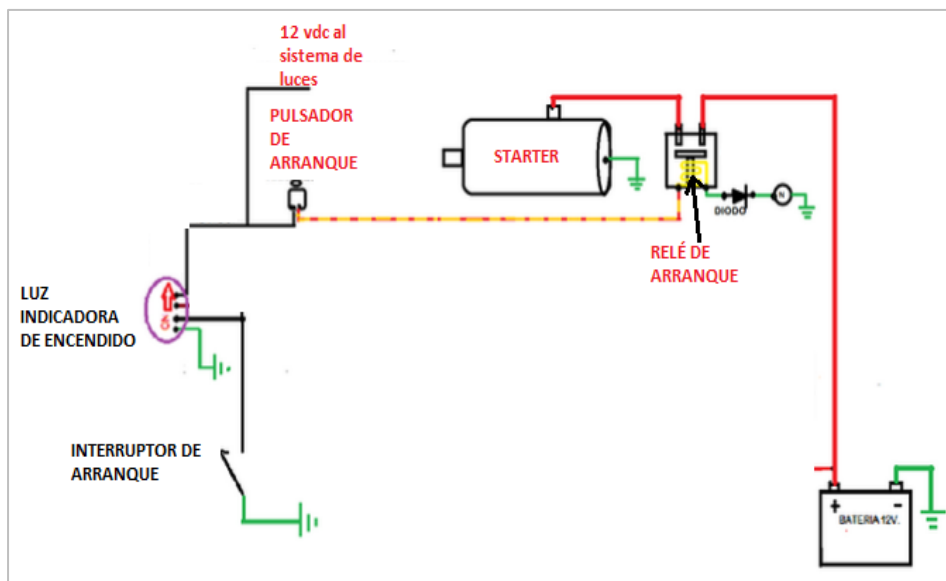
Figura 23. **Funcionamiento del arranque a pedal, o arranque a patada**



Fuente: ChoperOn (s.f). *Cómo funciona la caja de cambios de una moto*. Consultado el 20 de agosto de 2021. Recuperado de Chopperon.com.

En el arranque automático, un motor eléctrico alimentado por la batería, proporciona el movimiento a la corona del generador. En la figura 24 se muestra el diagrama del sistema de arranque eléctrico.

Figura 24. **Diagrama del sistema de arranque eléctrico de una motocicleta**

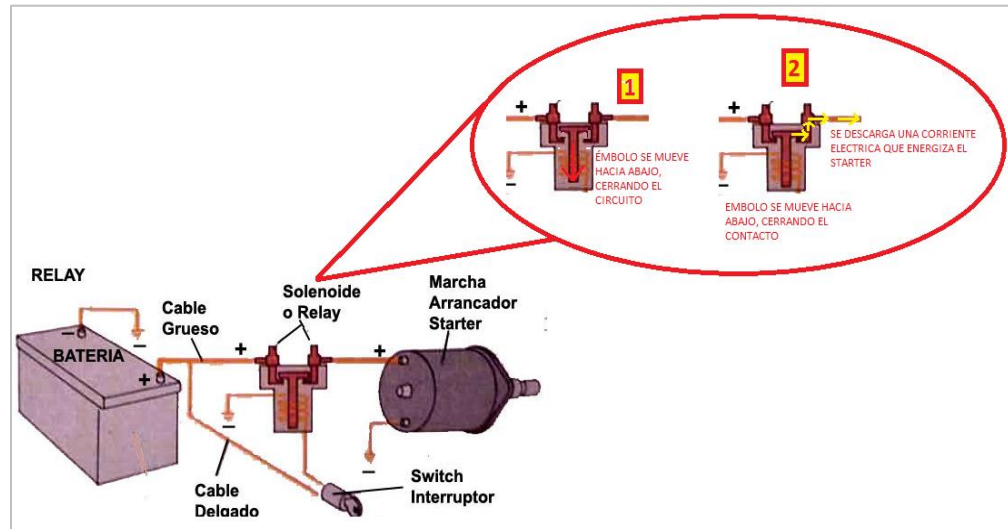


Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Paint.

En la parte izquierda de la figura, se muestran los interruptores que cierran el circuito. El interruptor de arranque, es el que usualmente se activa con el juego de llaves. La luz indicadora de encendido, indica el correcto funcionamiento de la batería (Velásquez, 2013).

El pulsador de arranque, que es de suma importancia porque es el encargado de enviar la señal de C.C. que energizará el relé de arranque, que no es otra cosa que un embobinado arrollado sobre un núcleo, que magnetiza un émbolo, que en su desplazamiento hacia abajo cierra el contacto, propiciando la descarga eléctrica que energizará el motor de arranque, o *starter*. La figura 25 muestra lo descrito (Velásquez, 2013).

Figura 25. **Funcionamiento de un relé de arranque**



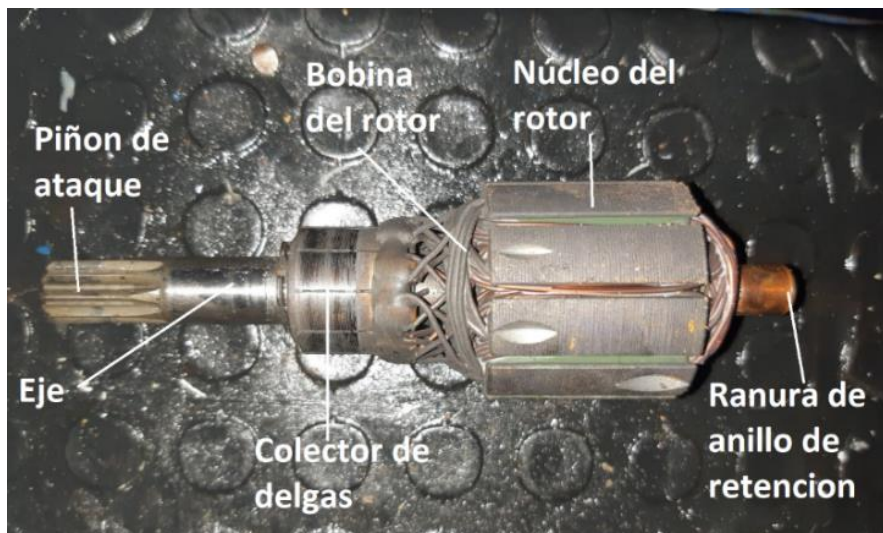
Fuente: Automecánico. *Funcionamiento de un relé*. Consultado el 20 de agosto de 2021. Recuperado de automecánico.com.

El arrancador, o *starter*, es un motor eléctrico que está colocado en la carcasa del motor, de modo que su eje conecta con un engranaje de libre giro, y este con la corona del embrague de arranque.

En los motores de corriente continua el inductor está en la carcasa, y el inducido está en el rotor. El inducido recibe la tensión a través de un colector de delgas, por contacto físico con las escobillas, por lo que la corriente que circula por él es alterna, aunque no sinusoidal, que, de acuerdo con la ley de Faraday, genera un campo magnético variable  $B_1$ , que induce un campo magnético variable  $B_2$  en el rotor, pero desfasado del primero, y es este desfase, el que produce el movimiento giratorio del eje del rotor (Velásquez, 2013).

El núcleo metálico del rotor se construye apilando chapas metálicas, con el fin de minimizar las pérdidas por corrientes parásitas. Al girar el rotor sobre su eje, se causa el engrane del piñón de ataque más conocido como bendix. Este, por medio de dos engranajes más, transmite el movimiento giratorio en la corona del embrague de arranque, asociado con el magneto del generador, iniciando el proceso de generación de combustión (Velásquez, 2013).

Figura 26. Rotor de un motor de arranque de motocicleta



Fuente: ITALIKA (2021). *Venta de repuestos*. Consultado el 8 de agosto de 2021.

Recuperado de [ITALIKA.com.gt/ventaderepuestos](https://italika.com.gt/ventaderepuestos).

Figura 27. **Estator de un motor de arranque de motocicleta**



Fuente: ITALIKA (2021). *Venta de repuestos*. Consultado el 8 de agosto de 2021.  
Recuperado de [ITALIKA.com.gt/ventaderepuestos](http://ITALIKA.com.gt/ventaderepuestos).

Los engranajes que forman el tren de engranajes empleado en la transmisión de movimiento hacia la corona del embrague de arranque, se describen en la siguiente fotografía.

Figura 28. **Tren de engranajes de encendido**

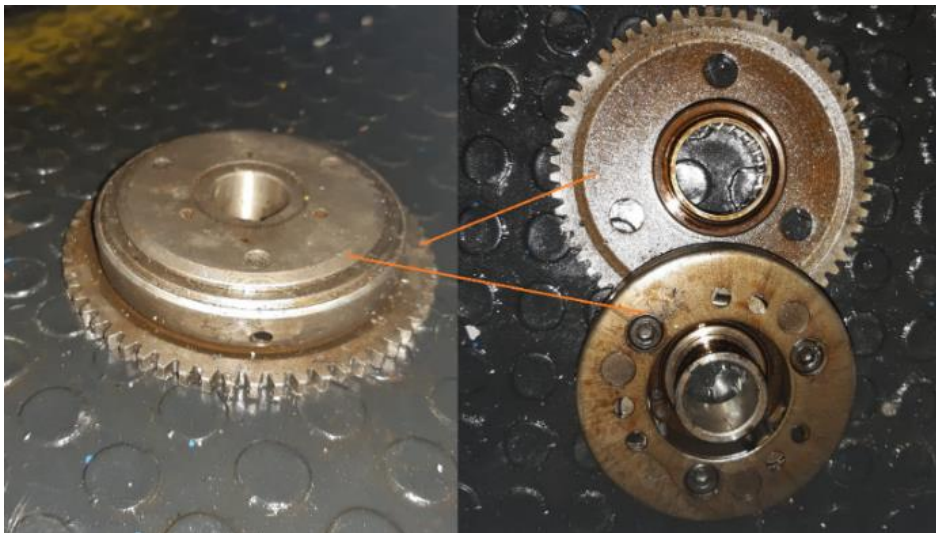


Fuente: ITALIKA (2021). *Venta de repuestos*. Consultado el 8 de agosto de 2021.  
Recuperado de [ITALIKA.com.gt/ventaderepuestos](http://ITALIKA.com.gt/ventaderepuestos).



El embrague de arranque, es un mecanismo que permite el giro del magneto en un solo sentido, y por medio de varios pares resorte- rodamiento, el desacople de la corona cuando el arrancador deja de actuar. (Velásquez, 2013).

Figura 29. **Embrague de arranque de una motocicleta**

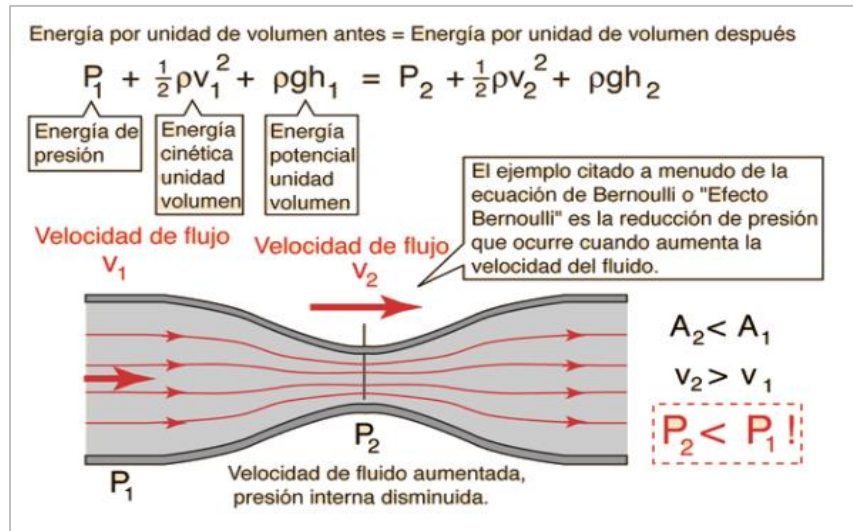


Fuente: ITALIKA (2021). *Venta de repuestos*. Consultado el 8 de agosto de 2021.  
Recuperado de [ITALIKA.com.gt/ventaderepuestos](https://italika.com.gt/ventaderepuestos).

## 2.2. Principio de Venturi y carburación

El principio de Venturi, es el efecto que se da sobre un fluido cuando pasa por una tubería que cambia de sección transversal en algún punto, y que se explica con la ecuación de la energía de Bernoulli, que se muestra en la figura y dice que la energía en los puntos 1 y 2 se mantiene constante (USAC, 2006).

Figura 30. Explicación diagramática del efecto Venturi



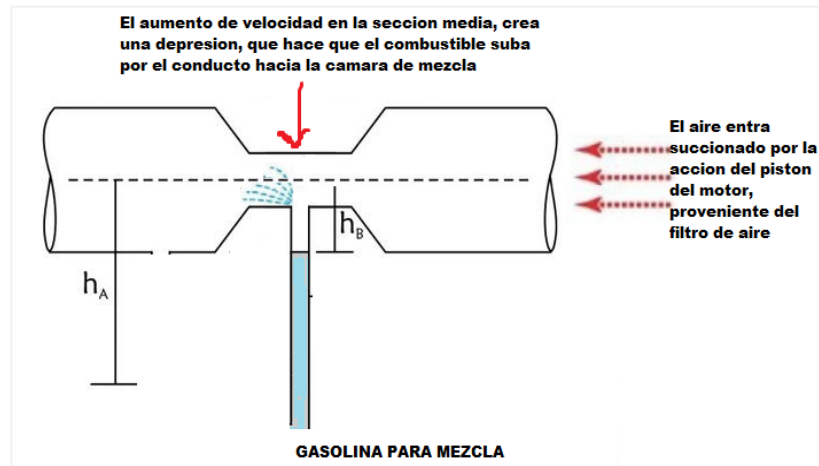
Fuente: Facultad de Ingeniería USAC (2006). *Manual de laboratorio del curso de Mecánica de Fluidos.*

Si se consideran las dos alturas iguales, sus términos se pueden eliminar de la ecuación, y deja evidente que la diferencia de presiones que se origina, depende de la diferencia de presiones (USAC, 2006).

Este principio se aplica ampliamente en varias facetas de la ingeniería, y es la base del funcionamiento de los carburadores de las motocicletas, debido a que aprovechan una reducción en su sección transversal para aumentar la velocidad del aire que por ellos circula, dando paso a una diferencia de presión, que hace que el combustible suba de la parte donde se almacena, y se mezcle con el aire, llegando atomizado a la cámara de combustión (USAC, 2006).



Figura 31. Diagrama de funcionamiento básico de un carburador



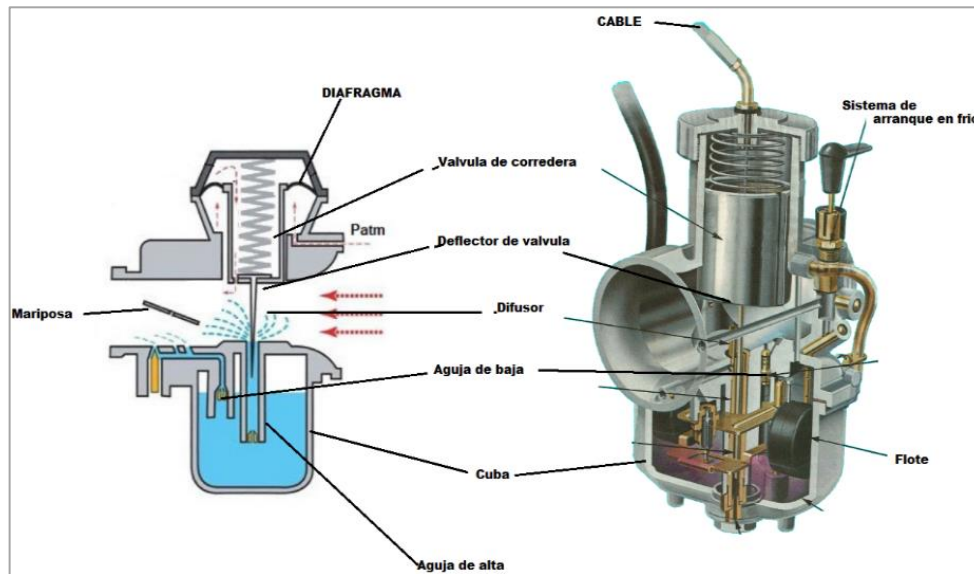
Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Paint

La figura solamente describe el funcionamiento general, y no toma en cuenta las distintas velocidades a las que el motor trabaja en una motocicleta real, ni el mecanismo de acelerador, que gradúa la cantidad de gasolina que entra al carburador (USAC, 2006).

En las motocicletas, es el tipo de mecanismo de aceleración lo que marca los dos tipos de carburadores que se utilizan: los carburadores de diafragma, y los de tiro directo.

La principal diferencia es, que en los de tiro directo, como el de la derecha, la válvula de corredera se acciona por medio de un cable, jalado desde el mango de acelerador por el piloto. En el de diafragma, como el de la izquierda, el mango de acelerador abre una mariposa que deja entrar aire de tal manera que se crea una diferencia de presiones en ambos lados de un diafragma, que sube junto con la válvula de corredera (Velásquez, 2013).

Figura 32. Sección transversal de un carburador



Fuente: EPS (s.f.). *Formación de motocicletas*. Consultado el 02 de septiembre de 2021. Recuperado de <https://epsformacion.com/>.

La gasolina llega hasta la cuba desde el tanque de combustible. En la cuba se almacena la gasolina que será aspirada por la aguja de alta o de baja, según sea la demanda. En ella, el nivel de gasolina es regulado por un flote, que gobierna una aguja que abre o cierra la entrada de gasolina. Cuando el nivel de combustible disminuye, el flote se mueve hacia abajo, abriendo la válvula de suministro de combustible, llenando la cuba (Velásquez, 2013).

Al accionar la válvula de corredera, se permite que por efecto Venturi, el combustible se mezcle con el aire, creando el efecto de atomización que se necesita, para llevar a cabo la combustión.

### **2.3. Motor de combustión interna**

Un motor de combustión interna, es una máquina que transforma la energía química liberada por un combustible que arde dentro de una cámara de combustión, parte principal del motor, en energía mecánica, obtenida en un eje (Anónimo, 2020 y Velásquez, 2013).

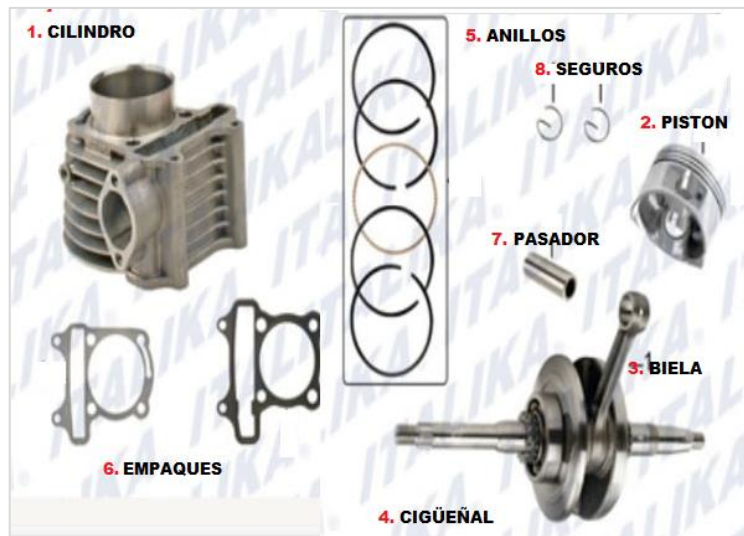
Por la cantidad de energía, las temperaturas relativamente altas, y la vibración, hacen que se necesite una estructura robusta, y construida con los materiales adecuados para que esté libre de fallas, y sea seguro de utilizar (Anónimo, 2020 y Velásquez, 2013).

Es por eso que se debe tener consciencia de que vidas humanas se transportan diariamente en su motocicleta, y en el tráfico real, un tornillo suelto, un detalle pasado por alto, puede ser fatal.

Cilindro: las motocicletas ITALIKA son mono cilíndricas. El cilindro es el cuerpo metálico que le da el espacio físico a la carrera del motor. La carrera es la distancia entre el punto muerto superior, y el punto muerto inferior (Anónimo, 2020 y Velásquez, 2013).

Los cilindros deben soportar trabajos a muy altas temperaturas, tanto por la explosión que se da en su interior, como por el roce entre piezas. Constituye una bolsa cilíndrica de aire, cerrada por un extremo, y abierta en el otro (Anónimo, 2020 y Velásquez 2013).

Figura 33. **Componentes de un motor de una motocicleta de cuatro tiempos**



Fuente: ITALIKA (2021). *Repuestos*. Consultado el 2 de septiembre de 2021. Recuperado de ITALIKA.com.gt.

El pistón, se desplaza por el interior del cilindro, y es el encargado de variar el volumen de mezcla, comprimiéndola, bombea gases frescos y quemados; aprovecha la energía liberada por la detonación, recibéndola en su sección circular, y su construcción debe ser la adecuada para soportar los efectos de la combustión. Se fabrican en aleaciones ligeras (Anónimo, 2020 y Velásquez, 2013).

En la parte superior de la cabeza del cilindro, se encuentran unas ranuras, en las cuales se encajan los anillos. La cara cilíndrica del pistón en un motor de cuatro tiempos se llama faldón, y se hace lo más corta posible, debido a que estos se ven sometidos a carreras de cilindro muy cortas (Anónimo, 2020 y Velásquez, 2013).

La biela es el eslabón más largo del mecanismo que le da giro al eje por el cual se obtiene el trabajo mecánico. Transmite el movimiento Se fabrican de acero, y se modelan por mecanización (Anónimo, 2020 y Velásquez, 2013).

El cigüeñal es la manivela del mecanismo antes mencionado. Esta gira en torno al eje transmisor de potencia, con un extremo acoplado al extremo opuesto al del pistón en la biela, y el otro al punto fijo sobre el cual gira el conjunto, y perpendicular al eje transmisor. Los anillos, son segmentos de acero que se insertan en las ranuras del pistón antes mencionadas (Anónimo, 2020 y Velásquez, 2013)

Su función es garantizar la estanqueidad en el cilindro y la cámara de combustión, es decir, que no se tengan fugas de presión. Existen tres tipos básicos: el segmento de compresión, sella la cámara de combustión, y transfiere en cierto grado calor hacia las paredes del cilindro, ayudando a disipar por contacto con aire, algo del calor de la cabeza del cilindro. El segmento rascador permite que parte de aceite pase hacia la parte superior del cilindro, y elimina el sobrante por barrido.

Estos están formados por un aro doble con surco en medio, en el que va insertado un aro con forma helicoidal. El aro expansor, es el complemento de los otros dos, y se utiliza para darle soporte al conjunto, manteniendo cierta presión sobre los anillos para que se mantengan en posición (Anónimo, 2020 y Velásquez, 2013).

Figura 34. **Acercamiento a los segmentos de los anillos de un pistón de motor de motocicleta**



Fuente: ITALIKA (2021). *Venta de repuestos*. Consultado el 8 de agosto de 2021.  
Recuperado de [ITALIKA.com.gt/ventaderepuestos](https://italika.com.gt/ventaderepuestos).

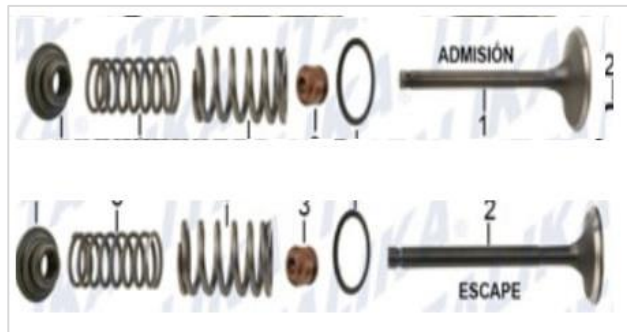
En los motores ITALIKA normalmente se encuentran dos anillos de compresión en la parte superior, y más abajo, un anillo de rascado de aceite. Las aberturas de los anillos nunca se colocan en la misma dirección, sino al contrario, de preferencia se colocan con las aperturas en sentido contrario.

Los empaques son piezas que garantizan la sujeción entre piezas del motor, sellando totalmente y evitando fugas de gases o aceite. Siempre que se desarme un motor, separando sus partes fijas, se requiere el reemplazo obligatorio de los empaques (Anónimo, 2020).

El pasador del pistón, es un pin fabricado de acero endurecido, y hueco para disminuir peso. También es conocido como pasador de muñeca o whist pin y se encarga de unir el pistón a la biela y que se mantiene en su lugar por medio de los seguros (Anónimo, 2020).

La culata, tiene como función sellar la parte del cilindro que queda expuesta, y alojar las válvulas, que, por acción de un eje de levas, se abren oportunamente para inyectar mezcla de gasolina y aire, y dejar salir los gases producidos por la combustión.

Figura 35. **Componentes del conjunto de válvulas de admisión y escape de un motor de motocicleta de 4 tiempos**



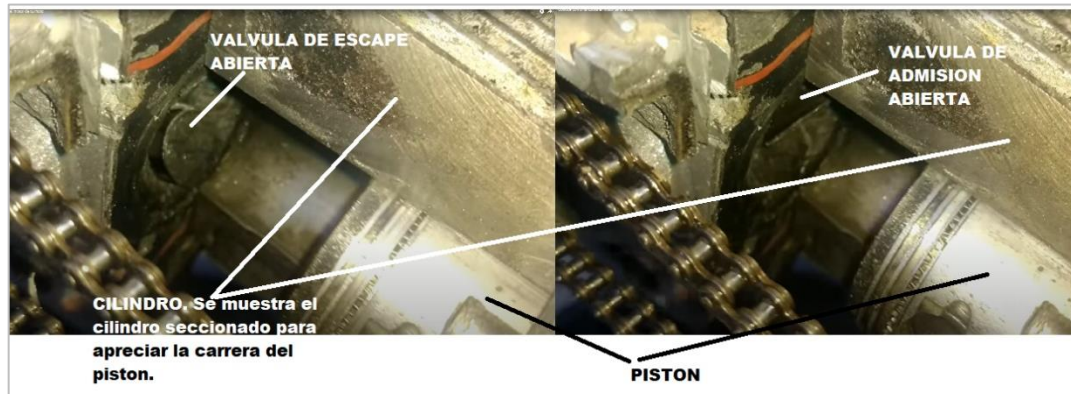
Fuente: ITALIKA (2021). *Repuestos*. Consultado el 2 de septiembre de 2021. Recuperado de ITALIKA.com.gt.

Son tapones de metal mecanizado de tal manera que cierran perfectamente la cámara de combustión cuando están cerradas sobre su asiento.

Los resortes empujan las válvulas contra su asiento, el extremo inferior del mencionado resorte está apoyado contra una sección plana de la culata y el superior sobre una arandela de retención, fijada mediante dos medias chavetas a una ranura en la cola de la válvula (Anónimo, 2020 y Velásquez, 2013).

La acción se vería más o menos así:

Figura 36. **Acción de apertura y cierre de las válvulas de admisión y escape con el giro del eje de levas**



Fuente: ITALIKA (2021). *Venta de repuestos*. Consultado el 8 de agosto de 2021. Recuperado de [ITALIKA.com.gt/ventaderepuestos](https://italika.com.gt/ventaderepuestos).

### 2.3.1. **Fundamentos y ciclo Otto**

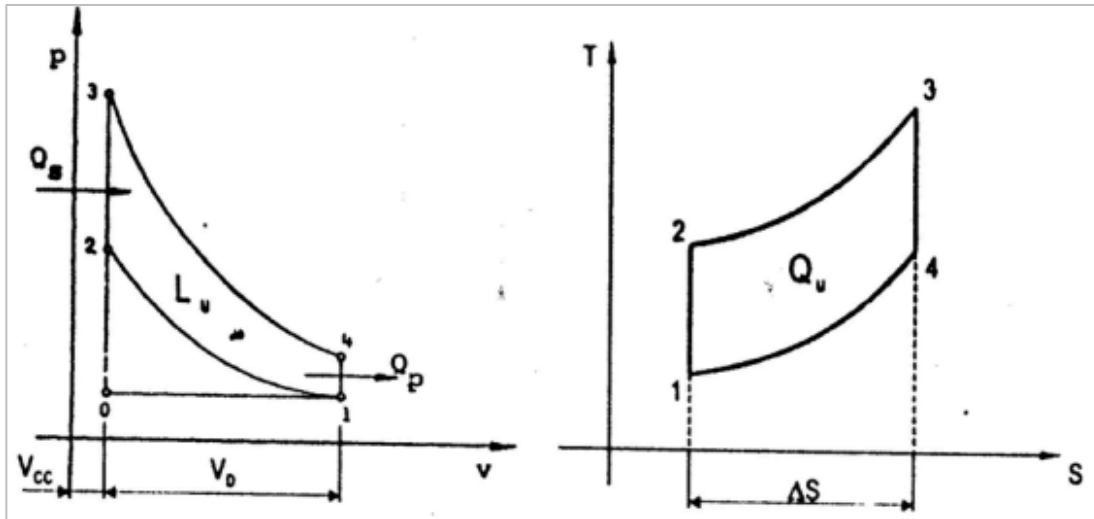
Existen dos tipos básicos de motores, de dos tiempos, y de 4 tiempos. ITALIKA solamente comercializa motores de cuatro tiempos con ignición por chispa, por lo que serán los tratados con cierta detención.

Los cuatro tiempos de los que se habla, son las partes del proceso que se da para que el motor actúe, y entregue energía que se pueda traducir en movimiento.

El ciclo de Otto, es el ciclo ideal para describir el comportamiento básico de los motores de combustión interna con ignición por chispa. La figura muestra los diagramas PV y Ts del ciclo teórico (Wark, s.f).



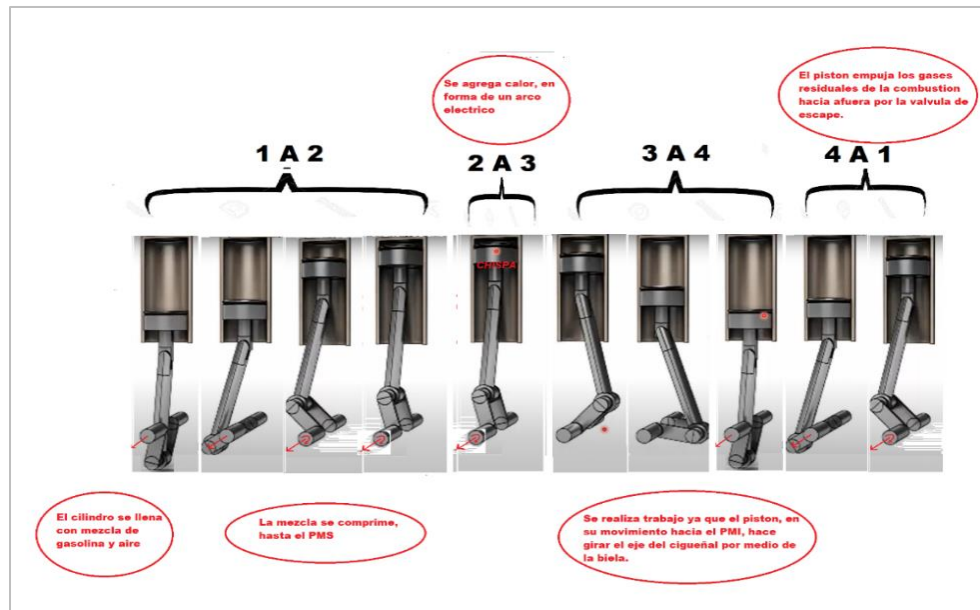
Figura 37. Diagramas presión volumen, y temperatura entropía de un ciclo ideal de Otto



Fuente: Wark (s.f.). *Termodinámica, presión y volumen.*

En la figura se tiene un conjunto cilindro-pistón libres de rozamiento, y en el que se inyecta aire, con el pistón colocado en el punto muerto inferior. En el diagrama, esto se indica con el punto 1. Conforme el pistón avanza hacia la posición de punto muerto superior, la compresión del aire se lleva a cabo adiabáticamente. Como los procesos son reversibles, el proceso de compresión es isentrópico, finalizando en el punto 2.

Figura 38. Descripción gráfica de los cuatro ciclos de un motor de cuatro tiempos de una motocicleta



Fuente: Trittech (2018). *Presentación*.

Luego se añade en forma instantánea calor al aire, de tal manera que la presión y la temperatura alcancen valores elevados durante el proceso a volumen constante 2-3. Al moverse el émbolo hacia la posición de PMI una vez más, la expansión se efectúa en forma adiabática e internamente reversible, es decir, isentrópicamente, hasta el estado 4. Con el émbolo en la posición de PMI, se expulsa calor a volumen constante hasta llegar al estado original (Wark, s.f.).

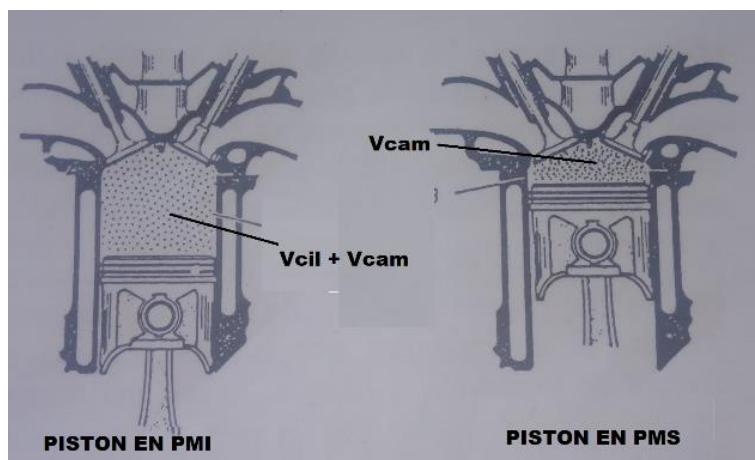
El tamaño del cilindro del motor se define por su diámetro interior y la carrera del pistón. Por ejemplo, se dice que un cilindro es de 4 por 3.5, que significa que tiene un diámetro de 4 pulgadas y una carrera de 3.5 (Wark, s.f.).

El pistón de menor carrera posee menor pérdida por rozamiento, ya que tiene menos camino por recorrer dentro del cilindro. Por otro lado, una menor carrera reduce la inercia y las cargas debidas a la fuerza centrífuga que soportan los cojinetes. Además, físicamente, es más fácil adecuar un motor de cilindro bajo a un chasis (Wark, s.f.).

La cilindrada, es el volumen desplazado por el pistón durante su carrera, y se calcula tomando el área de sección circular del cilindro, multiplicado por su carrera. Tiene una importante relación con las características del motor, dado que una mayor cilindrada puede producir una potencia superior (Anónimo, 2020).

La relación de compresión de un motor da el nivel de compresión a que se somete la mezcla dentro del cilindro. Para calcularla, se divide el volumen contenido en el cilindro cuando el pistón está en su PMI, por el volumen que ocupa en su PMS (Velásquez, 2013).

Figura 39. **Cámara de combustión en un motor de motocicleta**



Fuente: Tritech (2018). *Presentación*.

El volumen en la figura de la izquierda, corresponde al volumen del cilindro, más el volumen de la cámara de combustión, y en la derecha, el volumen corresponde al de la cámara de combustión.

$$rc = \frac{\frac{\pi}{4} * D^2 * l + Vc}{Vc}$$

Dónde:  $r_c$  es la relación de compresión;  $D$  es el diámetro del cilindro,  $l$  es la carrera, y  $V_c$  es el espacio ocupado por la cámara de combustión.

### **2.3.2. Mezcla y relación estequiométrica**

El dosado, o relación aire combustible, es la relación entre la masa de aire y la de un combustible sólido, líquido o gaseoso presente en un proceso de combustión. En el caso de los motores, esta combustión es controlada.

El dosado estequiométrico asegura la oxidación completa del combustible sin exceso de oxidante residual en los procesos de combustión. El dosado adecuado propicia que la mezcla sea combustible, determina la cantidad de energía liberada, y cuantos no deseados se producen en la reacción. Existe un rango de relaciones fuera de la cual la ignición no se producirá (Velásquez, 2013).

El dosado estequiométrico ideal en un motor de gasolina es 14.7:1, es decir, se requieren 14.7 gramos de aire por cada gramo de gasolina. Cualquier relación superior a 14.7, se considera una mezcla pobre; y cualquiera menor a 14.7, se considera una mezcla rica (Velásquez, 2013).

En la realidad, los combustibles se componen de una combinación de heptano, octano y otros alcanos, además de aditivos que incluyen detergentes y

oxigenadores. Todos estos componentes modifican la relación a la baja, en ciertos casos haciéndola caer hasta 14.1:1. (Velásquez, 2013)

También puede verse afectado por imperfecciones en la mezcla de la gasolina con el aire en el carburador. Cuando la mezcla se comprime, la temperatura puede exceder el límite de detonación del combustible. Este límite se llama octanaje (Aranzabe y Malaga, 2014).

Para determinar el octanaje, se establecen dos tipos de hidrocarburos. Estos son, el isooctano, con ocho carbonos, y el heptano, con siete carbonos. A los primeros, se les asigna un poder detonante de 100, y a los segundos, se les asigna un valor de 0. El octanaje de cierto combustible va a ser la comparación que se haga entre este y los antes mencionados (Aranzabe y Malaga, 2014).

Como ejemplo, en Guatemala se comercializan normalmente gasolinas de 95 y de 98 octanos, a las que se les llama gasolina regular y gasolina súper. Estas son denominaciones comerciales, pero las especificaciones técnicas de cada gasolina incluyen un valor para dos situaciones distintas:

RON. Determina el comportamiento de la gasolina en entornos urbanos, es decir, a bajas revoluciones y temperaturas (Aranzabe y Malaga, 2014).

MON. Este es un índice medido en un motor estático y determina el comportamiento de la gasolina en régimen de altas revoluciones y conducción en condiciones típicas de carretera (Aranzabe y Malaga, 2014).

La gasolina regular, contiene un RON de 95, y un MON de 85 octanos. La diferencia entre estos números se llama sensibilidad, y es variable para cada componente de la gasolina usada comercialmente.

### **3. ELEMENTOS DE DISEÑO DE MÁQUINAS**

Como se observa a lo largo del presente trabajo, las motocicletas en general, funcionan como la unión de varios sistemas. Estos sistemas están formados a su vez por componentes cuya combinación resulta en el aprovechamiento de energía para producir algún trabajo. Estos componentes, son llamados elementos de diseño de máquinas, y los principales son:

#### **3.1. Cojinetes y rodamientos**

El propósito de un cojinete es transmitir una carga entre dos estructuras, que normalmente son un eje y una carcasa, proporcionando una posición relativa y libertad de rotación, minimizando el efecto de la fricción entre estas dos estructuras (Velásquez, 2013).

Su forma básica y el concepto son simples: los cojinetes de elementos rodantes son un ensamble de varias piezas: la pista interior, la pista exterior, el conjunto de bolas o rodillos, y una jaula o separador. Este último mantiene un espacio uniforme entre los elementos rodantes (Velásquez, 2013).

Aunque se clasifican en función de sus formas y tamaños, y también de acuerdo con los movimientos que permite su capacidad de carga, básicamente se dividen en dos grandes grupos: cojinetes de bolas, y cojinetes de rodillos (Velásquez, 2013).

Figura 40. **Cojinetes de bolas y de rodillos**



Fuente: ITALIKA (2022). *Venta de repuestos*. Consultado el 23 de mayo de 2022.  
Recuperado de [ITALIKA.com.gt/ventaderepuestos](https://italika.com.gt/ventaderepuestos).

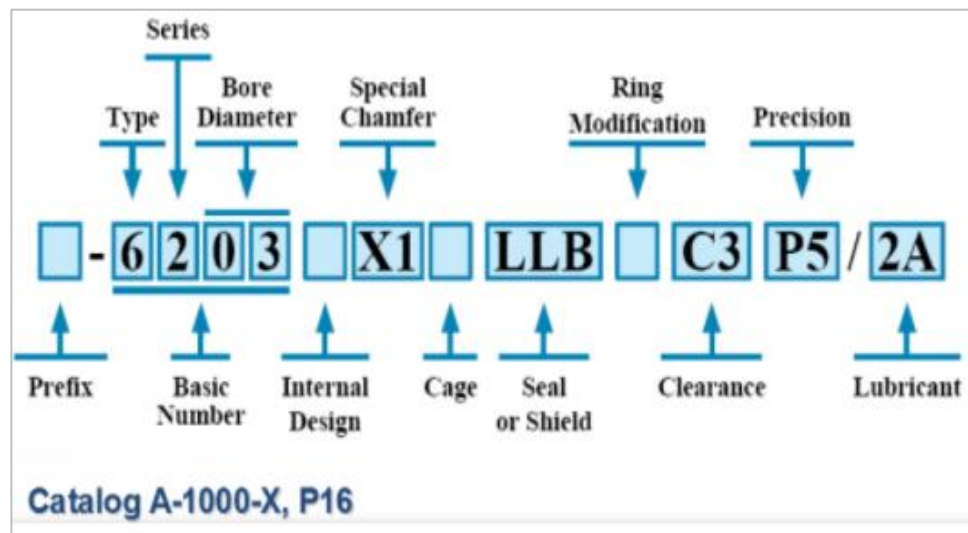
Su construcción es muy similar, pero existen varias diferencias entre ambos. En los cojinetes de bolas, la carga se transmite desde la pista exterior, hacia las bolas, y luego de las bolas hacia la pista interna. Debido a la forma esférica de los rodamientos, el área de contacto es muy pequeña. Esto limita las aplicaciones de estos cojinetes a las de alta velocidad, elevada precisión, bajo par torsional y baja vibración, puesto que las bolas tienden a deformarse cuando la carga es alta (Velásquez, 2013).

Los cojinetes de rodillos por otro lado, se utilizan en aplicaciones donde se debe soportar una gran carga durante largo tiempo. En ellos, dada la forma

cilíndrica de los elementos rodantes, el área de contacto es una línea recta. Es mayor que en los elementos rodantes esféricos (Velásquez, 2013).

Dependiendo las aplicaciones específicas, estos pueden contar con tapas de protección, que son extraíbles, permitiendo el mantenimiento; tipo sellados, que cuentan con lubricante aplicado de fábrica, o tipo abiertos. Las especificaciones técnicas, vienen dadas por una numeración gravada en la cara lateral de la pista exterior. Y que para cojinetes de bolas y de rodillos es la que sigue: (Velásquez, 2013).

Figura 41. **Nomenclatura para rodamientos de bolas**



Fuente: NTN (s.f.). *Catalogo A-1000-X, P16, rodamiento de bolas.*

Prefix o prefijo:

- TS2 Tratamiento térmico (160 °)
- TS3 Tratamiento térmico (200 °)



- TS4Tratamiento térmico (250 °)

#### Series

*Internal design* o diseño interno

- ARediseño interno

Special chamfer o radio de curvatura

- XnRadio especial

*Cage* o jaula

- JJaula prensada de acero
- T1Jaula de baquelita (Phenolic)
- T2Jaula de plástico

*Seal or shield*, o sello o tapa

- LB, LLBSellos de caucho sintético
- LU, LLUSellos de caucho
- Z, ZZTapas de metal

*Ring modification* o modificación del anillo

- NRanura para anillo de fijación
- NRRanura con anillo de fijación

### *Clearance* o juego interno

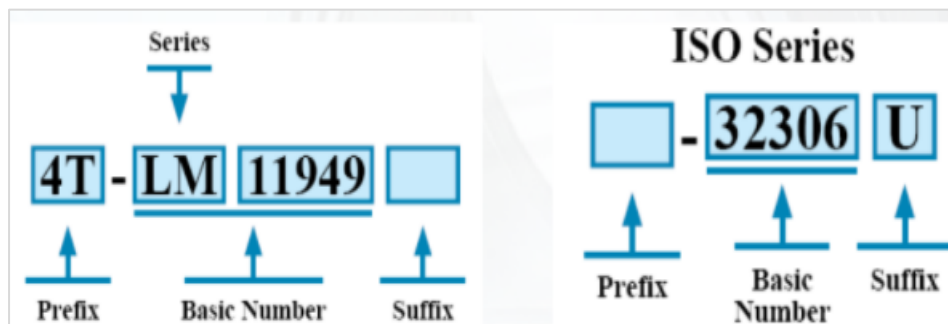
- C2Juego interno menor que el normal
- Sin sufijoJuego interno normal
- C3Juego interno mayor que el normal
- C4Juego interno mayor que C3
- CSXXJuego interno especial

### *Precision* o tolerancias

- P6ISO clase 6
- P5ISO clase 5
- P4ISO clase 4
- PXnTolerancia especial

De igual manera, para rodamientos de rodillos cónicos, como los utilizados en la amortiguación delantera y dirección:

Figura 42. **Nomenclatura para rodamientos de rodillos cónicos**



Fuente: NTN (s.f.). *Catálogo A-1000-X, P16, rodamiento de rodillos.*

Prefi o “prefijo:

- ETRodamientos de rodillos cónicos con endurecimiento superficial.
- 4TRodamientos de rodillos cónicos con endurecimiento superficial.
- EAcero endurecido superficialmente
- TDimensiones intercambiables

Series

- HPesada o heavy
- HHSúper pesada
- HMPesado mediano
- LLigero o light
- LMLigero mediana
- MMediana
- ISOSeries métricas 320X, 302, 322, 303, 303D, y 323

Ángulo

- BEstándar de  $10^{\circ}$  -  $17^{\circ}$
- CEstándar de  $17^{\circ}$  -  $24^{\circ}$
- DEstándar de  $24^{\circ}$  -  $32^{\circ}$

Sufijo

- ARadio especial

Siendo los anteriormente descritos los tipos de cojinetes que se utiliza en las motocicletas ITALIKA, se hizo un listado de cada uno de ellos según el catálogo de repuestos:

Tabla IV. **Catálogo de cojinetes utilizados en motocicletas ITALIKA**

MODELO		SKU	DESCRIPCION	NOMENCLATURA	APLICACIÓN
TRN175, TRN150, MODENA 150, GTS175, GS150, GSC150, DS150, DS125	AMORTIGUACION DELANTERA Y DIRECCION	F01040109	RODAMIENTO AXIAL DE BOLAS		BALEROS TELESCOPIO DE DIRECCION
W150, WS150	AMORTIGUACION DELANTERA Y DIRECCION	F01040059	RODAMIENTO DE RODILLOS CILINDRICOS		BALEROS TELESCOPIO DE DIRECCION
CS125, CITY125, DSG125, GS150, VGO	AMORTIGUACION DELANTERA Y DIRECCION	F01040005	RODAMIENTO DE RODILLOS CILINDRICOS		BALEROS TELESCOPIO DE DIRECCION
BLACKBIRD, DT200, LINEA FIERA, RT180	AMORTIGUACION DELANTERA Y DIRECCION	F01040063	RODAMIENTO AXIAL DE BOLAS		BALEROS TELESCOPIO DE DIRECCION
TODAS LAS ITALIKAS	RUEDA DELANTERA	F14040020	BALERO RADIAL DE BOLAS	6301 RS	COJINETE EJE LLANTA DELANTERA
TODAS LAS MOTONETAS Y ATV150 Y 200	ARRANQUE	E12020017	BALERO DE AGUJA	28*32*17	
TRN175, GTS175	ARRANQUE	E12030046	COJINETE DE RODILLOS CONICOS		COJINETE DE IMPULSOR DE CLUTCH DE ARRANQUE
TODAS LAS MOTONETAS Y ATV150 Y 200	CARTER	E07030004	BALERO RADIAL DE BOLAS	6004 RS	COJINETE EJE DE TRANSMISION
TODAS LAS MOTONETAS Y ATV150 Y 200	CARTER	E07030002	BALERO RADIAL DE BOLAS	6002	
MOTONETAS	CIGÜEÑAL		BALERO RADIAL DE BOLAS		COJINETE CIGÜEÑAL
MOTOCICLETAS DE CAMBIOS	CIGÜEÑAL		BALERO RADIAL DE BOLAS		COJINETE CIGÜEÑAL
TODAS LAS ITALIKAS	TRANSMISION	E06010086	BALERO RADIAL DE BOLAS	6204 P6	
TODAS LAS MOTONETAS Y ATV150 Y 200	TRANSMISION	E06010101	BALERO RADIAL DE BOLAS	6203 P63 TM	
TODAS LAS MOTONETAS Y ATV150 Y 200	TRANSMISION	E06010009	BALERO RADIAL DE BOLAS	6202 RS	
TODAS LAS MOTONETAS Y ATV150 Y 200	TREN DE VALVULAS		BALERO RADIAL DE BOLAS		COJINETE DE EJE DE LEVAS
MOTOCICLETAS DE CAMBIOS	TREN DE VALVULAS		BALERO RADIAL DE BOLAS		COJINETE DE EJE DE LEVAS

Fuente: ITALIKA. *Cojinetes motocicletas ITALIKA*. Consultado en enero 2022.

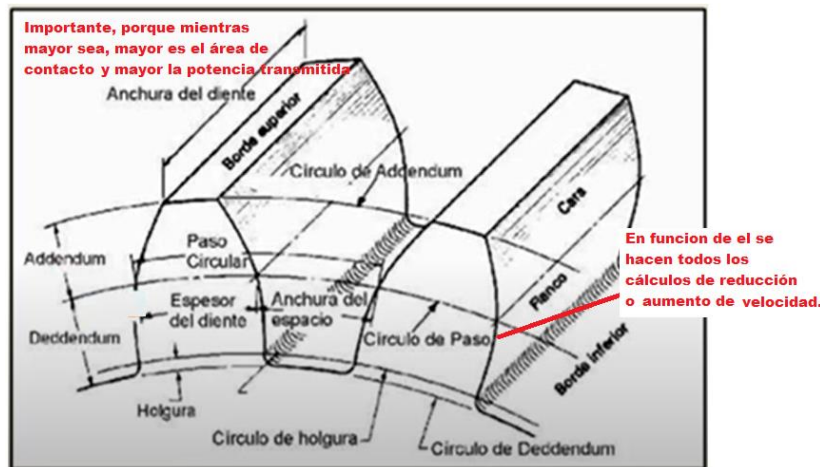
Recuperado de Catálogo cojinetes [www. ITALIKA.com](http://www.ITALIKA.com).

### 3.2. Engranajes

Los engranajes son mecanismos de transformación de giro, su objetivo es transmitir el giro de un eje a otro, obteniendo mayor o menor velocidad de rotación de un eje respecto al otro (Velásquez, 2013).

Constructivamente, son ruedas cilíndricas dentadas, que encajan entre sí, de manera que unas arrastran a las demás, transmitiendo movimiento circular y produciendo movimiento circular. Para que estas puedan acoplarse entre sí, deben contar con los mismos parámetros o dimensiones en los dientes (Velásquez, 2013).

Figura 43. Dimensiones principales de los engranajes



Fuente: Facultad de Ingeniería USAC (2006). *Mecanismos*.

Se clasifican por distintos criterios, los cuales tienen que ver con su forma física, siendo los principales: según la posición de los ejes.

## Ejes paralelos

Cilíndricos de dientes rectos: transmiten movimiento en ejes paralelos. Son relativamente fáciles de construir, aunque su operación es ruidosa.

Cilíndricos de dientes helicoidales. Tienen dentado oblicuo con relación al eje de rotación. Se usan en ejes que se cruzan a  $90^\circ$  en ejes paralelos. Transmiten mayor potencia que los rectos, son menos ruidosos y pueden transmitir cargas más grandes a altas velocidades. Por otro lado, son costosos de producir y generan empuje axial.

- Piñón- cremallera de dientes rectos o helicoidales
- Ejes que se cruzan
- Cilíndrico de dientes helicoidales
- Piñón- cremallera de dientes helicoidales
- Tornillo sin fin- corona
- Ejes que se cortan

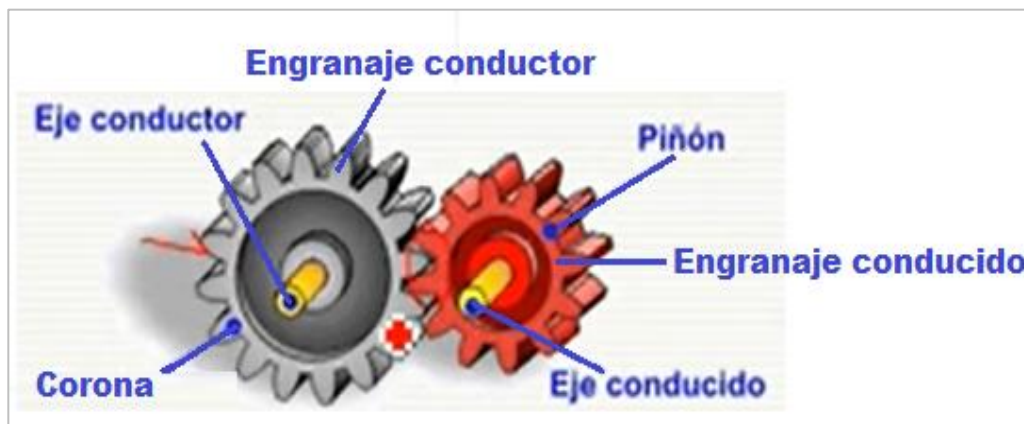
Cónicos de dientes rectos: estos se utilizan cuando se debe transmitir movimiento entre ejes que se cortan. Tienen las mismas características que los engranajes cilíndricos de dientes rectos.

- Cónicos de dientes helicoidales
- Según la forma de los dientes
- Rectos
- Helicoidales

Hipoidales; transmiten mayor potencia que un helicoidal, utilizándose específicamente en los diferenciales de las cuatrimotos ITALIKA 250cc. Para que estos sean prácticos, se deben emplear dos o más engranajes, para transmitir movimiento, pero sobre todo para variar la velocidad de rotación (Velásquez, 2013 e ITALIKA, 2019).

Cuando el arreglo consta de dos engranajes, el engranaje adscrito al eje que genera el movimiento se llama engranaje conductor, y el que recibe el movimiento por contacto directo, se llama engranaje conducido. Al mayor se le llama corona, y al menor, piñón (Velásquez, 2013 e ITALIKA, 2019).

Figura 44. **Engranajes y ejes denominados por su acción**



Fuente: CEJAROSU (2005). *Multiplicador de velocidad. engranajes y ejes*. Consultado el 01 de septiembre de 2021. Recuperado de [http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec\\_eng\\_multiplicador.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec_eng_multiplicador.htm).

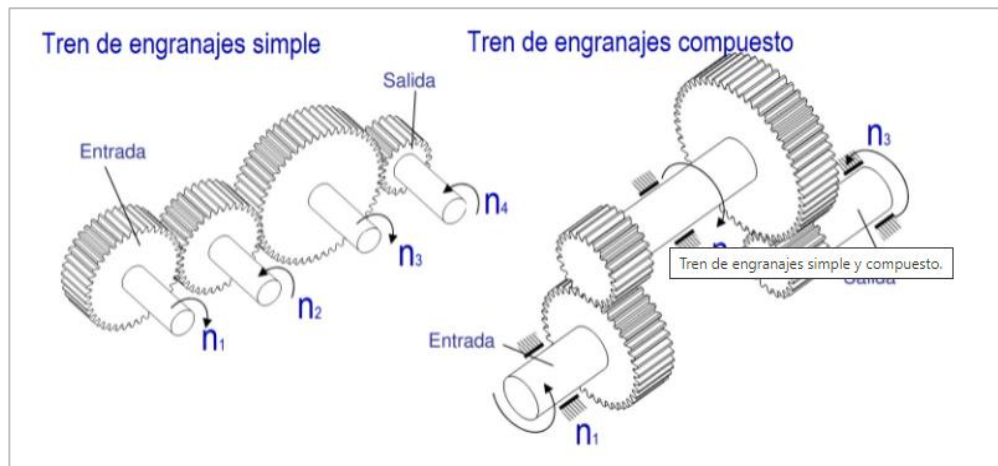
Tienen las ventajas de que ocupan espacios reducidos, tienen gran capacidad de transmisión de potencia, son de bajo mantenimiento y elevado rendimiento. Sin embargo, son costosos y más difíciles de fabricar y son muy ruidosos (Velásquez, 2013 e ITALIKA, 2019).

La relación entre el número de dientes  $N$ , la velocidad angular  $\omega$ , y los diámetros de paso  $D$ , está dada por las ecuaciones:

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{D_2}{D_1} = \frac{RPM_1}{RPM_2}$$

Un tren de engranajes es un conjunto de engranajes que transmiten movimiento por contacto directo desde un engranaje motriz, que puede estar al principio, en el medio o al final, hasta el último del conjunto.

Figura 45. **Tipos de trenes de engranajes**

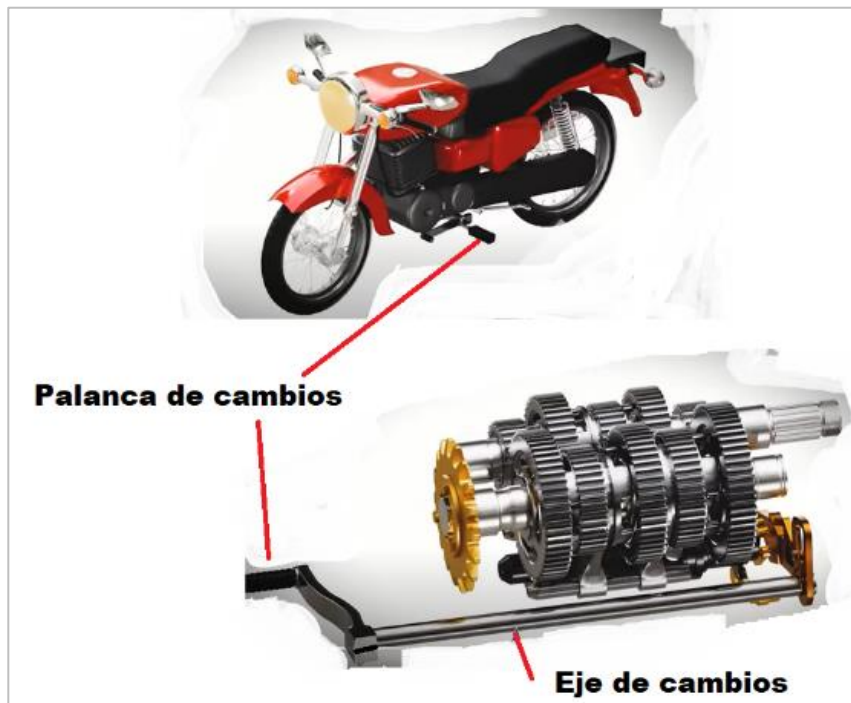


Fuente: Escuela de Ingeniería Mecánica FIUSAC (2006). *Manual Mecanismos*.

En los trenes de engranajes, los engranajes conductor y conducido giran en sentido contrario. Cuando es necesario que la salida gire en el mismo sentido, se introduce entre ellos una tercera rueda, denominada “rueda loca”, que no modifica las características de la velocidad de salida, solamente invierte el giro.



Figura 46. **Ubicación del eje y pedal de cambios en una motocicleta**



Fuente: Chopperon (s.f.). *Eje y pedal de cambios*. Consultado el 14 de noviembre de 2021. Recuperado de <https://chopperon.com>.

En una motocicleta, la velocidad y el par pueden controlarse variando la posición de una serie de engranajes activando la palanca de cambios en el pie izquierdo, como se describe en la figura de la izquierda.

Ésta palanca de cambios, está conectada a un eje de cambios, como en la misma figura en la parte inferior se muestra.

Como se describe en la figura de abajo, cuando el piloto la acciona (a), el eje mueve un mecanismo de trinquete (b), que mediante un elemento con forma de estrella varía el ángulo del tambor selector de cambios, c.

Figura 47. **Funcionamiento del variador de ángulo en un tambor selector de cambios**



Fuente: Choperon (s.f.). *Diseño de caja de cambios automáticos*. Consultado el 14 de noviembre de 2021. Recuperado de <https://chopperon.com>.

Este tambor de cambios, es un cilindro metálico con canales labrados en el lomo (d), que al girar, guían unos accesorios llamados horquillas (e), en las que encajan los engranajes (f), y los deslizan hacia los lados (g), cambiando el engranaje conducido, y con él, el torque transmitido. (Velásquez, 2013), (ITALIKA, 2019)

Figura 48. **Funcionamiento de la caja de cambios en una motocicleta**



Fuente: Choperon (s.f.). *Caja de cambios*. Consultado el 14 de noviembre de 2021. Recuperado de <https://chopperon.com>

La disposición de los engranajes en una caja de velocidades real de 5 cambios, es la que se muestra a continuación:

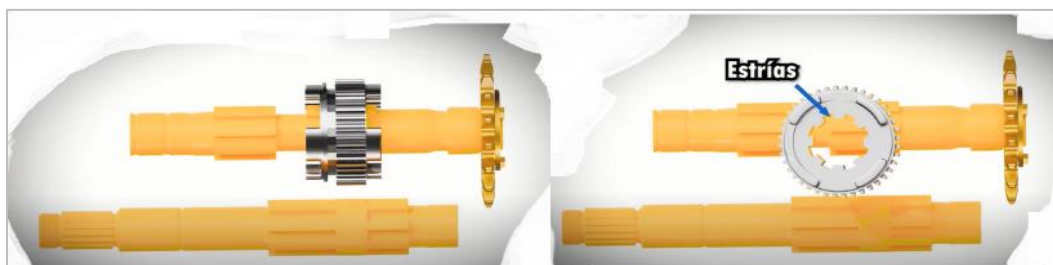
Figura 49. **Disposición de los engranajes en una caja de velocidades de motocicleta**



Fuente: Thomas Schewenke (s.f.). *Cómo funciona una caja de cambios de motocicleta ES*. Consultado el 14 de noviembre de 2021. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=aGGzDNKoUws&list=RDCMUCvaDO-HZz3OYDHrICQ9-Xnw&index=1>.

Como se observa, los engranajes están montados sobre dos ejes, el primario, que recibe el torque del motor, lo transmite hacia el secundario, que será el encargado de transmitirlo hacia el piñón de salida para aprovecharlo produciendo el desplazamiento de la motocicleta.

Figura 50. **Engranajes de estrías**

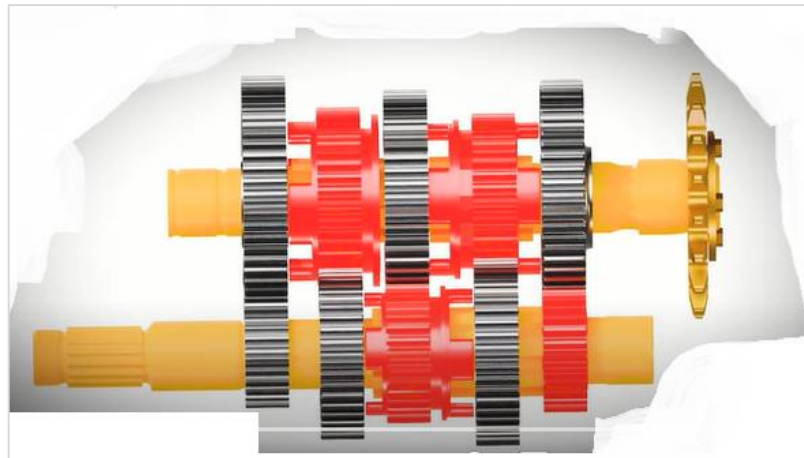


Fuente: Thomas Schewenke (s.f.). *Cómo funciona una caja de cambios de motocicleta ES*. Consultado el 14 de noviembre de 2021. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=aGGzDNKoUws&list=RDCMUCvaDO-HZz3OYDHrICQ9-Xnw&index=1>.

Algunos engranajes poseen estrías internas, que se combinan perfectamente con las estrías externas de los ejes y permiten que los engranajes se deslicen de lado a lado a la misma velocidad de rotación que el eje (Velásquez, 2013 e ITALIKA, 2019).

Todos los engranajes en rojo son acanalados:

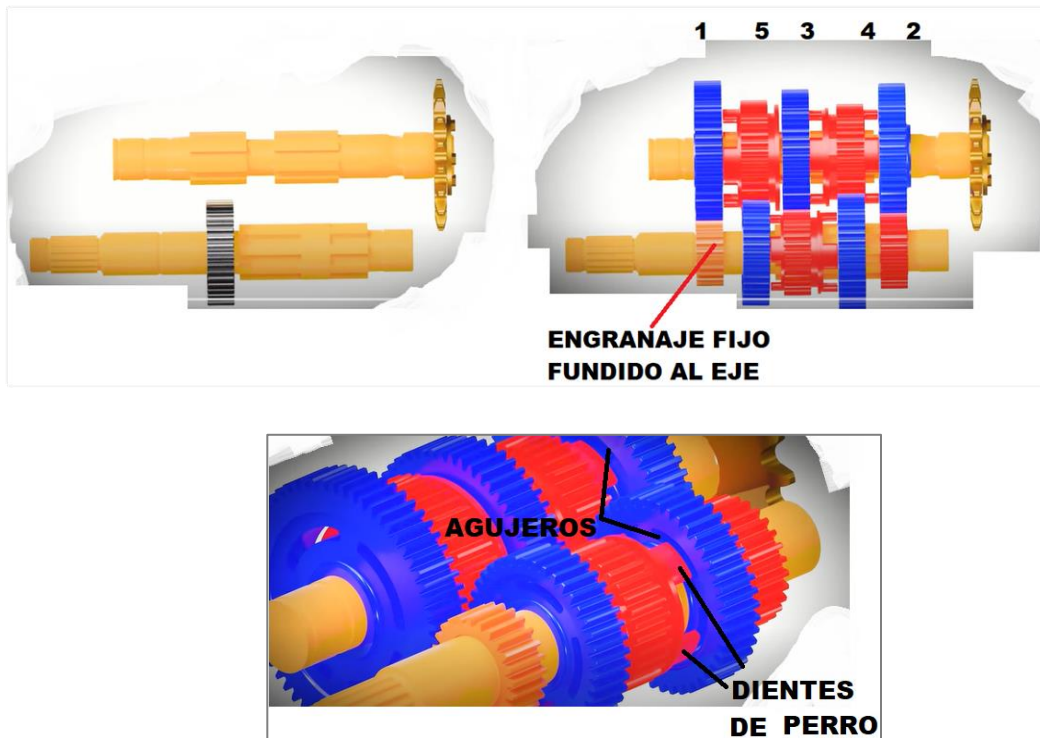
Figura 51. **Engranajes acanalados**



Fuente: Thomas Schewenke (s.f.). *Cómo funciona una caja de cambios de motocicleta ES*. Consultado el 14 de noviembre de 2021. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=aGGzDNKoUws&list=RDCMUCvaDO-HZz3OYDHrICQ9-Xnw&index=1>.

Algunos engranajes son locos. Estos tienen giro libre, pero no pueden desplazarse a los lados a lo largo de los ejes. Todos los engranajes en azul son de rueda libre. Por último, el engranaje que resta, va fundido al eje.

Figura 52. **Engranajes de giro libre y engranaje fijo en una caja de velocidades de motocicleta**



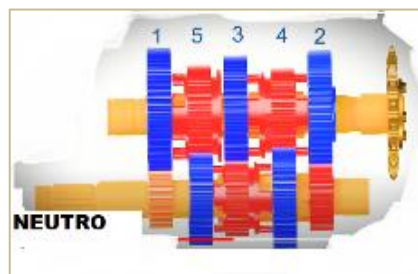
Fuente: Thomas Schewenke (s.f.). *Cómo funciona una caja de cambios de motocicleta ES*. Consultado el 14 de noviembre de 2021. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=aGGzDNKoUws&list=RDCMUCvaDO-HZz3OYDHRlCQ9-Xnw&index=1>.

Si se observan otras características de los engranajes ya mencionados, se puede resaltar que todos los engranajes de rueda libre tienen agujeros, y los engranajes acanalados poseen unos elementos llamados dientes de perro, que, al desplazarse, encajan perfectamente con los agujeros labrados en los primeros, bloqueándolos entre sí.

Conforme gira el tambor de cambios desliza hacia distintas posiciones los engranajes acanalados para una distinta combinación de marcha en la caja de cambios (ITALIKA, 2019).

En una caja de 5 velocidades, como las utilizadas en motocicletas ITALIKA, las distintas combinaciones son:

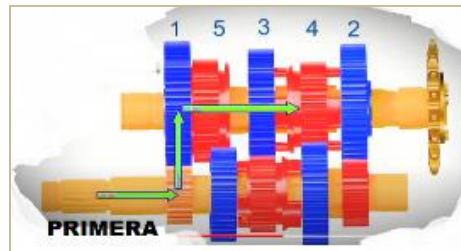
Figura 53. **Posición de neutro en una caja de velocidades de motocicleta**



Fuente: Thomas Schewenke (s.f.). *Cómo funciona una caja de cambios de motocicleta ES*. Consultado el 14 de noviembre de 2021. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=aGGzDNKoUws&list=RDCMUCvaDO-HZz3OYDHRlCQ9-Xnw&index=1>.

En neutro, todos los engranajes acanalados están alineados con su correspondiente engranaje loco. Ningún diente de perro se introduce en algún agujero, y no hay transferencia de potencia al eje de salida cuando se gira el eje de entrada (Velásquez, 2013 e ITALIKA, 2019).

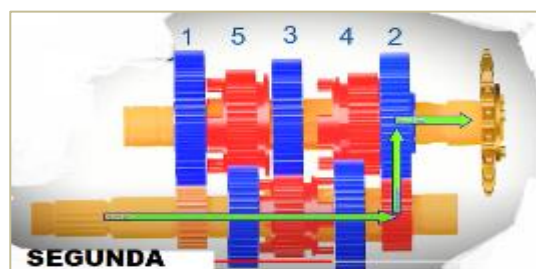
Figura 54. **Posición de primera marcha en una caja de velocidades de motocicleta**



Fuente: Thomas Schewenke (s.f.). *Cómo funciona una caja de cambios de motocicleta ES*. Consultado el 14 de noviembre de 2021. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=aGGzDNKoUws&list=RDCMUCvaDO-HZz3OYDHrICQ9-Xnw&index=1>.

Al accionar la palanca de cambios y girar el tambor de cambios, el engranaje estriado No 5 se desplaza hacia el engranaje loco 1, encajando los dientes de perro a los agujeros del engranaje loco 1. Se transfiere potencia así al eje secundario (Velásquez, 2013 e ITALIKA, 2019).

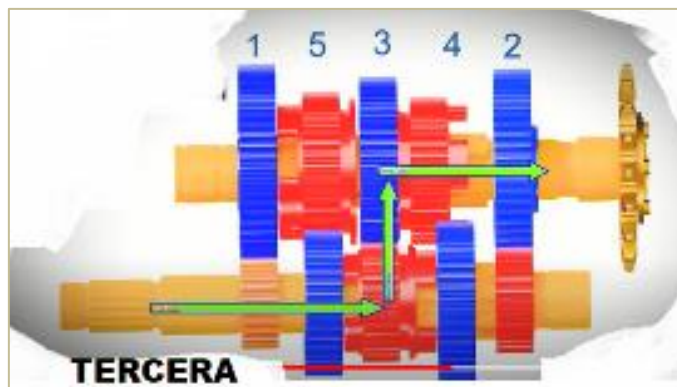
Figura 55. **Posición de segunda marcha en una caja de velocidades de motocicleta**



Fuente: Thomas Schewenke (s.f.). *Cómo funciona una caja de cambios de motocicleta ES*. <https://www.youtube.com/watch?v=aGGzDNKoUws&list=RDCMUCvaDO-HZz3OYDHrICQ9-Xnw&index=1> Consulta 14 de Noviembre del 2021.

Al cambiar a segunda, el engranaje estriado 5 regresa a su posición al mismo tiempo que el engranaje estriado 4 introduce sus dientes de perro en los agujeros del engranaje loco No. 2. Se transfiere potencia al eje de salida (Velásquez, 2013 e ITALIKA, 2019).

Figura 56. **Posición de tercera marcha en una caja de velocidades de motocicleta**

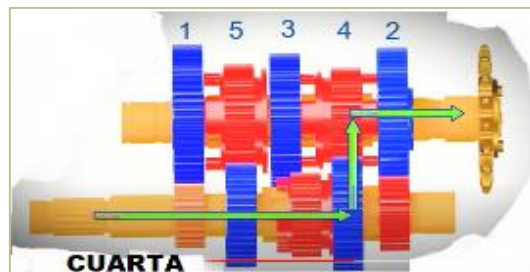


Fuente: Thomas Schewenke (s.f.). *Cómo funciona una caja de cambios de motocicleta ES*. Consultado el 14 de noviembre de 2021. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=aGGzDNKoUws&list=RDCMUCvaDO-HZz3OYDHrICQ9-Xnw&index=1>.

Al pasar a tercera, el engranaje estriado 4 se desplaza hacia la izquierda hasta que sus dientes de perro encajan en el engranaje loco No. 3.



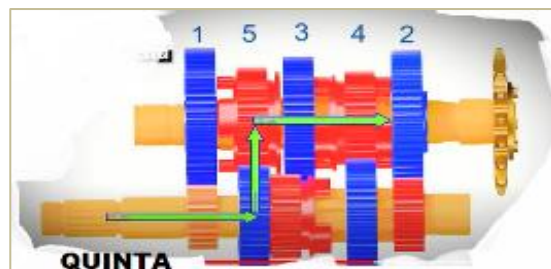
Figura 57. **Posición de cuarta marcha en una caja de velocidades de motocicleta**



Fuente: Thomas Schewenke (s.f.). *Cómo funciona una caja de cambios de motocicleta ES*. Consultado el 14 de noviembre de 2021. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=aGGzDNKoUws&list=RDCMUCvaDO-HZz3OYDHrICQ9-Xnw&index=1>.

Cuando se activa cuarta, el engranaje loco 4 se desplaza a su posición original y el engranaje estriado 3 se desplaza a la derecha, encajando con el engranaje loco 4, que al estar engranado con su semejante acanalado

Figura 58. **Posición de quinta marcha en una caja de velocidades de motocicleta**



Fuente: Thomas Schewenke (s.f.). *Cómo funciona una caja de cambios de motocicleta ES*. Consultado el 14 de noviembre de 2021. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=aGGzDNKoUws&list=RDCMUCvaDO-HZz3OYDHrICQ9>.

El engranaje acanalado 3 se desplaza hacia el extremo opuesto, encajando con el engranaje loco 5, logrando así la transmisión de potencia hacia el eje secundario.

Los conjuntos de engranajes y ejes similares al aquí tratado, se llaman “Transmisión de toma continua”, porque todos los engranajes están acoplados entre si siempre. Debe tomarse en cuenta, que, en cada uno de los movimientos anteriores, hay un punto en el que el engranaje que se desliza, pasa por su posición original antes de ir a la siguiente marcha, es decir, pasa por la posición de neutro con cada movimiento (Velásquez, 2013 e ITALIKA, 2019).

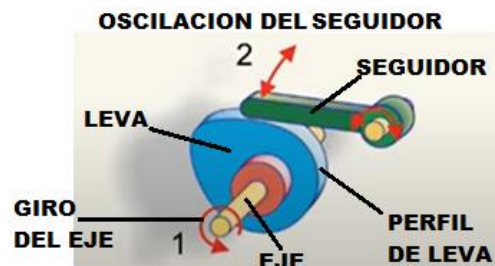
Mientras más tiempo permanezca la caja en posición de neutro, menor será la eficiencia de la transmisión, ya que, si se recuerda, en neutro no se transmite potencia. Para minimizar este tiempo, se aplica un elemento de máquinas denominado “Mecanismo retenedor de marchas”, y su forma, sirve para evitar que el rodillo descansa en la posición de neutro por cada movimiento y que es una variación de elemento de máquinas que se aborda a continuación (Velásquez, 2013 y ITALIKA, 2019).

### **3.3. Levas**

Una leva es un elemento mecánico que sirve para impulsar por contacto directo otro elemento para que realice un movimiento específico.

Usualmente la leva es un disco con un perfil externo parcialmente circular, tallado en un eje y el operador móvil se llama seguidor, destinado a seguir las variaciones del perfil de la leva cuando ésta gira, es decir, convierte un movimiento circular en uno rectilíneo u oscilante. Resultan ser fáciles de construir y su costo de producción es bajo.

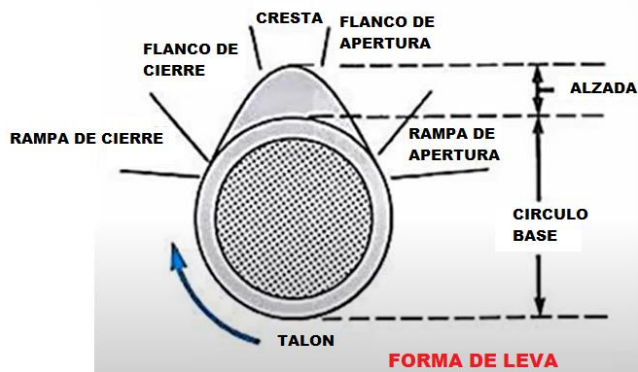
Figura 59. **Componentes generales de un mecanismo de leva y seguidor**



Fuente: DISEÑO (2018). *Mecanismo de Leva*. Consultado el 10 de septiembre de 2021.  
 Recuperado de <https://diseno336107169.wordpress.com/levas/>.

Esencialmente en el perfil de las levas se pueden diferenciar las siguientes regiones:

Figura 60. **Partes de una leva**



Fuente. Google Site (s.f.). *Leva*. Consultado en septiembre 2021. Recuperado de <https://sites.google.com/site/sergio1mecatronica/home/elementos-de-maquinas/7leva>.

El círculo base, es la circunferencia elemental de la leva, en su centro se sitúa el punto sobre el cual los demás son concéntricos. El talón es la parte de la

leva que tiene forma circular, en el recorrido del seguidor, esta marca el periodo en el que este no realiza ninguna acción. Las rampas de cierre y de apertura son las regiones en las cuales el seguidor va cerrando o abriendo respectivamente (Velásquez, 2013).

Los flancos de cierre y apertura, son las áreas en las cuales el seguidor llega del punto muerto inferior al superior, y en sentido contrario. La cresta, es la parte de máxima altura que alcanzara el seguidor. Hay varios tipos de leva, y en las motocicletas en general se utilizan para importantes funciones, las más notorias son:

El mecanismo retenedor de marcha mencionado arriba, que no es más que una leva con forma de estrella, que aunque no tiene un movimiento circular continuo, gira cuando se acciona el pedal de cambios por medio del mecanismo de trinquete conectado a él, convirtiendo el movimiento rotacional en movimiento rectilíneo en un seguidor, que recorre las crestas y los valles de la estrella. Cada cresta corresponde a la condición neutral.

El seguidor es incapaz de estancarse en estas crestas, evitando que los engranajes se queden en posición neutral, y se desliza a los valles, que corresponden a la marcha elegida. Una de las crestas tiene una muesca, en la que el seguidor se estanca en la posición neutral, justo entre la primera y segunda marcha (Velásquez, 2013).

Figura 61. **Mecanismo retenedor de marcha**



Fuente: Thomas Schewenke (s.f.). *Cómo funciona una caja de cambios de motocicleta ES*. Consultado el 14 de noviembre de 2021. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=aGGzDNKoUws&list=RDCMUCvaDO-HZz3OYDHrICQ9-Xnw&index=1>.

El conjunto del tambor de cambios constituye un tipo de leva, que es un eje con una ranura tallada en su cuerpo, y las horquillas, que son los seguidores, tienen un recorrido determinado por la forma de la ranura.

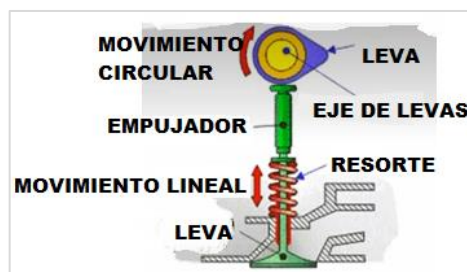
Figura 62. **Mecanismo tipo rodillo y seguidor**



Fuente: Thomas Schewenke (s.f.). *Cómo funciona una caja de cambios de motocicleta ES*. Consultado el 14 de noviembre de 2021. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=aGGzDNKoUws&list=RDCMUCvaDO-HZz3OYDHrICQ9-Xnw&index=1>.

El eje de levas del motor es la aplicación más importante de este tipo de mecanismo en la motocicleta. Cuando se trató el funcionamiento del motor de combustión interna, se escribió sobre el ingreso de la mezcla de aire y gasolina, y la salida de gases residuales de combustión, y como esta entrada y salida se da a través de las válvulas de admisión y escape. El eje de levas es el mecanismo que se encarga de abrir y cerrar las válvulas.

Figura 63. **Descripción del funcionamiento de una de las levas del eje de levas al abrir o cerrar una de las válvulas**



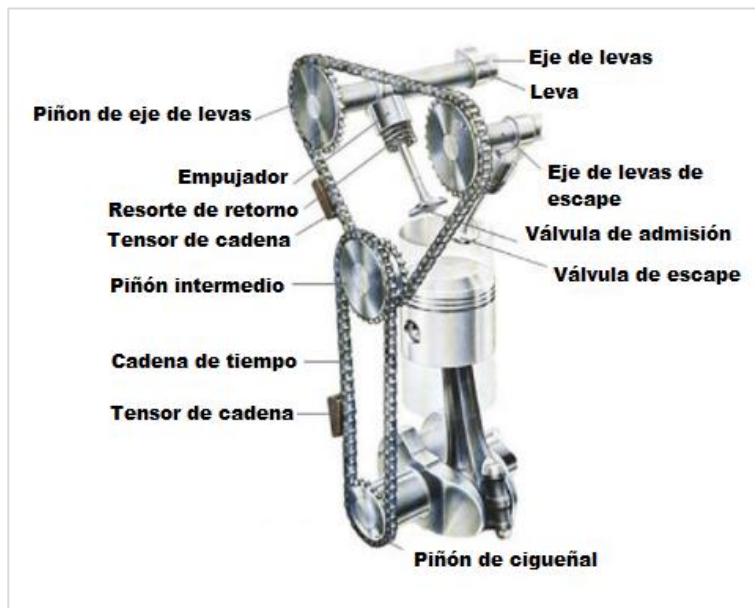
Fuente: DISEÑO (s.f.). Levas. Consultado en septiembre 2021. Recuperado e <https://diseno336107169.wordpress.com/levas/>.

Aunque en la realidad el conjunto es más complicado, en la figura se muestra como al girar el eje de levas, la leva empuja el seguidor hacia abajo, abriendo la válvula y permitiendo que entre o salga la mezcla y los gases antes mencionados en sincronía con el movimiento del pistón, logrando así los cuatro tiempos o ciclos del motor.

En la práctica, existen dos tipos de motores definidos por la forma en la que se activan sus válvulas:

OHC, o eje de levas sobre el cabezal, en el que el eje de levas se encuentra en la culata, y por medio de una cadena se conecta con el cigüeñal, que a su vez lo vincula con el pistón.

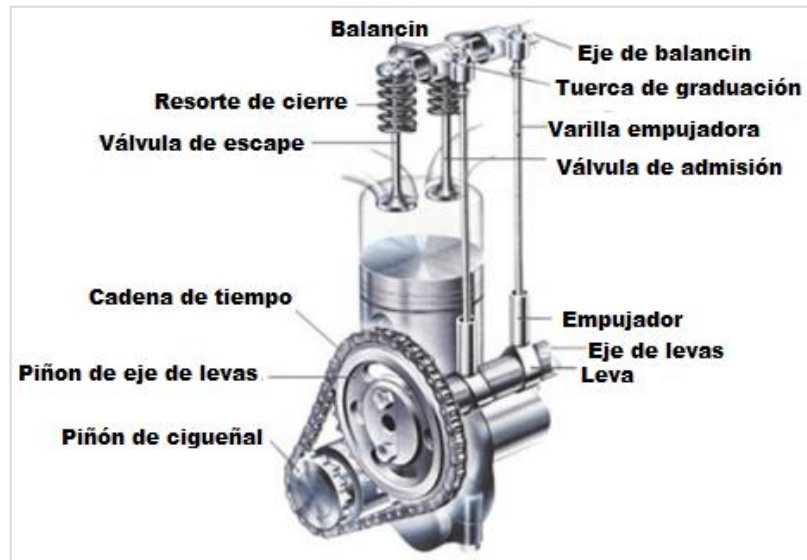
Figura 64. **Motor con eje de levas sobre el cabezal**



Fuente: DISEÑO (s.f.). *Levas*. Consultado en septiembre 2021. Recuperado de <https://diseno336107169.wordpress.com/levas/>.

OHV, en el que el eje de levas está conectado directamente con el cigüeñal a través de un engranaje. Al no estar en la culata, para operar, las válvulas que se hallan en la parte superior, requieren varillas de empuje y balancines (Velásquez, 2013).

Figura 65. **Motor con válvulas sobre el cabezal**



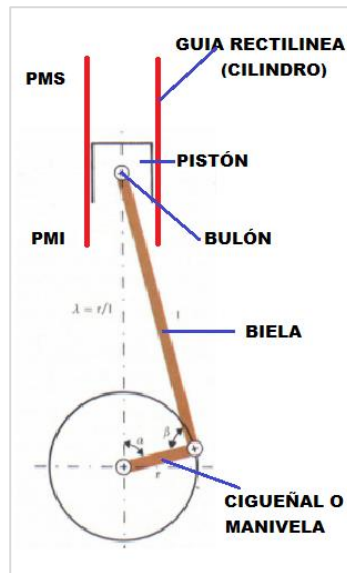
Fuente: Anónimo (2017). *Presentación Qué es un MIC*, diap.10.

### 3.4. **Mecanismo biela manivela**

El mecanismo de biela manivela tiene la función de transformar un movimiento giratorio en uno rectilíneo alternativo y viceversa. Este se aplica en todas las maquinas alternativas de pistón, tanto en los motores combustión interna, como en bombas y compresores. Este mecanismo si permite retro impulsión, es decir, el movimiento lineal puede ser transformado a circular y viceversa (Anónimo, 2017).



Figura 66. **Mecanismo biela manivela**



Fuente: Anónimo. (2017). *Presentación Qué es un MIC*. Diap. 17.

Está constituido por una parte giratoria, o manivela, y una guía cilíndrica o pistón, unidos mediante una biela. La función principal de la biela es soportar los esfuerzos causados por la acción de transformar el movimiento giratorio en lineal (Anónimo, 2017).

La figura muestra, la manera en la que está conformado el mecanismo. El cigüeñal constituye la manivela, pieza que tiene movimiento exclusivamente rotacional; el cilindro constituye la guía rectilínea que equilibra los esfuerzos laterales que se crean a causa de la distinta dirección de la fuerza que actúa sobre el pistón, que es vertical; la biela soporta un movimiento compuesto rotacional y rectilíneo, y debe tener características metalúrgicas para soportar además de estos esfuerzos, el esfuerzo térmico al estar en contacto directo con la combustión (Anónimo, 2017).

## 4. TRANSMISIÓN DE POTENCIA

### 4.1. Fajas y cadenas

Uno de los sistemas de transmisión por correas es un tipo de transmisión mecánica, basado en la unión de dos o más ruedas en movimiento de rotación, por medio de una cinta o correa continua, suministrando energía desde la rueda motriz.

Estas fundamentan su funcionamiento en la fuerza de fricción ejercida entre la faja y la rueda motriz. Generalmente están hechas de goma y se pueden clasificar en trapezoidales y planas, pero en las motocicletas y más específicamente en las motocicletas automáticas, o llamadas comúnmente motonetas, se utilizan las trapezoidales. Estas se dividen en tres grupos, designados por el tipo de dentado con que cuentan (Nieto, López y Galvis, 2013).

- Dentado simple, que es el que se utiliza en las motonetas
- Dentado doble, en transmisiones de eje doble, para cuatrimotos
- Dentado avanzado. Del tipo especial en el que se incrusta en el perfil en V, compuestos musculares en forma de H, que eliminan casi por completo el deslizamiento.

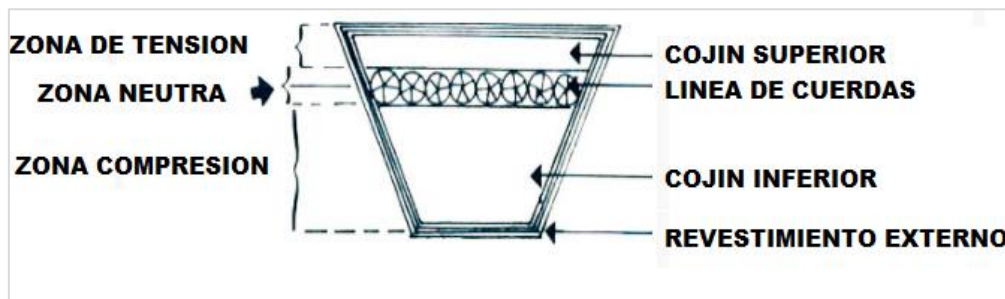
Este tipo de transmisión de potencia entre ejes presenta varias ventajas, entre las cuales se encuentran:

- No es necesario darle mantenimiento continuo

- Son más silenciosas y no vibran
- Son más baratas y ligeras
- Mayor vida útil que las cadenas

Como inconvenientes se tiene únicamente que no son aptas para motocicletas de gran potencia, motores de gran capacidad de tracción o de uso muy intensivo. Para motocicletas cuyos requerimientos de los tres anteriores aspectos es mínima, se puede decir que presenta más ventajas que desventajas (Nieto, López y Galvis, 2013).

Figura 67. **Sección de una faja de transmisión de motoneta**



Fuente: Repositorio. *Elemento de maquinas. montaje de poleas y correas en V*. Consultado en octubre de 2021. Recuperado de [https://repositorio.sena.edu.co/sitios/elementos\\_maquinas/vol6/volumen06.html#](https://repositorio.sena.edu.co/sitios/elementos_maquinas/vol6/volumen06.html#).

La zona de tensión es un cojín de goma que absorbe los esfuerzos de tracción durante la flexión de la faja.

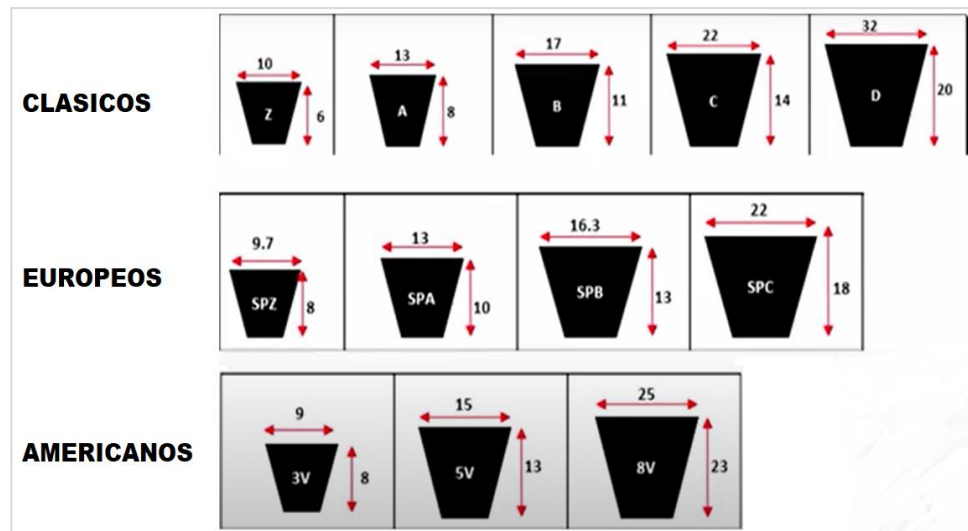
La zona neutra es la sección de la faja en la parte central, formada por una o varias líneas de cuerdas inextensibles, dotadas de mucha resistencia, que tienen por objeto resistir cualquier elongación. Al estar en la parte de en medio,

no es afectada por los esfuerzos de tracción o compresión cuando la faja se flexiona en las ranuras de la polea (Nieto, López y Galvis, 2013).

La zona de compresión es el cojín inferior, formado por una goma del tipo que le proporciona una rigidez lateral necesaria para absorber los esfuerzos de compresión durante la flexión de la correa alrededor de la polea. Las correas en V se construyen de diferentes tamaños y longitudes para satisfacer las necesidades de potencia y velocidad. Normalmente, su tamaño viene definido por su ancho y espesor (Nieto, López y Galvis, 2013).

Los perfiles más utilizados son:

Figura 68. **Clasificación de las correas de transmisión**



Fuente: Repositorio. *Elemento de maquinas. montaje de poleas y correas en V*. Consultado en octubre de 2021. Recuperado de

[https://repositorio.sena.edu.co/sitios/elementos\\_maquinas/vol6/volumen06.html#](https://repositorio.sena.edu.co/sitios/elementos_maquinas/vol6/volumen06.html#).

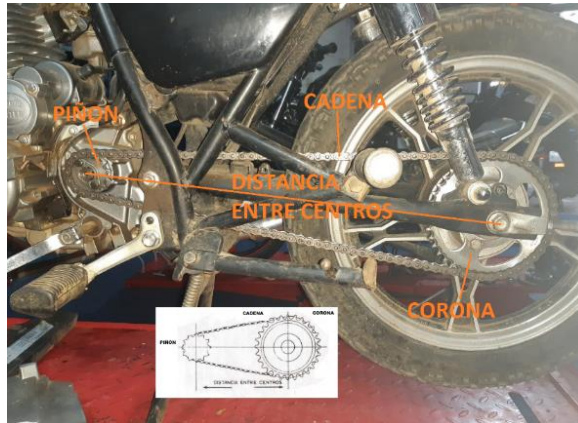
Cuando las correas son dentadas, se agrega una X a la denominación.

Otra forma de transmisión de potencia entre ejes que están separados entre sí por distancias para las cuales se debería usar una cantidad poco práctica de engranajes, y donde no es permisible el deslizamiento, es el mecanismo de cadena y piñón, cuyo funcionamiento está basado en el engrane de los eslabones de la cadena con los dientes de los piñones mientras estos giran (Nieto, López y Galvis, 2013).

En la práctica, aunque presentan una eficiencia de transmisión de potencia de alrededor del 97 %, y sincronismo de giro entre ejes también muy elevado, el plegado que sufren los eslabones al acoplarse con los dientes, y el roce de las articulaciones, producen pérdida de potencia y desgaste (Nieto, López y Galvis, 2013).

En las motocicletas, se utilizan para transmitir la potencia del motor a la rueda trasera, que es la que tiene la tracción, habiendo pasado por la caja de cambios. Este mecanismo consta de una cadena de rodillos, y dos ruedas dentadas, llamadas piñones (Nieto, López y Galvis, 2013).

Figura 69. **Sistema de transmisión de potencia de cadena de tracción**



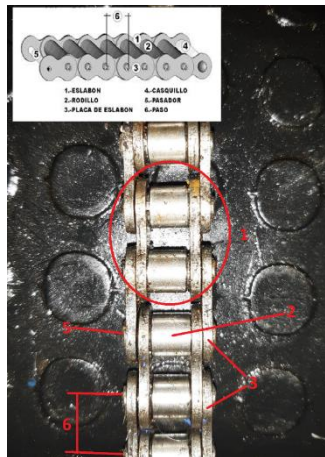
Fuente: ITALIKA (2022). *Mecanismo de cadena y de piñón*. Consultado en octubre de 2022.  
Recuperado de [www.ITALIKA.com](http://www.ITALIKA.com).

La figura muestra un mecanismo de cadena y piñón utilizado en las motocicletas. Usualmente, el piñón mayor es conocido como corona.

Se pueden montar en aplicaciones de transmisión simple o compuesta, justo como se observó que se puede hacer con los engranajes: la transmisión compuesta consta de varias ruedas dentadas en cada eje, pudiendo así proporcionar distintas velocidades de rotación y torque. Si se habla específicamente de las cadenas de tracción, existen distintas normalizaciones que las describen, tales como: DIN, BS, ANSI, ISO,

Existe una gran variedad de clases, calibres, grosores, numero de eslabones, pasos y dientes: con retenes y sin retenes, básicas, reforzadas y súper reforzadas, todas ellas dimensiones importantes a la hora de escoger un conjunto piñones- cadena. El cual se presenta en la siguiente figura. (Nieto, López y Galvis, 2013).

Figura 70. Partes de una cadena de tracción



Fuente: Fuente: ITALIKA (2022). *Mecanismo de cadena y de piñón*. Consultado en octubre de 2022. Recuperado de [www.ITALIKA.com](http://www.ITALIKA.com).

Cada eslabón consta de dos plaquetas con dos agujeros cada una. Existen eslabones exteriores e interiores. En los eslabones exteriores las plaquetas están más separadas entre sí que en los interiores, y van montadas justo por fuera de estas, con los agujeros coincidentes.

Las plaquetas van unidas por pasadores remachados sobre los que hay montados un rodillo, y que forman los arcos de contacto con los dientes de los piñones.

Estos componentes están hechos de aceros con distintos grados de carbono, o tratamiento térmico, siendo los más comunes:

- Placas 40- 50 HRC Aceros medios en Carbono
- Pasadores 50- 65 HRC Aceros cementados

- Rodillos 47- 55 HRC Acero 60

La medida principal es el paso distancia entre pasadores consecutivos, y caracteriza las cadenas que se usan en la práctica. Esta caracterización está plasmada en tablas que se utilizan en la escogencia de la cadena que más se acople a la aplicación tratada, ya que para cada paso normalizado corresponde una velocidad máxima, y potencia definida (Nieto, López y Galvis, 2013).

Los pasos normalizados están para las cadenas utilizadas en motocicletas ITALIKA, se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla V. **Pasos normalizados para cadenas de tracción**

Denominación	Paso (Distancia entre eje de los pines)	Diametro del Diente	Ancho entre placas interiores	Diametro del Pin	Longitud del Pin	Diametro externo eslabon	Espesor de la placa del eslabón	Resistencia a la tracción
	P	d1	b1	d2	L	h2	T	KN
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
25H	6.35	3.3	3.18	2.31	8.88	6.0	1.0	4.9
270H	8.5	5	4.75	3.28	13.15	8.45	1.8	9.9
420	12.7	7.77	6.25	3.96	14.9	12.0	1.5	16.2
420H	12.7	7.77	6.25	3.96	15.0	12.0	1.55	17.4
428	12.7	8.51	7.75	4.45	16.7	11.8	1.6	18.9
428H	12.7	8.51	7.75	4.45	18.7	11.8	2.03	20.8
520	15.875	10.16	6.25	5.08	17.5	15.09	2.03	26.7
520H	15.875	10.16	6.25	5.08	18.9	15.09	2.42	28.1
530	15.875	10.16	9.4	5.08	20.7	15.09	2.03	26.7
530H	15.875	10.16	9.4	5.08	22.1	15.09	2.42	28.2

Fuente: ITALIKA (2022). *Mecanismo de cadena y de piñón*. Consultado en octubre de 2021.

Recuperado de [www.ITALIKA.com](http://www.ITALIKA.com).

Puede notarse que los pasos son pequeños, condición que proporciona gran precisión y reduce las cargas dinámicas. Cabe mencionar que los



requerimientos de lubricación, así como el desgaste, son altos, por lo que la vida útil es corta relativamente (Velásquez, 2013).

La vida útil de una cadena se puede evaluar con la siguiente ecuación:

$$\text{Vida útil} = \frac{\text{Longitud teórica} - \text{Longitud nominal}}{\text{Longitud nominal}} * 100$$

Y éste debe ser menor que 1.5, o se interpreta como que la vida útil de la cadena se ha excedido

Para calcular la longitud de una cadena de rodillos se utiliza las siguientes expresiones:

$$L = 1.57(D + d) + 2C + \frac{(D - d)^2}{4C} \quad (\text{mm o plg})$$
$$L = \frac{Z1 + Z2}{2} \cdot P + \frac{2C}{P} \quad (\text{numero de eslabones})$$

Donde:

- L = Longitud de la cadena de rodillos
- D = Diámetro primitivo de la polea conductora
- d = Diámetro de la polea conducida
- C = Distancia entre centros
- Z1 = Número de dientes de la polea conductora
- Z2 = Número de dientes de la polea conducida

Para las cadenas de rodillos, el diámetro primitivo se puede calcular así:

$$Dp = \frac{Z * P}{\pi}$$

Donde:

- Dp = Diámetro primitivo
- Z = Numero de dientes
- P = Paso de la cadena

Como norma general, la velocidad lineal de la cadena, y de la rueda, viene expresada en función de su velocidad angular, y su diámetro primitivo.

$$Vb = \frac{Dp * \omega}{2}$$

Donde Dp es el diámetro primitivo, y  $\omega$  la velocidad angular. Debido al efecto poligonal, la proyección horizontal de la velocidad en determinado punto de la cadena varia a lo largo del arco de engrane. Esta variación se hace menor cuanto mayor es el número de dientes (Velásquez, 2013).

La potencia transmitida por la cadena es función de la fuerza útil obtenida de la cadena, y su velocidad lineal promedio.

$$P = Fu * v$$

Cuya velocidad lineal asociada es:

$$V = \frac{Dp * \omega}{2}$$

Para el cálculo práctico y diseño de las cadenas, se utilizara la potencia corregida  $P_c$ , obtenida a partir de la potencia transmitida  $P$  afectada por una serie de coeficientes que toman en cuenta distintos aspectos del montaje y uso de la cadena.

$$V_b = K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * P$$

$$K_1 = \frac{19}{z}$$

Para aumentar la vida útil de las cadenas, se requiere proporcionar mantenimiento, que básicamente consiste en limpiarla y lubricarla. Se limpia cualquier tipo de impureza que se encuentre entre las comisuras de sus componentes. De no hacerse, estas impurezas pueden causar desgaste por rozamiento con el material de la cadena, propiciando vibración, ruido, y desgaste progresivo.

Para minimizar la cantidad de impurezas que puedan ingresar a la cadena, se debe realizar un régimen de lubricación en ella. Existen varias formas de lubricación:

- Baño o disco: en la que la parte inferior de la cadena se sumerge en aceite, como es el caso del baño; o en la que el aceite se deposita en la parte superior posteriormente a haber sido recogida por un disco.
- Lubricación por goteo: cuando se instala un dispositivo que dosifica el aceite en forma de gotas, depositadas en los extremos de las placas.
- Lubricación a chorro: en la cual se aplica el lubricante a presión, utilizando una bomba.
- Lubricación manual, que consiste en la limpieza y lubricación aplicada periódicamente por un técnico. Normalmente se da en cada

mantenimiento general, pero se recomienda repetir lo más seguido que sea posible, como es sabido, la cadena en una motocicleta se ve expuesta a todo tipo de efectos adversos causados por el clima o el ambiente: lluvia, polvo, lodo, entre otros. La recomendación es realizar este procedimiento cada dos semanas, si el uso es frecuente, o cada mil kilómetros, si este no lo fuera (TRITECH, 2018).

Cabe mencionar que los lubricantes especiales para cadena de transmisión cuentan con aditivos que prevén esta situación, y que proporcionan impermeabilidad, adhesión y alta penetración en la cadena, y garantizan que va a permanecer por más tiempo (TRITECH, 2018).

#### **4.2. Frenos y embragues**

Un freno es un dispositivo mecánico que transforma energía mecánica en calor mediante el uso de la fricción entre dos elementos que se mueven relativamente en sentido contrario, y son importantes, porque de su buen funcionamiento depende el evitar percances que pueden atentar en contra de la integridad de los pasajeros. La capacidad de detener la motocicleta en forma rápida y segura puede librar de colisiones con otros vehículos, personas o cualquier obstáculo en la carretera (Velásquez, 2013).

En las motocicletas, se utilizan dos tipos de freno:

- Freno de tambor
- Freno de disco

Aunque el principio básico es el mismo, se diferencian entre sí por su accionamiento. Los frenos de tambor normalmente se accionan por un cable, que

al jalarse acciona un pivote que varía la apertura entre zapatas; y los de disco, mediante un sistema neumático (Velásquez, 2013).

Los frenos de tambor tienen dos zapatas semicirculares que presionan contra la superficie interna de un tambor metálico que gira con la rueda. De hecho, en la mayoría de casos, este forma la parte central de la rueda. Las zapatas están montadas sobre un panel sujeto usualmente al amortiguador o a la funda del eje para que no gire (Velásquez, 2013).

Cuando el conductor acciona ya sea el pedal de freno, o la manecilla de freno, la varilla de freno, o el cable, abre uno de los extremos en donde se unen las zapatas mientras pivotean sobre un punto común en el otro extremo, causando que se presionen contra el tambor (Velásquez, 2013).

Las partes principales del freno de tambor son:

- Tambor. También conocido como campana. Fundamentalmente es un receptáculo en cuyo interior se encuentra la pista de frenado sobre la cual rozan las zapatas.
- Portazapatas: son el elemento sobre el que se anclan las zapatas, van fijadas sobre ellas mediante un punto fijo rotatorio, y otro punto móvil, que las abre al accionar la palanca de freno.
- Zapatas. Constan de una base metálica sobre la cual esta adherido o remachado un forro de fricción, encargado de rozar la pista para posibilitar el frenado.

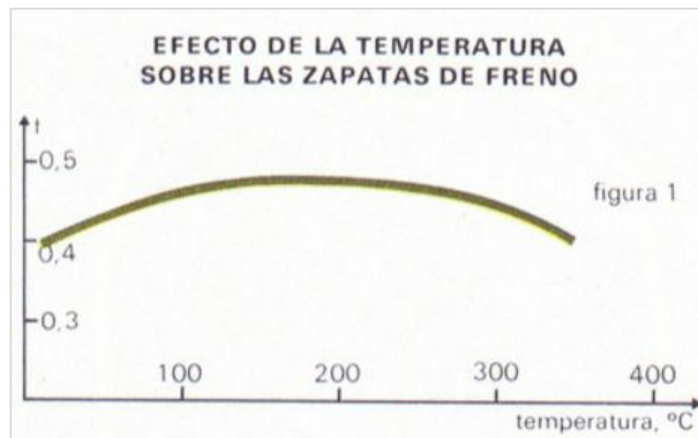
En las motocicletas, se utilizan frenos de dos zapatas. Las características que estas deben poseer son: rigidez mecánica para poder desarrollar su cometido con deformaciones mecánicas mínimas, y ligereza, con objeto de

reducir las masas no suspendidas. Están construidas con chapa estampada o fundiciones de aleación de aluminio. Estas últimas actúan igual en caliente que en frío. Los forros tienen menor conductividad térmica, durante el frenado, la parte que presenta mayor calentamiento es el tambor (Velásquez, 2013).

Para obtener un frenado bueno, se requiere un valor elevado de coeficiente de rozamiento entre la zapata y el tambor. Por esto, los forros se construyen de fibras de amianto con partículas metálicas intercaladas y ligantes plásticos (Velásquez, 2013).

El coeficiente de rozamiento entre el tambor y los forros de freno varía con la temperatura según la gráfica. Mientras más alta la temperatura, el coeficiente de rozamiento disminuye sensiblemente.

Figura 71. **Efecto de la temperatura sobre las zapatas de un freno de motocicleta**



Fuente: MOTORGIGA (s.f.). *Efecto de la temperatura sobre las zapatas de freno*. Consultado en octubre de 2021. Recuperado de <https://motorgiga.com>.

Cuando alguna de sus partes empieza a funcionar de forma inadecuada, la zapata empieza a emitir chillidos estridentes al momento de frenar. Estos sonidos se presentan generalmente por las siguientes razones:

- Los resortes se soltaron y empiezan a rozar con la superficie del tambor
- Las pastas están en su punto mínimo, permitiendo el roce metal con metal

Los frenos de disco, por su lado, consisten en un disco de hierro fundido que gira con la rueda, y una mordaza o cáliper montada en la suspensión delantera que presiona las pastillas de fricción o balatas contra el disco (Velásquez, 2013).

La mayoría tiene pinzas corredizas que se montan de modo que se puedan correr unos milímetros hacia ambos lados, y al activar el freno, la presión hidráulica empuja el pistón dentro de la pinza y presiona una pastilla contra el disco, al mismo tiempo que jala la otra, presionando también el disco (Velásquez, 2013).

Sus componentes son:

- Discos. Existen varios tipos, unos están fabricados de fundición mientras que otros son de acero u otros materiales innovadores como materiales cerámicos. Algunos están rayados, o tienen agujeros que los atraviesan radialmente, para proporcionar ventilación, que ayudan a evacuar el calor producido en la frenada.
- Mordazas. Es el soporte de las pastillas y los pistones de freno. Los pistones están generalmente hechos de hierro dulce y son recubiertos por un cromado. Hay dos tipos de mordazas: flotantes y fijas.

- Las mordazas fijas no se mueven en relación al disco, y utilizan uno o dos pistones que al accionarse presionan las pastillas por los dos lados del disco.
- Las mordazas deslizantes se mueven en relación al disco; un pistón a uno de los lados empuja la pastilla hasta que ésta hace contacto con la superficie del disco, haciendo que la mordaza y con ella la pastilla de freno interior se desplacen, de este modo, la presión es aplicada a ambos lados del disco y se logra la acción del frenado.
- Pistones. Estos cuentan con sellos que impiden el escape de la presión ejercida por el líquido de frenos, a través del cual son accionados. La mordaza lleva un conducto por el cual entra el líquido de frenos y eso hace que la mordaza empuje la pastilla contra el disco, y a la vez que se corra la mordaza para frenar con las dos pastillas y proporcionar un frenado uniforme.
- Pastillas de freno. Estas son los elementos que, debido a su alto coeficiente de fricción, realizan la acción de frenado al rozar con el disco. Se encuentran ubicadas dentro de la mordaza, a ambos lados del disco para que puedan deslizarse alejándose del disco y acercarse al mismo. Una pastilla de freno consiste en una pastilla de material de fricción moldeada a una placa metálica de respaldo, y en muchas se tallan calzas reductoras de ruido. Si alguna de estas se desgasta o se acerca a ese límite, se produce un chillido que indica que deben ser reemplazadas (Velásquez, 2013).

Existen varios tipos de pastillas, definidos por el material del cual están fabricadas sus pastas:



- Cerámicas. Compuestas por cerámica y fibra de cobre
- Orgánicas. Compuestas por materiales comunes como grafito y resinas. Son de la mejor calidad y adherencia al frenar, generan menos calor que las metálicas. Necesitan un rodaje en los primeros kilómetros.
- Semi metálicas. Están compuestas por materiales de fricción como el hierro, la fricción en condiciones de seco y mojado no varían demasiado, por lo que tienen mejor frenada en condiciones de mojado que los otros tipos de pastilla.

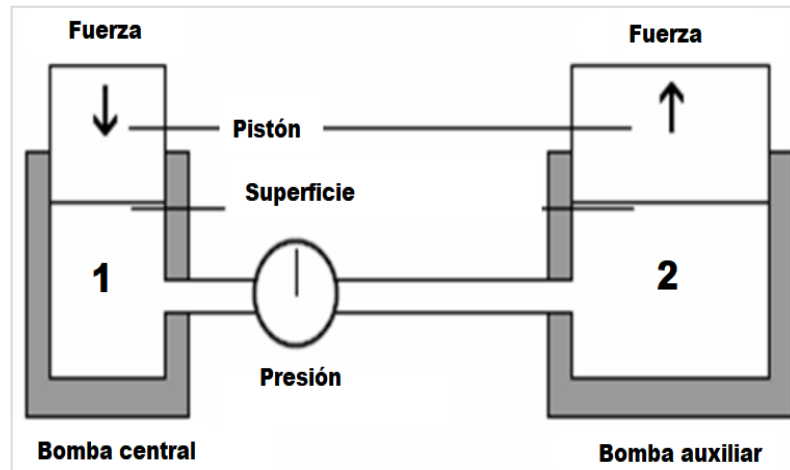
La bomba de freno es la encargada de multiplicar la fuerza que tiene que empujar las pastillas contra el disco. La presión que se genera en un cilindro maestro depende de la fuerza que se aplica sobre el pistón de entrada y la superficie de ese pistón (Velásquez, 2013).

$$Presión = \frac{Fuerza}{Superficie}$$

La superficie del pistón depende de la superficie del embolo, de manera que se puede afirmar que, para una fuerza dada, a menor diámetro de pistón de la bomba, la presión es mayor, y viceversa.

A mayor diámetro, deberá hacerse mayor fuerza para accionar la bomba, pero su recorrido será menor; y a menor diámetro, la fuerza necesaria será menor, pero el recorrido será más largo.

Figura 72. Descripción gráfica del principio de Pascal



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Paint.

$$\frac{F2}{F1} = \frac{A2}{A1}$$

Donde:

- F1 es la fuerza aplicada al pistón maestro
- F2 es la fuerza aplicada al disco
- A1 es el área del cilindro maestro
- A2 es la superficie del pistón de la bomba auxiliar

El sistema de freno de disco tiene varias ventajas:

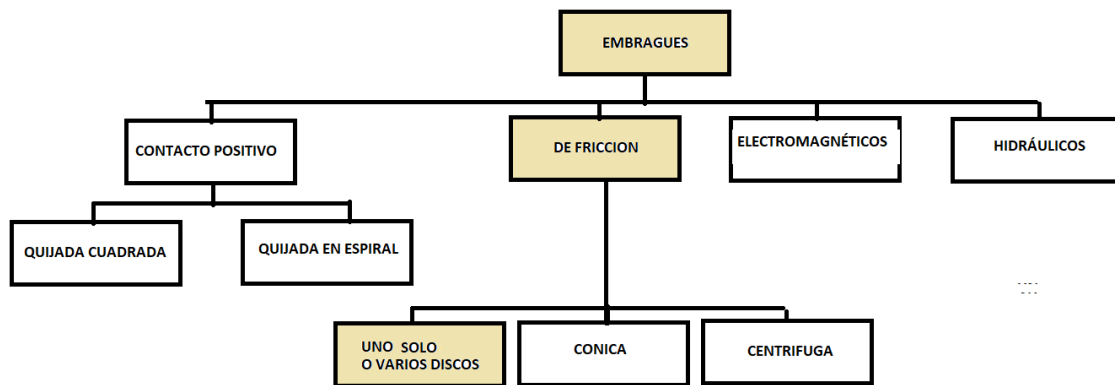
- Se enfrían más rápido por acción del aire circundante, evitando la cristalización de las balatas.

- Cuando el disco se calienta, se expande, volviéndose más grueso, aumentando la presión contra las pastillas.
- Tienen mejor frenado en condiciones adversas, cuando el rotor desecha agua y polvo por la acción centrifuga.
- Por otra parte, tienen la desventaja de que, por su tamaño, se desgastan más rápido, y las fallas principales pueden ser:
  - Alabeo, que se produce por un sobrecalentamiento en el disco, y se manifiesta como vibración al frenar. Para evitarlo, se aconseja utilizar inteligentemente el motor, compresionando conforme se vaya necesitando, dosificando así el uso continuo del freno.
  - Rotura, que se da cuando se presentan grietas entre los agujeros de ventilación.
  - Rayado. Que es producido cuando las pastillas no están bien instaladas, son de material más duro que el disco, o no se cambian las pastillas a tiempo, frenando metal con metal.
  - Cristalización: las pastillas de cristalizan cuando al momento de frenar, las pastillas generan una mayor temperatura, causando que la resina que contiene la fricción se vuelva líquida y suba a la superficie, formando una capa que evita el rozamiento y la abrasión entre ambos elementos, pudiendo aparecer micro fisuras. La cristalización es una señal de que los frenos fueron abusados y por tanto recalentados (Velásquez, 2013).

Otro mecanismo que hace uso de la fricción para actuar, es el embrague. Este normalmente se utiliza para el acople de ejes, sin que se detenga el motor, y básicamente lo que hace es desacoplar el eje del cigüeñal y el primario de transmisión, para poder hacer los cambios de marcha.

En el constante cambio de velocidades, los engranajes que se mueven entre si necesitan que se desconecte temporalmente el par motor proporcionado por el eje del cigüeñal, de la transmisión. Esto se logra desplazando los engranajes según el número de dientes, por tanto, cambiando también la fuerza que se transmite (Velásquez, 2013).

Figura 73. **Clasificación de los embragues**

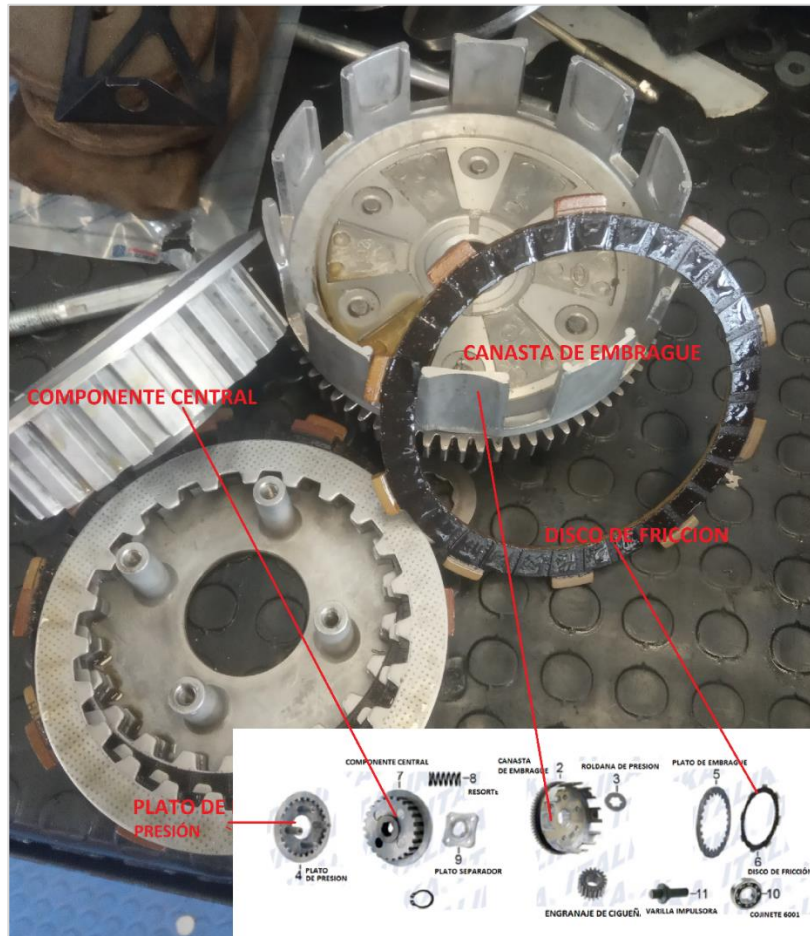


Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

En las motocicletas el conjunto de embrague se encuentra sumergido en el aceite del motor, la cual proporciona refrigeración, obteniendo una mayor vida útil, así como un funcionamiento que se traduce en una conducción más cómoda y eficiente.

Se utilizan los embragues de fricción, de varios discos, cuyos componentes son los siguientes:

Figura 74. Componentes del embrague de una motocicleta

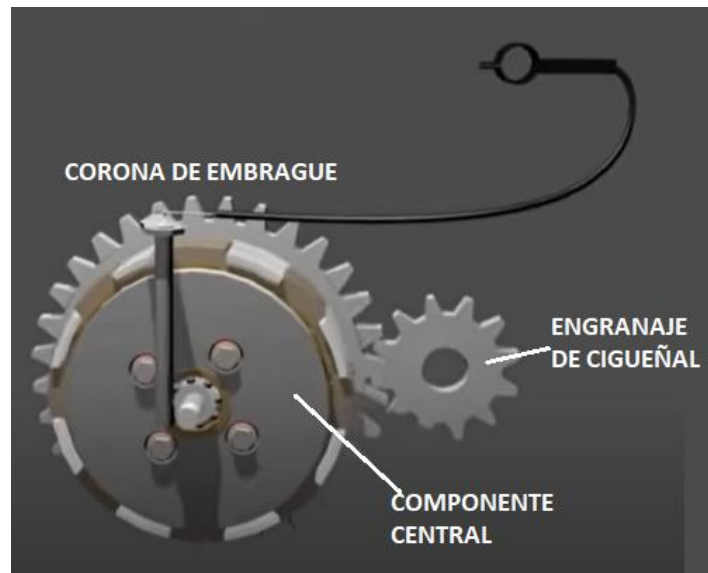


Fuente: ITALIKA (2021). *Embrague de motocicleta*. Consultado en octubre de 2021.

Recuperado de [www.ITALIKA.com](http://www.ITALIKA.com).

El engranaje de cigüeñal está integrado a uno de los extremos del cigüeñal, y gira a la misma velocidad que éste. Este piñón está engranado con la corona de embrague, que es el engranaje que, remachado al tambor de embrague, forman la canasta de embrague. La corona está montada sobre el eje primario de transmisión, pero no está engranada a él.

Figura 75. **Componentes de la canasta de embrague**



Fuente: Abraham Moya (2019). *Funcionamiento del embrague*. Consultado en octubre de 2021. Recuperado de [https://www.youtube.com/watch?v=\\_wlw-Gf7sZU](https://www.youtube.com/watch?v=_wlw-Gf7sZU).

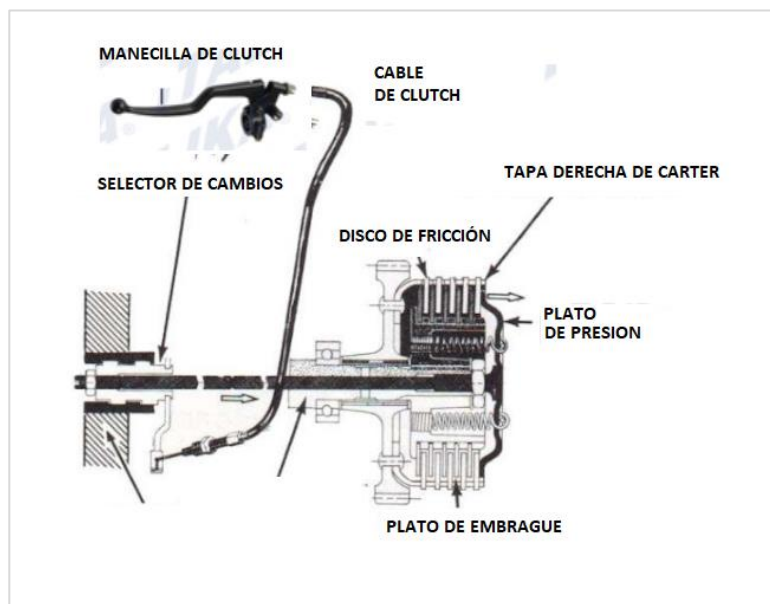
El plato de presión va en el centro de la corona del embrague, solidario con el eje primario de transmisión. Engranando con él mediante sus acanaladuras internas (Moya, 2014).

Los platos de embrague poseen un dentado en el perímetro de su agujero interno, y acoplan con el plato de presión. Tienen dos caras bien diferenciadas entre sí: una perfectamente lisa, y la otra con una concavidad especial de fricción. Son llamados también discos conducidos.

Los discos de fricción están contruidos con materiales de asbesto o corcho por ejemplo, y poseen un dentado en forma de aleta en su borde externo. Estas aletas encajan con las almenas del tambor de embrague y giran solidarios

con él. Tienen unas ranuras que permiten la circulación de aceite, lo cual evita que se recalienten con la fricción y puedan llegar a fundirse o cristalizarse. Debe procurarse la mejor circulación de aceite posible (Moya, 2014).

Figura 76. **Accionamiento del embrague de una motocicleta**



Fuente: Kondor Moto (2022). *Tipo de embrague en motos*. Consultado en octubre de 2022. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=nHcvFz1qFpg>.

Cuando la manecilla no se está accionando, los resortes oprimen los discos entre sí, acoplando los ejes del cigüeñal y primario de transmisión. Cuando la manecilla se aprieta, o desembraga, los resortes dejan de ejercer presión sobre el conjunto de discos, y estos se separan entre sí, dejando de transmitir potencia al eje de transmisión primario (Kondor, 2021).

El plato separador es por tanto fundamental en este conjunto, es el encargado de comprimir fuertemente los discos conductores y conducidos para que el embrague actúe como unidad (Kondor, 2021 y Velásquez, 2013).

En las motocicletas automáticas, o motonetas, se utilizan los embragues centrífugos de zapatas, cuya principal característica es que el embrague se hace automáticamente conforme se va aumentando la velocidad (Kondor, 2021 y Velásquez, 2013).

El embrague centrífugo aprovecha la fuerza centrífuga para transmitir un movimiento al sobrepasar una velocidad determinada, extendiendo unas zapatas contra una campana. Actúa como un disco de fricción que responde a la velocidad del motor (Kondor, 2021 y Velásquez, 2013).

Está formado por un variador, una faja y una polea. El variador es quien produce la fuerza motriz obteniéndola directamente del motor; la faja la transmite hacia la polea y ésta, hacia la salida en la rueda trasera (Kondor, 2021 y Velásquez, 2013).

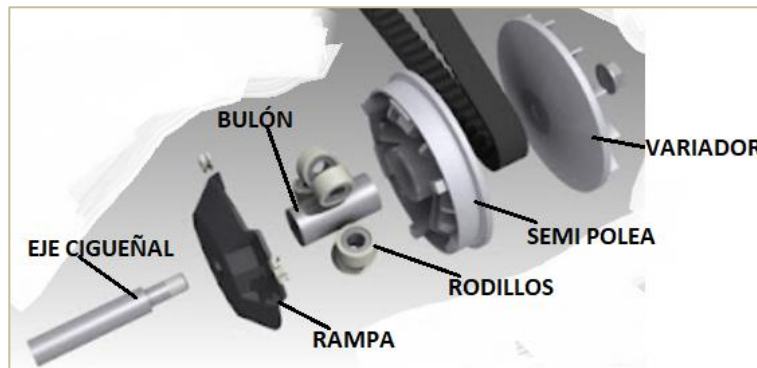
El funcionamiento del conjunto de transmisión consiste en el cambio de los diámetros del variador y el conjunto de embrague con el aumento o disminución de la velocidad con que gire el motor (Kondor, 2021 y Velásquez, 2013).

El variador es una pieza que consta de tres platos: el más externo que tiene unas aspas que refrigeran el conjunto por circulación de aire, y que va adaptado al eje del cigüeñal; el plato móvil o semipolea móvil, que contiene unos rodos; y el plato interno o rampa, sobre la cual, por fuerza centrífuga, los rodos pueden desplazarse radialmente, abriendo o cerrando el plato móvil en dirección



axial, logrando que el diámetro sobre el que desliza la faja sea mayor o menor (Kondor, 2021 y Velásquez, 2013).

Figura 77. **Embrague centrífugo o automático**



Fuente: Kondor Moto (s.f.). *Tipo de embrague en motos*. Consultado en noviembre de 2021. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=nHcvFz1qFpg>.

### 4.3. Tornillos de potencia

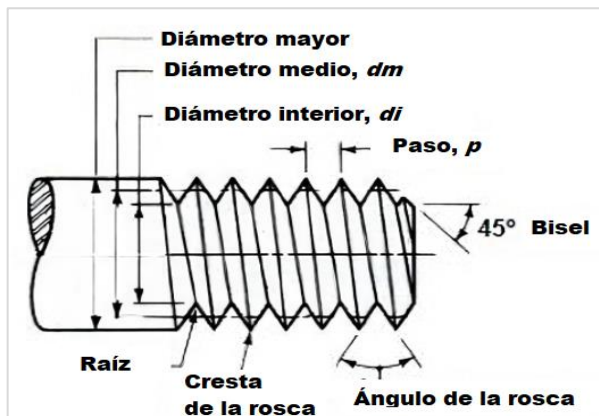
Uno de los componentes más utilizados en el diseño de todo tipo de estructuras y de máquinas, son los tornillos, los cuales, según su aplicación, pueden ser clasificados en dos grandes grupos:

- Tornillos de sujeción, que se utilizan para unir o asegurar dos o más partes estructurales. Estas partes estructurales pueden ser desde el chasis de la motocicleta, las uniones de las piezas que conforman el motor, hasta los utilizados en las instalaciones mecánica, eléctrica y neumática del taller.
- Tornillos de potencia. Son mecanismos de amplificación de fuerza cuyas aplicaciones principales son tres:

- Se puede amplificar la fuerza de una unidad motriz, como el giro de la manivela de una prensa de banco
- Se puede convertir un movimiento giratorio en movimiento lineal, como se da en el mecanismo que fija las llantas delanteras de las motocicletas a las rampas de trabajo
- Se puede tener una medida lineal muy exacta mediante el ángulo de giro que se le dé al tornillo axialmente, como es necesario en la aguja de graduación de paso de aire en un carburador (Studylib, 2013).

El elemento que distingue a los tornillos en general, es la rosca, y las distintas dimensiones de esta tienen nombres que vale la pena conocer:

Figura 78. **Dimensiones de la rosca de un tornillo**



Fuente: STUDYLIB (2013). *Elementos roscados*. Consultado en octubre de 2021.

Recuperado de <https://studylib.es/doc/71464/roscas-y-tornillos>.

El diámetro efectivo es el diámetro de un cilindro imaginario coaxial al tornillo que corta la rosca a tal altura que la anchura de la rosca es igual al espacio

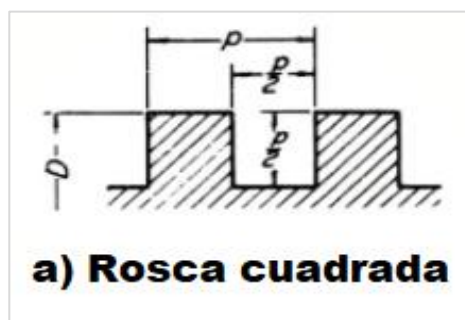
libre. El paso, es la distancia medida paralelamente al eje desde un punto de un hilo de rosca, al punto correspondiente del hilo adyacente (Studylib, 2013).

El diámetro mayor, es el diámetro del cilindro imaginario del tornillo sin que se haya tallado una rosca en él, que correspondería a la altura de las crestas de la rosca. El diámetro menor, es el del cilindro imaginario que pasa por las raíces de la rosca.

Existen tres tipos de tornillos de potencia, clasificados por su tipo de rosca:

- Rosca cuadrada. Se utiliza principalmente en mecanismos de transmisión de movimiento. Por su simplicidad, es fácil de calcular, pero en la práctica se dificulta el maquinado de las esquinas a 90°.

Figura 79. **Tornillo de rosca cuadrada**

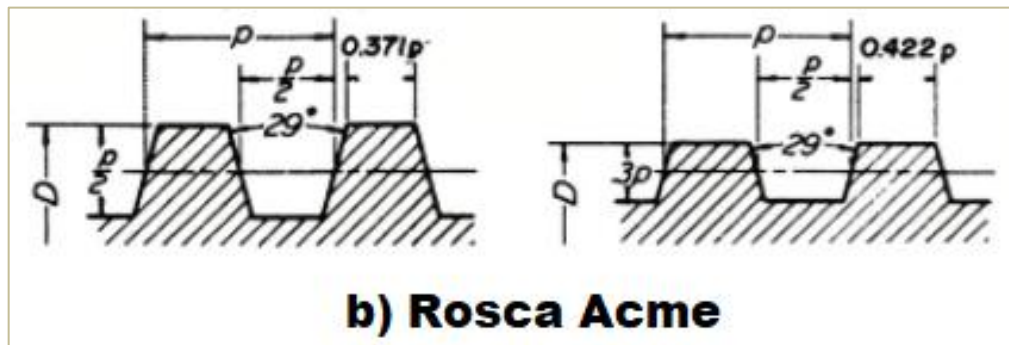


Fuente: Diseño Mecánico para Ti (2015). *Tipos de roscas y cuerdas para tornillos tipos de cuerdas más comunes*. Consultado en octubre de 2021. Recuperado de [2021https://www.youtube.com/watch?v=pikvdfioG4g](https://www.youtube.com/watch?v=pikvdfioG4g).

- La rosca Acme, es una rosca cuadrada en la que se han suavizado las esquinas, eliminando la dificultad presentada al construir la rosca

cuadrada. Es la más utilizada en tornillos de potencia, su ángulo de rosca es de  $29^\circ$ , por lo tanto, el ángulo de un filete es de  $14.5^\circ$ , y las demás dimensiones se detallan en la siguiente figura.

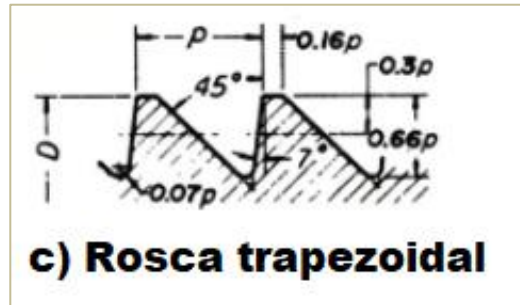
Figura 80. **Rosca Acme**



Fuente: Diseño Mecánico para Ti (2015). *Tipos de roscas y cuerdas para tornillos tipos de cuerdas más comunes*. Consultado en octubre de 2021. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=pikvdfioG4g>.

- Rosca trapezoidal es utilizada cuando se quiere transmitir la fuerza en un solo sentido, como en los husillos de avance de los tornos, en tornillos de alimentación usados en laboratorios y equipos científicos. Normalmente se acompaña de una tuerca de carga y seguridad (Studylib, 2013).

Figura 81. **Rosca trapezoidal**



Fuente: Diseño Mecánico para Ti (2015). *Tipos de roscas y cuerdas para tornillos tipos de cuerdas más comunes*. Consultado en octubre de 2021. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=pikvdfioG4g>.

#### 4.4. **Elevadores de tornillo**

Una de las aplicaciones más comunes en el taller de motocicletas tienen como base los tornillos de potencia, ya sea para elevar cargas, o en artefactos como la prensa de banco o los llamados sargentos (Studylib, 2013).

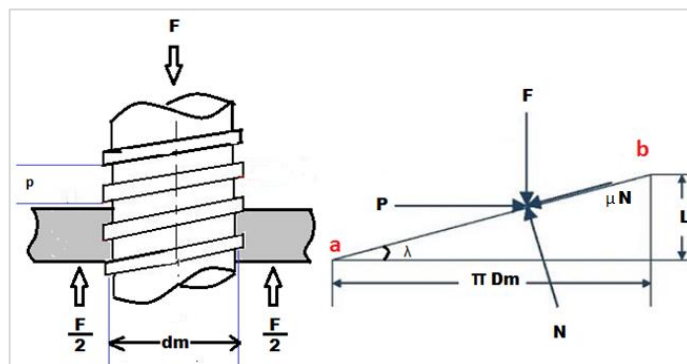
Los elevadores de tornillo están constituidos por un husillo, cuyo desplazamiento permite transformar un movimiento de rotación de entrada, en un movimiento lineal de salida. Pueden ser accionados manualmente o motorizados. No son recomendados para aplicaciones continuas (Studylib, 2013).

El torque necesario para elevar o bajar una carga se puede calcular considerando la fuerza que hay que mover  $F$ ; el tamaño del tornillo según lo indica su diámetro de paso  $D_p$ ; el desplazamiento del tornillo,  $L$ ; y el coeficiente de fricción,  $f$  (Studylib, 2013).

Como se había mencionado, el desplazamiento es la distancia axial a lo largo de la cual se moverá el tornillo en una revolución completa. Para el uso común de un tornillo de un solo hilo el desplazamiento es igual al paso, y se puede leer en la siguiente tabla, o se puede calcular a partir de  $L=p=1/n$  (Studylib, 2013).

Para analizar el funcionamiento de un elevador de tornillo, se utilizará la siguiente figura:

Figura 82. **Fuerzas actuantes sobre un tornillo al subir o bajar carga**



Fuente: Diseño Mecánico para Ti (2015). *Tipos de roscas y cuerdas para tornillos tipos de cuerdas más comunes*. Consultado en octubre de 2021. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=pikvdfioG4g>.

En la izquierda se representa un tornillo que avanza en contra de la fuerza  $F$ , que sería la carga a elevar. Se utiliza una rosca cuadrada por las razones antes mencionadas. Si se ubica un bloque imaginario en un punto del hilo de la rosca, y se gira el tornillo una revolución respecto a ese punto, se habrá avanzado hacia arriba una distancia igual a  $L$  (Studylib, 2013).

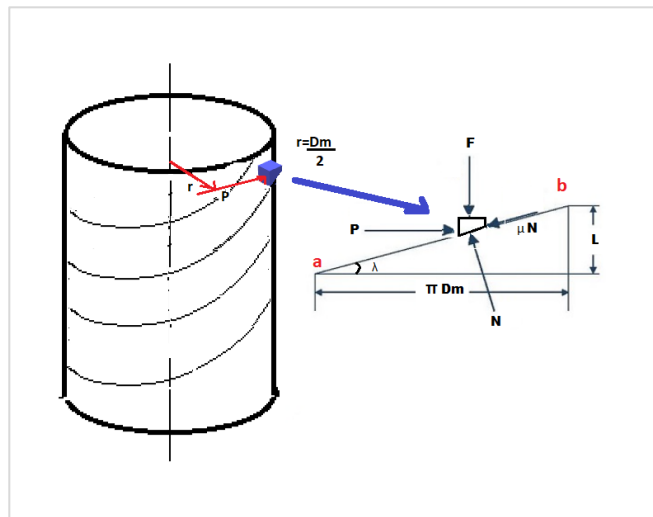
En una revolución el punto en el que se ubica el bloque imaginario, recorrerá linealmente una distancia equivalente al perímetro del círculo del cilindro axial que forma el diámetro efectivo,  $D_m$ . Ésta está dada por  $\pi D_m$ .

En la figura, a la derecha, se presenta un diagrama de cuerpo libre sobre el bloque imaginario ubicado a la mitad del recorrido.

Se puede observar en:

$$\operatorname{tg} \lambda = \frac{L}{\pi D_m}$$

Figura 83. **Diagrama de cuerpo libre de un bloque infinitesimal e imaginario, al subir por la rosca de un tornillo**



Fuente: Diseño Mecánico para Ti (2015). *Tipos de roscas y cuerdas para tornillos tipos de cuerdas más comunes*. Consultado en octubre de 2021. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=pikvdfioG4g>.

La fuerza aplicada P, es horizontal, y es la que se debería aplicar sobre el bloque en cuestión para llevarlo del punto a, que corresponde a 0 °, hasta b, que corresponde a 360 ° o una revolución (Studylib, 2013).

En la figura de la izquierda, se muestra el bloque mencionado en su diagrama de cuerpo libre, y una vista aproximada de su aspecto al subir por el plano inclinado de la rosca.

$$\text{El par } T, \text{ sería igual a } T = P * \frac{Dm}{2}$$

Si se analizan las fuerzas que actúan sobre el bloque en el plano inclinado mediante su diagrama de cuerpo libre, corresponde hacer la sumatoria de las componentes tanto en el eje x como en el eje y. Esto sería de la siguiente manera:

$$\Sigma F_x = 0$$

$$P - N \text{Sen} \lambda - \mu N \text{Cos} \lambda = 0(1)$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$-F + N \text{Cos} \lambda - \mu N \text{Sen} \lambda = 0(2)$$

Despejando P de (1)

$$P = N(\text{Sen} \lambda + \mu \text{Cos} \lambda)(3)$$

Despejando N de (2)

$$N = \frac{F}{\text{Cos} \lambda - \mu \text{Sen} \lambda}(4)$$

Sustituyendo (4) en (3)

$$P = \frac{F(\text{Sen} \lambda + \mu \text{Cos} \lambda)}{\text{Cos} \lambda - \mu \text{Sen} \lambda}(5)$$



Ya que la expresión para la tangente de  $\lambda$  es conocida, se pasa toda la expresión a ser función de ella, dividiendo el lado derecho dentro del coseno de  $\lambda$ .

$$P = \frac{F(\operatorname{tg}\lambda + \mu)}{1 - \mu\operatorname{tg}\lambda} \quad (6)$$

Y sustituyendo  $\operatorname{tg}\lambda = \frac{L}{\pi D_m}$  en (6) se obtiene la expresión para la fuerza P que debe ser aplicada para elevar una carga de magnitud F.

$$P = F \left( \frac{\mu\pi D_m + L}{\pi D_m - \mu L} \right)$$

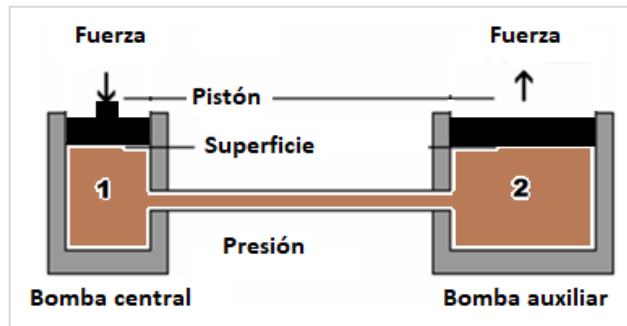
Y si se multiplica esta fuerza, por el radio efectivo, se obtiene el torque necesario T para elevar una carga F.

$$P = F \left( \frac{\mu\pi D_m + L}{\pi D_m - \mu L} \right) \left( \frac{D_m}{2} \right)$$

#### 4.5. Elevadores hidráulicos

Un elevador hidráulico es un dispositivo multiplicador de fuerza, basado en el principio de Pascal mencionado brevemente con anterioridad.

Figura 84. **Principio de Pascal aplicado a un elevador hidráulico**



Fuente: Cartagena99 (s.f.). *Estática de fluidos*. Consultado en noviembre de 2021.  
Recuperado de <https://www.cartagena99.com/recursos/alumnos/apuntes/210518114204-Tema%207.%20Estatica%20de%20fluidos.pdf>.

La presión ejercida sobre un fluido encerrado e incompresible, se transmite sin pérdida a todas partes del fluido, es decir, la presión en todo el fluido es constante (Moreno, 2015).

La presión en el fluido se define como la cantidad aplicada de fuerza perpendicular a un área dada.

$$P = \frac{dF}{dA}$$

Su unidad es el Pascal:  $1Pa = 1N/m^2$

La figura de arriba muestra el diagrama básico de una bomba hidráulica: el área en café, representa el fluido sobre el cual se ejerce la presión. En el caso de las rampas hidráulicas con las que se cuenta en el taller, este fluido es aceite hidráulico. El aceite hidráulico tiene características anticorrosivas, y cumple como lubricador de las piezas móviles (Moreno, 2015).

Básicamente, al aplicarse fuerza en el pistón 1, la presión se va a transmitir por todo el conducto, actuando en sus paredes, incluida la que tiene movimiento: el pistón 2, empujándolo hacia arriba (Moreno, 2015).

Dada la ecuación de la presión, y sabiendo que la presión en el punto 1, es igual a la presión en el punto 2, se tiene que:

$$\frac{F1}{A1} = \frac{F2}{A2}$$

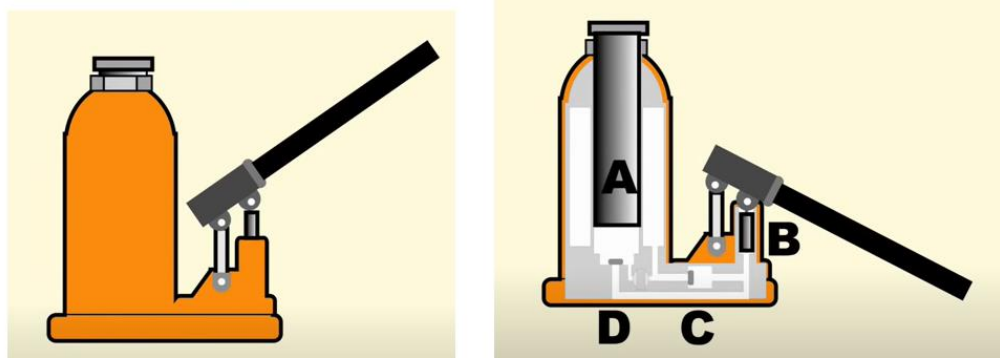
Donde A2 y A1 son las áreas de los émbolos. El efecto que se va a tener, es la multiplicación de la fuerza, cuya magnitud es F2, en una proporción de  $\frac{A2}{A1}$ .

Las dimensiones reales tienen un límite de elevación que resulta muchas veces insuficiente para aplicaciones prácticas (Moreno, 2015).

Por esto, en el gato hidráulico real, que es el elemento principal de los elevadores, se utiliza un sistema de válvulas que permiten repetir varias veces el movimiento de aplicación de fuerza, pudiendo elevar la carga a una altura adecuada a las necesidades del taller.

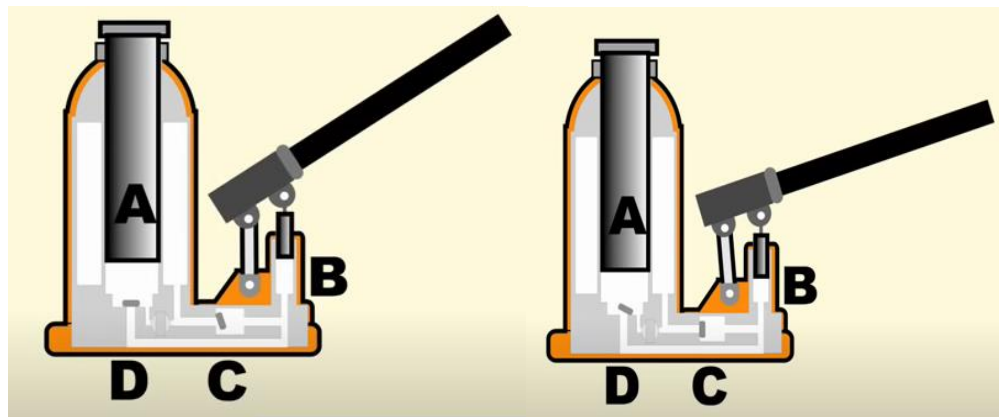
En la siguiente figura se muestra a la izquierda, un gato hidráulico, muy parecido al utilizado en las rampas elevadoras, y a la derecha, la sección del mismo gato que muestra los dos émbolos, A y B; y las válvulas C y D (Tarin, 2016).

Figura 85. **Funcionamiento del gato hidráulico**



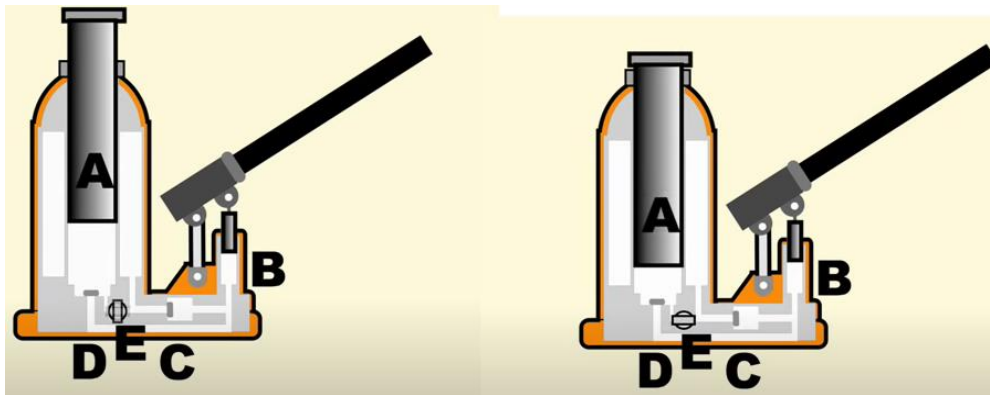
Fuente: Chava Tarin (2016). *Funcionamiento de un gato hidráulico*. Consultado en enero de 2022. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=Sw1RFthyxAw>.

Figura 86. **Funcionamiento del gato hidráulico**



Fuente: Chava Tarin (2016). *Funcionamiento de un gato hidráulico*. Consultado en enero de 2022. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=Sw1RFthyxAw>.

Figura 87. **Funcionamiento del gato hidráulico**



Fuente: Chava Tarin (2016). *Funcionamiento de un gato hidráulico*. Consultado en enero de 2022. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=Sw1RFthyxAw>.

En la primera posición, se mueve la palanca hacia arriba, permitiendo que ingrese aceite de la botella del gato hacia el émbolo B por medio de la válvula C. Este movimiento es de succión, y permite mantener la válvula D cerrada. Al mover la palanca hacia abajo, la válvula C se bloquea, y el fluido lleva sentido contrario al del primer movimiento, la válvula D se abre, permitiendo el ingreso de aceite al cilindro A, haciendo que el émbolo A se eleve una pequeña distancia (Tarin, 2016).

Al repetir el movimiento de la palanca varias veces, se logra que más aceite de la botella ingrese al cilindro A, haciendo que el émbolo suba hasta su punto más alto. Cuando esta posición es alcanzada, todo el aceite de la botella se encuentra almacenada en el cilindro A, y no es posible ingresarle más. Para bajar el cilindro, se abre la válvula de alivio E, permitiendo que el émbolo A vuelva a su punto muerto inferior, devolviendo el aceite a la botella por acción de la carga elevada (Tarin, 2016).

## **5. ACEROS, FUNDICIONES Y SOLDADURA**

### **5.1. Conceptos siderúrgicos aplicados a la construcción y reparación de motocicletas**

La siderurgia es el sector de la industria que se ocupa de la transformación del hierro en sus diferentes aleaciones. Una aleación es el resultado de la mezcla de dos o más metales, o elementos no metálicos donde se obtienen diferentes propiedades que las de los materiales base, por ejemplo, mayor resistencia o ligereza.

Las aleaciones más utilizadas son las aleaciones de hierro, llamadas también aleaciones ferrosas. Estas incluyen aceros y hierros fundidos, ambos utilizados en la construcción de las motocicletas.

Tienen como base el hierro, y son las más comunes debido a la abundancia del metal, su facilidad de producción y la alta versatilidad. Su mayor desventaja es que presentan baja resistencia a la corrosión, aunque esto se puede evitar con mantenimiento y recubrimientos adecuados.

El carbono, es el decimoquinto elemento más abundante en la corteza terrestre, y cuarto más abundante en el universo, lo que lo hace la sustancia más versátil y esencial que se encuentra en el planeta. Su presencia en la cotidianeidad es muy diversa, se puede utilizar en lápices, hasta en componentes de máquinas, justo como ocupa en el presente trabajo de graduación.

El acero es hierro con un porcentaje de carbono, que conserva las propiedades metálicas del hierro en estado puro, pero con sus propiedades físicas químicas mejoradas.

Los aceros al carbono, son básicamente mezclas de hierro y carbono, existiendo varios tipos dependiendo del porcentaje de carbono presente en ellos, el 90 % de los aceros, son aceros al carbono, y su grado de concentración produce cambios en su estructura, traduciéndose esto en sus propiedades mecánicas:

- Aumenta la dureza y resistencia
- Disminuye su ductilidad, soldabilidad, y capacidad de elongación

Según su concentración de carbono, los aceros se clasifican en:

- Aceros con bajo porcentaje de carbono. Llamados comúnmente aceros dulces o fierros, con porcentajes de carbono menores a 0.25 %. Son dúctiles, fácilmente soldables, maleables, altamente maquinables, soldables y no responden al tratamiento térmico de temple. Suelen utilizarse en la fabricación de perfiles estructurales, alambres, clavos, varillas, aplicaciones que tienen poco que ver con la construcción de motocicletas.
- Aceros con mediano porcentaje de carbono. Presentan mayor dureza y resistencia que los anteriores, con contenidos de carbono de entre el 0.25 % y el 0.55 %. Son más difíciles de soldar, y se emplean en la fabricación de ejes, resortes y herramientas. En el caso que compete, se tiene que los ejes de transmisión, los ejes de las ruedas, y los resortes como los de las zapatas de freno, los resortes de válvulas, o los de los

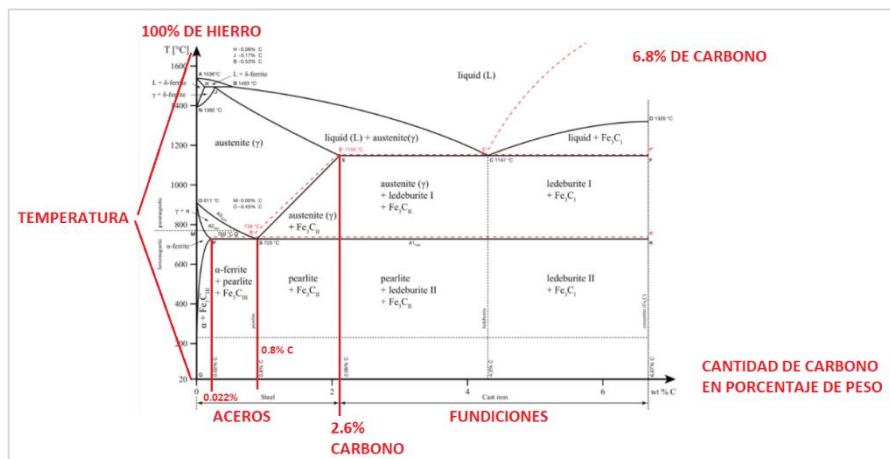
amortiguadores delanteros, están fabricados de este tipo de acero. Requieren normalmente un precalentamiento para ser soldados.

- Aceros con alto porcentaje de carbono. Estos son los más duros y resistentes. Responden muy bien al templado, y se utilizan en la fabricación de herramientas de corte y arranque de viruta. Poseen una soldabilidad muy baja, y no se sueldan.

El diagrama que describe las fases y el comportamiento del acero respecto a la temperatura, se llama diagrama Eutéctico, se muestra en la figura 88 y se explica superficialmente (Castro, 2017).

Una fase es cada una de las partes homogéneas, físicamente separables de un sistema formado por dos o más componentes. En los aceros y fundiciones, estos componentes son predominantemente el hierro y el carbono (Castro, 2017).

Figura 88. Diagrama Eutéctico del acero



Fuente: Básicos de Ingeniería (s.f.). *Ejercicio Diagrama de Fases Pb-Sn Eutéctico*. Consultado en enero de 2022. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=i-YR1vLdMto>.



La línea de  $y=0$ , describe la cantidad de carbono que contenga la mezcla, en porcentaje de peso. En el diagrama va de 0 % de carbono, o hierro puro, al 6.8 % de carbono (Castro, 2017).

El eje tiene una escala de temperatura medida en grados Celsius, y para estos fines, cuando el hierro se combina hasta con un 2 % de carbono, forma aceros; cuando se combina con un porcentaje entre este y el 6.8 %, formará fundiciones (Castro, 2017).

El punto eutéctico, ubica la temperatura, 727 °C, y la concentración de carbono, 0.8 %, bajo las cuales un sólido se transforma en una fase compuesta por otros dos sólidos mientras se enfría. La temperatura y la concentración de carbono son invariables, y por eso se le llama reacción invariante y describe el cambio de estructura cristalina a velocidades de enfriamiento calificadas de reversibles termodinámicamente (Castro, 2017).

Del punto eutéctico, hacia la izquierda, hasta una concentración del 0.022 % de carbono, los aceros se denominan hipoeutécticos. Del punto eutéctico hacia la derecha, a la concentración del 2.11 % de carbono, los aceros son llamados hipereutécticos. Por debajo del 0.022 % de concentración de carbono, se encuentra la ferrita, que es la forma más pura de hierro obtenible, y que es un metal duro y relativamente dúctil, con temperatura de fusión de 1535 °C (Castro, 2017).

La cementita es un elemento que se caracteriza por ser muy frágil y duro. Posee un contenido fijo del 6.67 % de carbono, y tiene la particularidad de que carece de propiedades metálicas, aunque esta es una condición reversible (Castro, 2017).

La perlita, está compuesta por 86.5 % de ferrita, y 13.5 % de cementita. Se le denomina así por su similitud a la apariencia de una perla cuando se observa en el microscopio. La austenita es el constituyente más denso que existe entre los aceros (Castro, 2017).

## 5.2. Normas y estándares para la selección de piezas metálicas o procesos de reparación

En muchos países existen formas específicas para la denominación de los aceros, incluida su composición química, resistencia, soldabilidad, ductilidad y tratamiento térmico. Algunas de estas normas son:

AISI/SAE. Esta hace uso de cuatro dígitos, de los cuales, el primero denota la aleación principal, el segundo indica una modificación, y los dos últimos, indican el porcentaje de carbono presente en ellos:

Tabla VI. **Normalización SAE para aceros comerciales**

Designación SAE	Aleación principal
1XXX	Carbono
2XXX	Níquel
3XXX	Níquel-Cromo
4XXX	Molibdeno
5XXX	Cromo
6XXX	Cromo-Vanadio
7XXX	Tungsteno-Cobalto
8XXX	Níquel-Cromo-Molibdeno
9XXX	Manganeso-Silicio

Fuente: Laminas y Aceros (2015-2020). *Normalización SAE*. Consultado en enero de 2022. Recuperado de <https://blog.laminasyaceros.com/blog/el-acero-clasificaci%C3%B3n-seg%C3%BAn-sae-aisi>.

La adición de Níquel, y Níquel - Cromo, el Cromo proporciona resistencia a la corrosión, brillo y durabilidad; y el Níquel proporciona dureza y tenacidad. El acero inoxidable 18/10 significa que tiene 18 % de cromo, y 10 % de níquel. En las motocicletas este material es utilizado para fabricar: escapes, piezas de los amortiguadores traseros y delanteros, cubrecadenas, bancadas, manubrios, bases de espejos, los aros y rayos de las ruedas, y todas aquellas piezas en las que sea necesaria protección extra contra la corrosión (Smith, 1998).

Cuando se agrega molibdeno al acero al cromo, además de mejorar las propiedades anticorrosivas de la pieza, se provee de mayor dureza con poco peso de la pieza, por lo que es utilizado en la fabricación de engranajes, bielas o piñones (Smith, 1998).

El vanadio aumenta la dureza, la resistencia a la tracción y a desgaste, y la tenacidad de los aceros; mejora la templabilidad y la inoxidableidad. De este material se fabrican las herramientas de banco que se utilizaran en el taller, incluidas copas, llaves de cola y corona, *ratches*, y otros (Smith, 1998).

Al agregar cobalto al acero, este permite una mayor resistencia al desgaste, dureza y tenacidad, cualidades necesarias en las máquinas de corte, y rodillos metálicos (Smith, 1998).

- Norma ISO, International Standardization Organisation
- Norma ASTM, del American Society for Testing of Materials, para secciones estructurales huecas: ASTM A500, A501, A618, A53. Todas para designar y regular la calidad de aceros en construcción y estructurales, placas y láminas. La A500 y A501, estandarizan tubos estructurales de acero al carbono sin costura soldados en frío y en caliente, respectivamente.

- Norma UNE-AENOR, Asociación Española de Normalización y Certificación. Que ha realizado un catálogo con todos los aceros existentes que se han podido recopilar, tomando sus características físico químicas, para que, en caso de que el acero analizado no este normalizado, se remita a una ficha que se considere equivalente.

Tabla VII. Clasificación UNE- AENOR

Serie	Grupo	Propiedades / Aplicaciones
<b>1</b> Aceros finos de construcción general	1. (Finos al carbono) 2 y 3. (Aleados de gran resistencia) 4. (Aleados de gran elasticidad) 5 y 6. (De cementación) 7. (De nitruración)	<b>Propiedades:</b> Son no aleados. Cuanto más carbono contienen son más duros y menos soldables, pero también más resistentes a los choques. Se incluyen también aceros con tratamientos térmicos y mecánicos específicos para dar resistencia, elasticidad, ductabilidad, y dureza superficial. <b>Aplicaciones:</b> Necesidades generales de la ingeniería de construcción, tanto industrial como civil y comunicaciones.
<b>2</b> Aceros para usos especiales	1. (De fácil mecanización) 2. (De fácil soldadura) 3. (De propiedades magnéticas) 4. (De dilatación térmica específica) 5. (Resistentes a la fluencia)	<b>Propiedades:</b> Generalmente son aceros aleados o tratados térmicamente. <b>Aplicaciones:</b> <b>Grupos 1 y 2:</b> Tornillería, tubos y perfiles. <b>Grupo 3:</b> Núcleos de transformadores, motores de bobinado. <b>Grupo 4:</b> Piezas de unión de materiales férricos con no férricos sometidos a temperatura. <b>Grupo 5:</b> Instalaciones químicas, refinarias y para altas temperaturas.
<b>3</b> Aceros resistentes a la oxidación y corrosión	1. (Inoxidables) 2 y 3. (Resistentes al calor)	<b>Propiedades:</b> Basados en la adición de cantidades considerables de cromo y níquel, a los que se suman otros elementos para otras propiedades más específicas. Resistentes a ambientes húmedos, a agentes químicos y a altas temperaturas. <b>Aplicaciones:</b> <b>Grupo 1:</b> Cuchillería, elementos de máquinas hidráulicas, instalaciones sanitarias, piezas en contacto con agentes corrosivos. <b>Grupos 2 y 3:</b> Piezas de hornos emparrillados, válvulas y elementos de motores de explosión y, en general, piezas sometidas a corrosión y temperatura.
<b>5</b> Aceros para herramientas	1. (Al carbono para herramientas) 2, 3 y 4. (Aleados para herramientas) 5. (Rápidos)	<b>Propiedades:</b> Son aceros aleados con tratamientos térmicos que les dan características muy particulares de dureza, tenacidad y resistencia al desgaste y a la deformación por calor. <b>Aplicaciones:</b> <b>Grupo 1:</b> maquinaria de trabajos ligeros en general, desde la carpintería y agrícola, hasta de máquinas <b>Grupos 2, 3 y 4:</b> Para maquinaria con trabajos más pesados. <b>Grupo 5:</b> Para trabajos y operaciones de debaste y de mecanización rápida que no requieran gran precisión.
<b>8</b> Aceros de moldeo	1. (Al carbono de moldeo de usos generales) 3. (De baja radiación) 4. (de moldeo inoxidables)	<b>Propiedades:</b> Para verter en moldes de arena, por lo que requieren cierto contenido mínimo de carbono que les dé maleabilidad. <b>Aplicaciones:</b> Piezas de formas geométricas complicadas, con características muy variadas. Estrictamente hablando no difieren de los aceros de otras series y grupos más que en su moldeabilidad.

Fuente: UNE-ANEOR (s.f.). Clasificación UNE – ANEOR.

- Norma DIN, que como se había mencionado anteriormente, es la institución encargada de la normalización en Alemania.
- Norma AFNOR, Asociación Francesa de Normalización.
- Norma BSI, British Standard Institución.

- Norma ASME, de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos.
- Norma AWS, de la Sociedad Americana de Soldadura.

### **5.3. Soldaduras especiales para motocicletas**

La soldadura es la fusión de dos piezas de material haciendo uso de calor, normalmente producido por un arco eléctrico. Si dos piezas están hechas del mismo material, se pueden soldar, permitiendo crear una forma compleja, como el chasis de una motocicleta (EXSA-OERLIKON, 1995).

Los dos tipos principales de soldadura son con fusión, que consiste en unir dos piezas fundiéndolas entre sí; y sin fusión, que consiste en agregar un material de relleno que se derrita a una temperatura más baja que el material de las piezas (EXSA-OERLIKON, 1995).

El arco eléctrico, es un salto de electrones cuando la corriente vence la resistividad eléctrica del aire, y los métodos más indicados para soldar piezas de motocicletas son:

- Soldadura MIG, que utiliza gas inerte metálico que protege a soldadura a medida que se va haciendo. Con una mezcla de dióxido de carbono y argón, se sueldan aceros, y con argón puro se puede soldar aluminio. Ambos gases se suministran en cartuchos o cilindros.
- Soldadura TIG. Es algo más complejo que las de MIG, porque tienen más controles, pero esto las hace mucho más precisas al soldar piezas de motocicleta. Esta utiliza gas inerte tungsteno como protección, y a diferencia de la MIG no consume el electrodo. Se puede usar para soldar acero, acero inoxidable y aluminio (EXSA-OERLIKON, 1995).

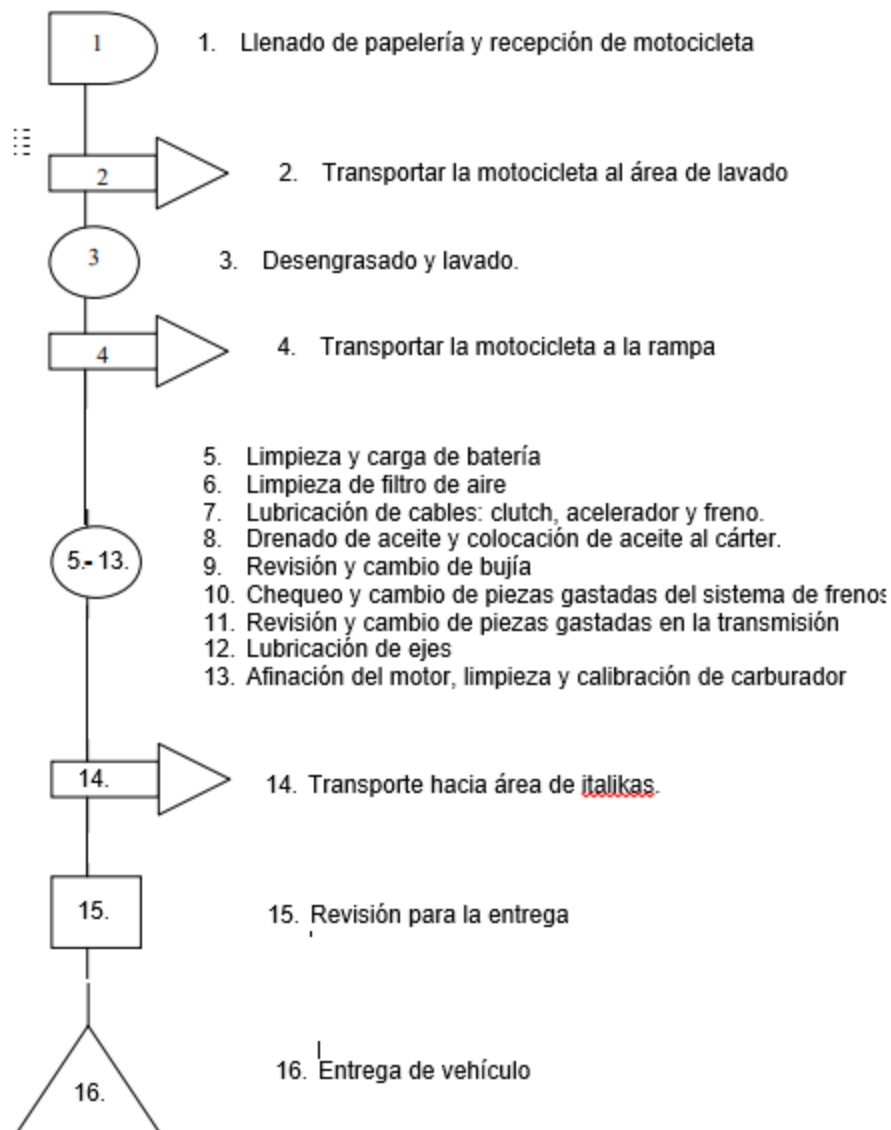
## **6. INSTALACIONES DEL TALLER DE SERVICIO**

Se entiende por taller de servicio, un establecimiento con las características, instalaciones, equipo, herramienta; y personal adecuado para dar soporte posterior a la venta de un vehículo o máquina, haciendo lo necesario para mantener las condiciones más semejantes al estado, que, en el caso presente, son las motocicletas (Ola, 2003).

Al tratarse de un taller modelo, debe contar con áreas adecuadas a las distintas fases del flujo del trabajo, que van desde el momento que el cliente entra al inmueble, y termina dos días después de entregársela con una llamada de seguimiento.

Para definir esas áreas, primero se debe definir la forma en la que el trabajo deberá fluir. Los diagramas de proceso sirven para recorrer el mismo en forma resumida, mediante una vista simplificada que permite mejorarlo. Representan las fases por las que debe pasar una motocicleta durante su mantenimiento. Este empezaría por la recepción, y terminaría en la entrega de la motocicleta al dueño (Ola, 2003).

Figura 89. Diagrama de proceso dentro del taller modelo



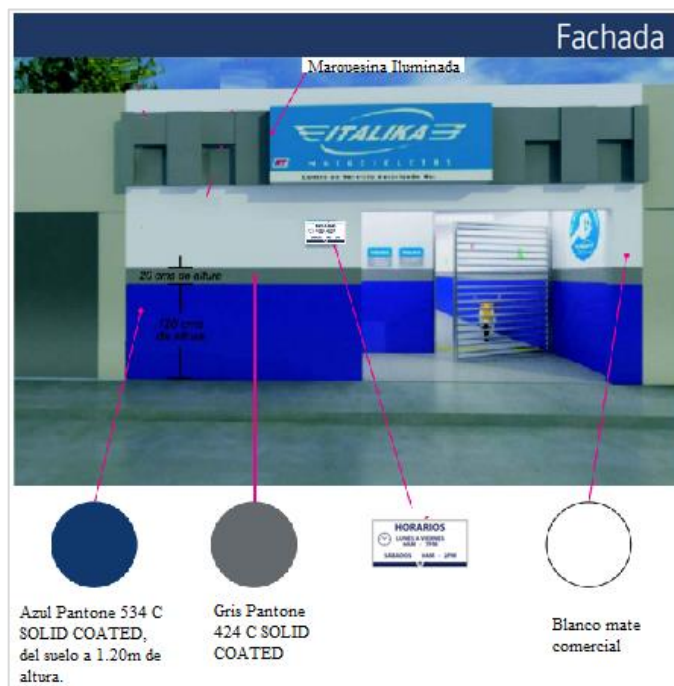
Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Paralelamente, se definen las áreas necesarias, y sus características, para un funcionamiento sustentable, sostenible y eficiente del taller. Se hará un

traslado de forma mental por el plano que a continuación se muestra, repitiendo la ruta del diagrama de flujo por las áreas del taller (Ola, 2003).

Fachada. Pintada con los colores de la marca. Azul Pantone 534 C SOLID COATD, del suelo a 1.20m de altura; seguida de una franja de 20 cm de grosor en gris Pantone 424 C SOLID COATED, y el resto de la pared, blanco mate. Se cuenta con una marquesina iluminada, a una altura de 2.60 m, complementada con extensiones de fibra de vidrio, color gris PANTONE 424C SOLID COATED.

Figura 90. **Fachada del taller de servicio**



Fuente: ITALIKA (2010). *Manual de identidad y adaptación Cesit.*

Además, cuenta con una rampa metálica, pintada en amarillo, y rótulos que indican claramente la entrada, y la dirección hacia el parqueo.



En el siguiente listado, se muestra el presupuesto para la implementación de la fachada como se describe anteriormente. El renglón de pintura general incluye la pintura de todo el local y su mano de obra.

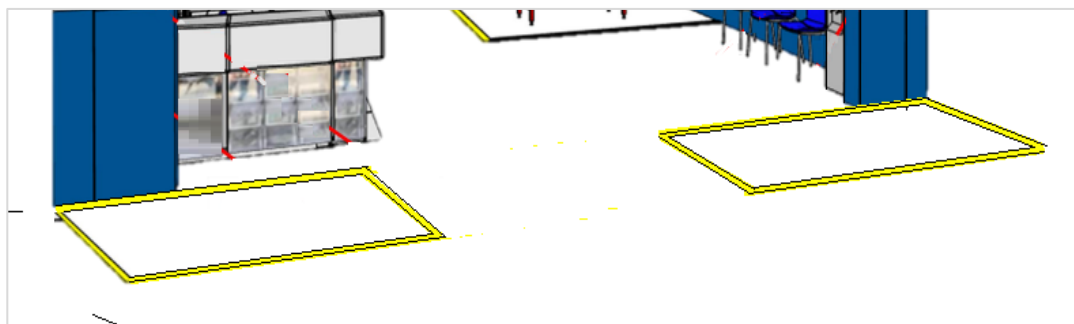
Tabla VIII. **Presupuesto de fachada de taller modelo**

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL
MARQUESINA Y CHOCOLATES	01	Q7,500.00	Q7,500.00
CHOCOLATES	02	Q2,000.00	Q4,000.00
ROTULO HORARIO	01	Q60.00	Q60.00
RAMPA DE ENTRADA	01	Q500.00	Q500.00
PINTURA EN GENERAL	01	Q5,500.00	Q5,500.00
SEÑALETICA	10	Q150.00	Q1,500.00
UNIFORMES	12	Q210.00	Q2,520.00
GAFETES	04	Q25.00	Q100.00
PUBLICIDAD	01	Q5,000.00	Q5,000.00
TOTAL			Q26,680.00

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Parqueo entrada. Se traza la delimitación adecuada, mediante líneas amarillas de 10 cm de ancho. Esta indica los lugares de parqueo, y delimita con una cadena y un rótulo, el área en la que los clientes ya no pueden entrar o continuar sobre su motocicleta, siendo personal calificado del taller quien la traslada, previa emisión de orden de servicio. Debe calcularse la iluminación óptima, dado que es aquí donde se produce el primer contacto con el cliente, y se obtiene la información necesaria del vehículo, y el propietario.

Figura 91. Área de parqueo



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Paint.

Tabla IX. Presupuesto de área de parqueo del taller modelo

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL
PINTURA AMARILLA	1	Q450.00	Q450.00
ROTULO PARQUEO	1	Q60.00	Q60.00
ROTULO BIENVENIDOS	1	Q150.00	Q150.00
TOTAL			Q660.00

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

LAVADO. Cuenta con suministro de agua adecuado, con captación alterna de agua pluvial; así como un sistema de drenaje con trampa de grasa y reutilización de agua.

Como medidas de higiene y prevención, las motocicletas se lavarán antes de ingresarse a rampa de trabajo, con agua, jabón y desengrasante en puntos donde suele acumularse grasa, con esto se busca optimizar tiempo en el servicio, ahorrar *wipe* y tiempo de limpieza de rampas entre servicios.

Este lavado provoca que ciertas cantidades de grasa mezclada con lodo y polvo, se depositen en el drenaje, causando contaminación y provocando el deterioro de las tuberías. Es por eso que se diseña un sistema sencillo de tratamiento de agua, que incluye una trampa de grasa, una trampa de sedimentos y un tanque de acumulación de agua para reutilización ya sea en riego o lavado de motocicletas (OLA, 2003).

Tabla X. **Inversión inicial de área de lavado de motocicletas del taller modelo**

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL
MATERIALES LAVADOS 1 SEMANA	1	Q300.00	Q300.00
HIDROLAVADORA	1	Q1,200.00	Q1,200.00
CUBETAS	2	Q35.00	Q70.00
PALANGANA	2	Q5.00	Q10.00
MANGUERA	1	Q125.00	Q125.00
ROTULO LAVADO	1	Q60.00	Q60.00
CEPILLOS	2	Q30.00	Q60.00
ESPONJA	2	Q10.00	Q20.00
TRAPOS	3	Q5.00	Q15.00
TOTAL			Q1,860.00

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Tabla XI. **Presupuesto de área de lavado de motocicletas del taller modelo**

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL
TRAPOS	3	Q5.00	Q15.00
DIVISION	1	Q150.00	Q150.00
ROTULO SECADO	1	Q60.00	Q60.00
TOTAL			Q225.00

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Recepción. Es un área adecuada para archivar papelería importante y manejo de dinero, debe estar bien iluminada para que sea más fácil mantener el orden y la limpieza, lo cual refleja seriedad y responsabilidad en el manejo de asuntos con los clientes.

Figura 92. **Área de Recepción**



Fuente: ITALIKA (2021). *Área de Recepción*. Consultado en diciembre de 2021. Recuperado de [www.italika.com.gt](http://www.italika.com.gt).

El área cuenta con un archivo, lugar para computadora, impresora y caja.

Tabla XII. **Presupuesto implementación área de recepción en el taller modelo**

RECEPCION			
DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL
ROTULO RECEPCION DE MOTOS	1	Q60.00	Q60.00
MUEBLECITO RECEPCION	1	Q350.00	Q350.00
ARCHIVO	1	Q1,200.00	Q1,200.00
PAPELERIA	1	Q1,200.00	Q1,200.00
ROTULO REPUESTOS	1	Q60.00	Q60.00
COMPUTADORA	1	Q5,000.00	Q5,000.00
IMPRESORA	1	Q1,800.00	Q1,800.00
TOTAL			Q9,670.00

Fuente elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Servicio sanitario. Se cuenta con la instalación necesaria para el adecuado funcionamiento, dispensador de papel higiénico, y recipiente para papel usado.

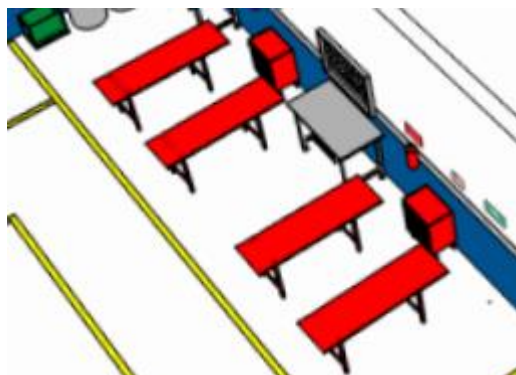
Área de Espera. Deberá estar siempre de cara hacia el área técnica, para que el cliente tenga a la vista, al menos parcialmente, las tareas de mantenimiento a aplicar a su motocicleta.

Tabla XIII. **Presupuesto implementación área de espera en el taller modelo**

AREA DE ESPERA			
DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL
ECOFILTRO	1	Q500.00	Q500.00
SILLAS	5	Q350.00	Q1,750.00
MESA CENTRO	1	Q400.00	Q400.00
TV	1	Q2,800.00	Q2,800.00
CAFETERA	1	Q500.00	Q500.00
MESA ESQUINA	1	Q350.00	Q350.00
CESTO BASURA	1	Q100.00	Q100.00
ROTULO AREA ESPERA	1	Q60.00	Q60.00
DIVISION	1	Q600.00	Q600.00
TOTAL			Q7,060.00

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Figura 93. **Área de Mecánica**



Fuente: ITALIKA (2021). *Área de Mecánica*. Consultado en diciembre de 2021.  
Recuperado de [www.italika.com.gt](http://www.italika.com.gt).

En esta área se realizará todo el trabajo mecánico sobre las motocicletas. Deberá reunir las condiciones óptimas para que el trabajo sea eficiente, se pueda mantener el orden en el área sin mucho esfuerzo, y sobre todo, debe ser seguro trabajar en ella.

Esto se pretende lograr, enfocándose en 8 principios:

- Integración: la distribución será mejor mientras más se integren el equipo, mano de obra y materiales.
- Mínima distancia movida: será mejor la distribución cuanto menos se muevan los materiales, vehículos o sus partes a otro lugar.
- Flujo: se debe ordenar las áreas para que cada operación se realice en la misma secuencia.
- Espacio cubico: considerar el espacio tridimensional que ocupan las motocicletas y los equipos, para poder aprovechar espacios libres.
- Satisfacción: la maquinaria y equipo debe tener espacio suficiente para trabajar en ella de la mejor manera.
- Seguridad. se debe acondicionar para evitar accidentes o eventos que afecten la seguridad física de los trabajadores y clientes.
- Flexibilidad. arreglar la distribución de modo que modificarla o adaptarla se pueda realizar con el costo mínimo.
- Balance: la capacidad del equipo y lugar de trabajo respecto al tiempo, debe ser de acuerdo a la capacidad del trabajo del taller

Las principales áreas, en orden de utilización dentro del área técnica son:

Área Carga de Baterías: el cargador de baterías es un instrumento que funciona con 120 voltios, y se necesita un tomacorriente para conectarlo y hacerlo

funcionar. Se debe contar además con una superficie donde se pueda dar mantenimiento a las baterías que a él ingresen, las cuales deben estar adecuadamente identificadas con calcomanías con el número de orden de la motocicleta a la que pertenecen, y donde se puedan colocar en orden las baterías que están por cargar, y las ya cargadas. La iluminación en esta área puede ser la del ambiente principal.

**Tabla XIV. Presupuesto implementación área de carga de baterías en el taller modelo**

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL
CARGADOR	2	Q600.00	Q1,200.00
ROTULO AREA CARGA BATERIAS	1	Q60.00	Q60.00
ESTANTERIA	1	Q400.00	Q400.00
MULTIMETRO	2	Q150.00	Q300.00
TOTAL			Q1,960.00

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Área Carburación: el área que se destinará para limpiar carburadores debe contar con iluminación localizada, dado que las piezas que forman estos componentes son por lo regular pequeñas. Se utiliza aquí un destornillador de cabeza plana número 1, Phillips número 3, suministro de aire comprimido, un tornillo de banco de 4 pulgadas, y una mesa de trabajo de 0.8 metros de largo por 0.4 metros de ancho.



Tabla XV. **Presupuesto implementación área de limpieza de carburadores en el taller modelo**

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL
MESA	1	Q350.00	Q350.00
BANDEJA	1	Q75.00	Q75.00
BROCHA	1	Q15.00	Q15.00
LUPA DE ESCRITORIO	1	Q200.00	Q200.00
BANDEJITAS PLASTICAS	4	Q10.00	Q40.00
PHILLIPS	1	Q30.00	Q30.00
PLANO DELGADO	1	Q30.00	Q30.00
GANCHITO	1	Q0.00	Q0.00
REPISA	1	Q150.00	Q150.00
PRENSA PEQUEÑA	1	Q250.00	Q250.00
TOTAL			Q1,140.00

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Área Aceite/ Desechos/ Basura: la recolección de aceite quemado se hará en toneles metálicos adecuados, en donde es recolectada por una empresa que la utiliza en la elaboración de ladrillo refractario.

La basura se recolectará en toneles especiales para ello, separados para *wipe* usado y desechos del taller; para aceite quemado; y para basura común.

Tabla XVI. **Presupuesto implementación área de desechos en el taller modelo**

AREA DESECHOS			
DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL
TONELES	3	Q150.00	Q450.00
ROTULOS	3	Q75.00	Q225.00
PORTA BANDEJAS	1	Q200.00	Q200.00
ESCURRIDOR DE BANDEJAS	1	Q150.00	Q150.00
EMBUDO	1	Q25.00	Q25.00
FILTRO	1	Q25.00	Q25.00
ESCURRIDOR ENVASES USADOS	1	Q125.00	Q125.00
TOTAL			Q1,200.00

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Área Compresor: se debe preparar un área con la cimentación adecuada, y complementar con un adecuado anclaje para evitar vibración excesiva y oscilaciones por parte del compresor. Debe tener espacio libre de obstrucciones para que la tubería pueda ser instalada correctamente.

Área Banco de Trabajo: el banco de trabajo debe ser complementado por un tablero donde se ubicarán todas las herramientas necesarias para realizar prácticas de mecánica de banco. La distribución de herramienta, equipos y materiales, debe hacerse tomando en cuenta la comodidad y seguridad del técnico.

Tabla XVII. **Presupuesto implementación área de banco de trabajo en el taller modelo**

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL
BANCO	1	Q500.00	Q500.00
TABLERO	1	Q300.00	Q300.00
REPISA	1	Q100.00	Q100.00
PRENSA GRANDE	1	Q650.00	Q650.00
ESMERIL	1	Q350.00	Q350.00
TALADRO PEDESTAL	1	Q1,200.00	Q1,200.00
PRENSA HIDRAULICA	1	Q2,000.00	Q2,000.00
TOTAL			Q5,100.00

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Área Rampas: se cuenta con cuatro rampas elevadoras hidráulicas, con capacidad para realizar en un día de trabajo al menos.

- 8 servicios menores
- 4 mayores
- 4 servicios menores
- 2 mayores

Tabla XVIII. **Presupuesto implementación área de rampas en el taller modelo**

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL
RAMPAS	04	Q4,000.00	Q16,000.00
ALFOMBRA	35	Q100.00	Q3,500.00
PEGAMENTO	03	Q50.00	Q150.00
BANQUITO RUEDAS	04	Q350.00	Q1,400.00
BANDEJA RUEDAS	04	Q200.00	Q800.00
TOTAL			Q21,850.00

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Tomando en cuenta lo anteriormente definido, se pueden calcular las dimensiones de las principales instalaciones de suministro de aire comprimido, energía eléctrica, iluminación, manejo de agua, ventilación y aire acondicionado (Ola, 2003).

### **6.1. Sistema de aire comprimido**

El aire del ambiente, en general, es un recurso abundante y de fácil acceso. En un taller de mecánica, es aprovechado de manera que sirve para producir fuerza cuando es liberado a cierta presión por un conducto, que puede ser un tubo, o una manguera, puede ser generado localmente, es más seguro y fácil de manejar el usuario que la energía eléctrica o el gas (Ola, 2003 y Ortiz, 2011).

Los sistemas de aire comprimido pueden ser:

- Cerrado que se utiliza para accionar émbolos que realizan alguna tarea repetitiva en un sistema automatizado. Por ejemplo, en una línea de producción en una planta de empaque.
- Abierto: empleado cuando los puntos de uso son pocos, están cercanos al compresor y se trata con unidades pequeñas.

Dado lo relativamente bajo de los torques que demandan los tornillos de una motocicleta, y que en el taller modelo ITALIKA, el uso de herramienta accionada por aire comprimido se limita a las pistolas de impacto, las mangueras de limpieza, y las líneas para inflado de llantas, se elige el tipo abierto como el más adecuado.

Hay cuatro magnitudes que deben tomarse en cuenta al diseñar un sistema de aire comprimido:

- Presión de aire. Es la fuerza con la que es suministrado el aire. Se mide en libras por pulgada cuadrada. La herramienta, trabaja con determinada presión, que puede verse descrita en la placa de la máquina, como dato de fabricante.
- Caudal de aire. Es el volumen de aire suministrado por el compresor, y se mide en pies cúbicos por minuto, o CFM, *cubic feet per minute*.
- Potencia del motor, es la capacidad de trabajo de motor, para impulsar la bomba del compresor.
- Ciclo de trabajo, es la medida del tiempo que puede permanecer encendido el compresor, y el tiempo que este apagado para recargar el aire.

Los elementos que componen básicamente un sistema de aire comprimido son:

- Compresor de aire
- Válvulas
- Accesorios
- Tuberías

El compresor de aire: es una máquina que transforma energía mecánica en energía neumática. Aspira aire del ambiente a presión atmosférica, lo confina en un recipiente, y eleva su presión, almacenando energía neumática, que es utilizada en el accionamiento de equipos o herramientas.

Hay dos grandes familias de compresores de aire:

- Compresores de desplazamiento positivo, donde el aire ingresa a un volumen interior de la máquina, y se reduce después por el desplazamiento de alguna de sus paredes, comprimiendo el aire retenido en su interior. Estos, aunque no ofrecen caudales muy altos, permiten tener relaciones de presión más altas, haciéndolos adecuados para usos intermitentes. Son ejemplo de ellos los compresores de pistón.
- Compresores dinámicos o turbocompresores, en los cuales, los responsables de elevar la presión del aire, son unos alabes que giran a una gran velocidad, y la transmiten al aire que toman de su exterior. Estos pueden proporcionar un caudal de aire elevado, pero presiones más moderadas que los anteriores. Son ejemplo de ellos los turbocompresores y los compresores de tornillo.

En la selección de un compresor es necesario considerar:

- El tipo de compresor: que en este caso será uno de desplazamiento positivo, precisamente un compresor de pistón, cuyas características se calcularán más adelante.
- El listado del equipo y herramientas neumáticas con sus respectivos consumos y presiones de operación, ambos datos de fabricante, para saber cuál es la demanda que deberá ser cubierta por el compresor, en CFM, y según la tabla de proveedor, comparar y elegir uno que cumpla con los requerimientos.

Tabla XIX. **Inventario de equipo neumático en taller modelo**

Equipo	Presión de trabajo (psi)	Cantidad	Consumo (cfm)	Consumo (cfm)
Pistola de limpieza de aire comprimido	90	2	2.5	5
Pistolas de impacto	70	3	5	15
Línea para inflado de llantas	30	1	3	3

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Entre 5 y 10 % del flujo determinado se agregará para tomar en cuenta las pérdidas por fricción en las tuberías. Entre 20 o 30 % para ampliaciones futuras.

Tabla XX. **Gasto de aire en CFM del equipo neumático del taller modelo**

EQUIPO	Cantidad	Consumo (cfm)	Consumo (cfm)	Pérdidas 5 %	Ampliaciones	Total
Pistola de limpieza de aire comprimido	2	2.5	5	0.25	1.5	6.75
Pistolas de impacto	3	5	15	0.75	4.5	20.25
Línea para inflado de llantas	1	3	3	0.15	0.9	4.05
		Total, CT	23	1.15	6.9	31.05

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

El gasto total de aire comprimido, tomando en cuenta las pérdidas, es de 31.05 CFM, y en la tabla selectora, sistema de dos etapas, se procede a tomar el compresor que se recomienda en ese rango.

Tabla XXI. **Tabla para selección de compresores de aire**

TABLA SELECTORA – SISTEMA DE DOS ETAPAS*			
Hasta 4.2	1	Hasta 14.7	1
4.3 a 6.4	1 ½	14.8 a 22.4	1 ½
6.5 a 8.7	2	22.5 a 30.4	2
8.8 a 13.2	3	30.5 a 46.2	3
13.2 a 20.0	5	46.3 a 60.0	5
20.1 a 29.2	7 ½	60.1 a 73.0	7 ½
29.3 a 40.0	10	73.1 a 100.0	10
40.1 a 60.0	15	100.1 a 150.0	15
60.1 a 80.0	20	150.1 a 200.0	20

NOTA: Es importante usar solamente valores reales de consumo, para calcular los requerimientos, y hacer la elección del compresor basado en "entrega de aire libre "

Fuente: Juárez Pedro Antonio (1979). *Montaje y mantenimiento de sistemas de aire comprimido.*



Según la tabla selectora de sistema de dos etapas se requiere un compresor de desplazamiento positivo, tipo alternativo de pistón de 3 hp. La capacidad del depósito de aire, depende del volumen de aire demandado y de la caída de presión permitida dentro del rango de operación (Ola, 2003).

Para hacer llegar la presión producida hasta los puntos de consumo, es necesario hacer un tendido de tuberías cuyas características deben ser debidamente calculadas, como todo conductor de fluido, estas presentan pérdidas de presión debidas a la fricción del aire con las paredes del tubo, a cambios bruscos en la trayectoria del aire debidos a uso de accesorios, o a la reducción del área transversal de éste debido a algún tipo de contaminación o acumulación de contaminantes, como el condensado del vapor contenido en el aire (Ola, 2003).

Se debe tener en cuenta también una serie de aspectos relacionados con la forma en la que se instalará la tubería, tales como:

- Las líneas principales deben ser de fácil acceso e inspección
- No empotrar las líneas de aire en obras de ladrillos o ductos angostos
- Los tendidos horizontales deben contar con una pendiente del 1 al 2 por ciento, en la dirección del flujo.
- Los ramales deben arrancarse desde la parte superior de la línea principal, como se ilustra en la siguiente figura, que representa un arreglo llamado cuello de cisne, por su forma, y permite tomar el aire de la tubería libre de humedad, el condensado se depositaría en la parte inferior.

Como un sistema neumático, y en específico el que interesa, no trabaja con presiones altas, los materiales de los tubos, y sus propiedades metalúrgicas

no son un parámetro con demasiada importancia. Esto permite dos cosas: que el mantenimiento se enfoque más en evitar daños por corrosión, y que los materiales elegidos puedan ser más diversos, tales como:

- Tubos de hierro galvanizado HG
- Tubos de hierro fundido
- Tubos especiales de cobre
- Tubos especiales de aluminio
- Manguera de caucho
- Tubos de acero de alta resistencia
- Tubos especiales de latón
- Manguera de plástico reforzado

Aunque estos materiales son ampliamente usados, los materiales más flexibles tienen la ventaja de ser más adecuados para la absorción de choques o vibraciones. En la elección de tubería, se utilizarán tubos de hierro H.G para las líneas principales, y para las derivaciones, manguera de plástico reforzado, como las que normalmente vienen con los compresores nuevos (Ola, 2003).

Una adecuada instalación de tubería se enfoca en la minimización de las pérdidas de presión, a un porcentaje menor al 5 % en el punto más lejano de la instalación con respecto al compresor.

Habiendo definido ciertas características de la instalación, como el material de la tubería, la pendiente de esta en sus tramos rectos, la presión de trabajo, y la pérdida máxima admisible, la acertada escogencia del diámetro de la tubería a utilizar, y el tipo y cantidad de accesorios van a ser las variables con las que se contará para realizar el cálculo de la tubería (Ola, 2003 y Ortiz, 2011).

La caída de presión en la tubería se suele enunciar en la siguiente expresión:

$$\Delta P = \text{factor} \cdot \frac{L}{1000 R}$$

En donde:

- $\Delta P$  = Pérdida de presión en psi.
- $L$  = Longitud total de la tubería
- $R = \frac{P_{ent} + P_{atm}}{P_{atm}}$  = Relación de compresión en la entrada de la tubería.
- 1000 Es un factor de conversión.
- *factor* = Es un factor empírico, proporcionado por la tabla que se explica a continuación:

Tabla XXII. Factores para cálculo de pérdidas debido a la fricción en tuberías para cualquier presión inicial

Pies <sup>3</sup> de aire libre Por minuto	DIAMETRO NOMINAL (PULG.)							
	½	¾	1	1 ¼	1 ½	2	2 ½	3
5	12.7	1.2	0.5	-	-	-	-	-
10	50.7	7.8	2.2	0.5	-	-	-	-
15	114	17.6	4.9	1.1	-	-	-	-
20	202	30.4	8.7	2.0	0.9	-	-	-
30	456	70.4	19.6	4.5	2.0	-	-	-
40	811	125.3	34.8	8.1	3.6	-	-	-
50	-	196	54.4	12.6	5.6	1.5	-	-
60	-	282	78.3	18.2	8	2.2	-	-
70	-	385	106.6	24.7	10.9	2.9	1.1	-
80	-	503	139.2	32.3	14.3	3.8	1.5	-
90	-	646	176.2	40.9	18.1	4.8	1.9	-
100	-	785	217.4	50.5	22.3	6	2.3	-
150	-	-	490	113.6	50.3	13.4	5.2	1.6
200	-	-	870	202	89.4	23.9	9.3	2.9
300	-	-	-	454	201	53.7	20.9	6.6
400	-	-	-	-	-	94.7	37.1	11.7
500	-	-	-	-	-	150	58	18.3
600	-	-	-	-	-	215	83.5	26.3

\*Tabla de factores para calcular pérdida debido a fricción en la tubería para cualquier presión inicial, según tesis "Diseño, Montaje y Mantenimiento de Sistemas de Aire Comprimido" Juárez Pizza, Pedro Antonio.

Fuente: Juárez Pizza, Pedro Antonio (1979). *Montaje y mantenimiento de sistemas de aire comprimido*.

En la columna remarcada en verde, se lee el gasto de aire por minuto, que en este caso es de 31.05 CFM. En el cuadro azul, se aprecian los diámetros de la tubería, en pulgadas, usados para encontrar un factor, cuyo valor se aprecia al hacer intersectar la fila que dicta el valor de CFM más próximo al valor obtenido, y la columna del diámetro en cuestión (Juárez, 1979).

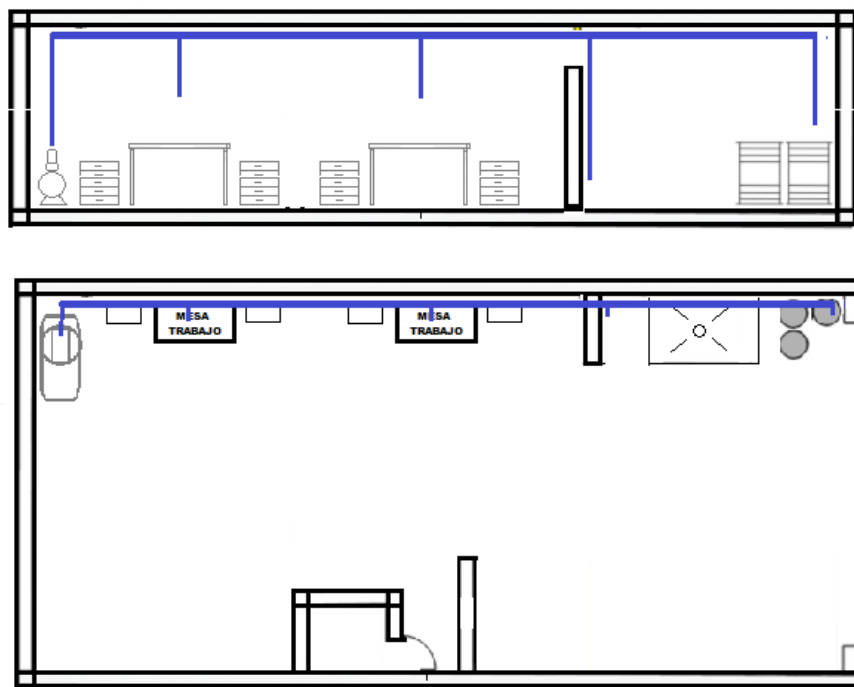
R, se calcula como sigue:

$$R = \frac{90+14.7}{14.7}R = 7.122$$

El único dato que aún falta, es la longitud total de la tubería. Esta no es más que la suma de la longitud de la tubería recta, y la longitud equivalente de cada uno de los accesorios con que se cuenta en la instalación, contando las válvulas que se utilicen (Juárez, 1979).

En orden de hacer lo anterior, se procede al inventario de los accesorios utilizados en la instalación.

Figura 94. **Ubicación de los componentes básicos del sistema de aire comprimido del taller modelo**



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Paint.

En la figura, se muestra, en la parte superior, una elevación aproximada, no a escala de la ubicación del compresor, la línea principal, y las derivaciones

que se tienen contempladas. En la parte inferior, se muestra una planta del lugar, que muestra el área ocupada por el circuito de aire comprimido (Ola, 2003 y Ortiz, 2011).

Figura 95. **Válvula de bola**

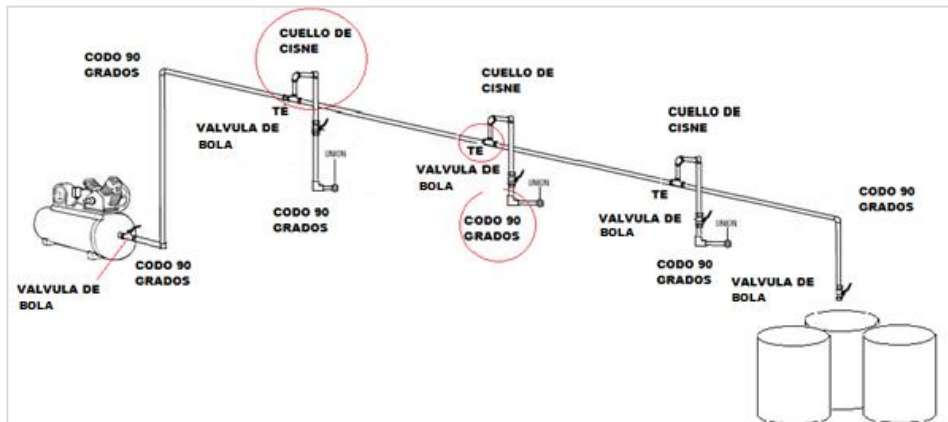


Fuente: STHEXPERT (s.f.). Consultado en diciembre de 2021. Recuperado de <https://sthexpert.standardhidraulica.com>.

Los anteriores esquemas, muestran solamente la cantidad de derivaciones a ser utilizadas. La línea principal sale del compresor, y se deriva dos veces en el área técnica, en cada uno de los bancos de trabajo; luego se deriva en el área de secado, próximo al lavado; y desemboca por la rama de drenado, en los depósitos de reutilización de agua. En estas derivaciones se utilizan codos, té, y válvulas (Ola, 2003 y Ortiz, 2011).

Las válvulas que se emplearán, son válvulas de bola, adecuadas para cuando, como en este caso, se requiere estrangular el flujo con frecuencia. Tienen la característica de que se abre mediante el giro de un eje unido a una esfera perforada, que permite el paso del fluido cuando la perforación se alinea con la dirección del fluido, y lo interrumpe cuando esta queda perpendicular a este (Ola, 2003 y Ortiz, 2011).

Figura 96. Elevación de la disposición de los componentes del sistema de aire comprimido del taller modelo



Fuente: Juárez Pizza, Pedro Antonio (1979). *Montaje y mantenimiento de sistemas de aire comprimido.*

Las longitudes equivalentes para varios accesorios, se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla XXIII. Pérdidas de presión de aire debida a accesorios

ACCESORIOS	TAMAÑO NOMINAL DE LA TUBERÍA (PLG)						
	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2	2 1/2"
CODO	1.55	2.06	2.62	3.45	4.02	5.17	6.16
VÁLVULA DE COMPUERTA	0.36	0.48	0.61	0.81	0.94	1.21	1.4
VÁLVULA DE ÁNGULO	6.65	11.4	14.6	19.1	22.4	28.7	34.3
VÁLVULO DE GLOBO	17.3	22.9	29.1	38.3	44.7	57.4	66.5
TEES	0.62	0.82	1.05	1.38	1.61	2.07	2.47
REDUCCIÓN	0.066	0.132	0.165	0.198	0.231	0.33	0.66
CUELLO DE CISNE	0.627	0.66	0.825	1.07	1.32	1.65	
FILTRO SEPARADOR	0.66	0.99	1.32	1.65	1.96	2.31	3.3

Fuente: Carnicer (1991). *Aire comprimido, teoría y cálculo de instalaciones.*

Para un diámetro de 1/2 pulgada:

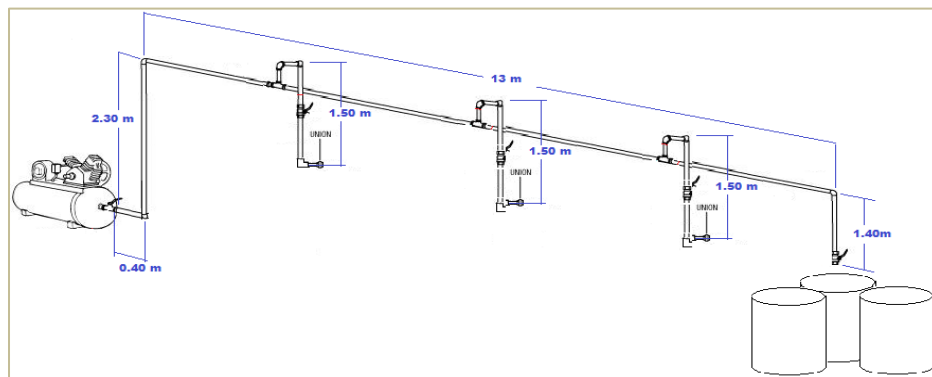
Tabla XXIV. **Cálculo de longitud equivalente para tubería de ½ pulgada de diámetro**

Diámetro de ½ pulgada	Cantidad	Leq	Total
Codos 90 grados	6	1.55	9.3
Válvula de bola	5	17.3	86.5
Tés	3	0.62	1.86
Cuello de cisne	3	0.627	1.881
	Leq. Accesorios		99.541

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

La longitud total, es la suma de la longitud equivalente de los accesorios, y la longitud de tubería recta.

Figura 97. **Cálculo de longitud lineal para tubería de ½ pulgada de diámetro**



Fuente: Juárez Pedro Antonio (1979). *Montaje y mantenimiento de sistemas de aire comprimido.*



$$L \text{ tubería} = 21.6 \times 3.28 \text{ pies}$$

$$L \text{ tubería} = 70.85 \text{ pies}$$

$$L \text{ tubería} = \left[ 0.4 + 2.30 + 13 + (3 \times 1.50) + 1.40 \right] \text{ metros} \times \frac{3.28 \text{ pies}}{1 \text{ metros}}$$

Cuando se tienen ambos datos, se puede proceder entonces a definir la Longitud equivalente total.

$$Leq_{ttl} = L \text{ tubería} + Leq \text{ accesorios}$$

$$Leq_{ttl} = 70.85 \text{ pies} + 99.54 \text{ pies}$$

$$Leq_{ttl} = 170.39 \text{ pies}$$

Contando con toda la información, y extrayendo de la tabla de cálculo de pérdida de presión, los datos para el gasto de aire calculado para instalación:

$$\Delta P = 456 \cdot \frac{170.39}{1000 (7.122)}$$

$$\Delta P = 456 \cdot \frac{170.39}{1000 (7.122)}$$

$$\Delta P = 10.91 \text{ psi}$$

Y el porcentaje de pérdida quedaría:

$$\% H_t = \frac{10.91 \times 100}{120}$$

$$\% H_t = 9.09 \% \text{ de pérdidas}$$

Éste está por encima del 5 % permitido, y se procede a hacer el cálculo para una tubería de diámetro inmediatamente superior, en este caso, ¾ de pulgada.

Tabla XXV. **Cálculo de longitud equivalente para tubería de ¾ pulgada de diámetro**

Diámetro ¾ de pulgada	CANTIDAD	Leq	TOTAL
Codos 90 grados	6	2.06	12.36
Válvula de bola	5	22.9	114.5
Tés	3	0.82	2.46
Cuello de cisne	3	0.66	1.98
	Leq. Accesorios		131.3

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

$$Leq_{ttl} = L \text{ tubería} + Leq \text{ accesorios}$$

$$Leq_{ttl} = 70.85 \text{ pies} + 131.3 \text{ pies}$$

$$Leq_{ttl} = 202.15 \text{ pies}$$

$$\Delta P = 70.4 \cdot \frac{202.15}{1000 (7.122)}$$

$$\Delta P = 456 \cdot \frac{170.39}{1000 (7.122)}$$

$$\Delta P = 1.99 \text{ psi} \cong 2 \text{ psi}$$

Y el porcentaje de pérdida quedaría:

$$\% Ht = \frac{2 \times 100}{120}$$

% Ht = 1.66 % de pérdida.

Valor que se halla satisfactorio, y hace concluir que la tubería elegida, será una tubería de hierro HG, con diámetro de  $\frac{3}{4}$  plg.

Materiales para el circuito de aire comprimido:

**Tabla XXVI. Inventario de accesorios y tubería lineal para sistema de aire comprimido del taller modelo**

	CANTIDAD	PRECIO UNIT	TOTAL
CODOS 90 GRADOS	12	15	180
VALVULA DE BOLA	5	75	375
TES	3	25	75
CUELLO DE CISNE	3	150	450
TUBO GALVANIZADO DE $\frac{3}{4}$	4	285	1140
ACOPLES RAPIDOS DE $\frac{3}{4}$	4	120	480
COMPRESOR	2	3250	6500

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Para la instalación de las líneas de aire comprimido, debe tomarse una pendiente del 1 %, elevándola a su altura original con dos codos de 90 °. Debe

soportarse en intervalos adecuados para asegurar que se mantenga totalmente recta, evitando deflexiones que acumularían condensado. La deformación máxima permisible está dada por la ecuación:

$$Deformacion\ maxima = \frac{5WL^2}{384EI}$$

Donde W es el peso del agua más el peso de la tubería, L es la longitud de la tubería, E es el módulo de elasticidad del acero, e I, la inercia.

Además, se asume que esta tendrá un valor máximo:

$$Deformacion\ maxima = \frac{L}{3600}$$

Igualando las ecuaciones:

$$\frac{L}{3600} = \frac{5WL^2}{384EI}$$

Resolviendo para L:

$$L = \left(\frac{0.0213EI}{W}\right)^{1/3}$$

Para la tubería HG cedula 40, W=1.69 libra-pie.

Para el agua,  $W = 64.4 \pi r^2$  donde 64.4 el peso específico del agua dado en libras por pie cubico. Entonces:

$$W = 64.4 \pi \frac{\left(\frac{1}{12}\right)^2}{4}$$

$$W = 4.215 \text{ libra} - \text{pie}$$

$$W_{total} = 4.215 \text{ libra} - \text{pie} + 1.69 \text{ libra} - \text{pie}$$

$$W_{total} = 5.90 \frac{lb}{pie^2} = 0.4921 \frac{lb}{plg^2}$$

$$E = 30 \times 10^6 \frac{lb}{plg^2}$$

$$I = 2 \pi r^2 t$$

$$I = 2 \pi (0.5)^2 (0.133)$$

$$I = 0.7854 plg^4$$

Sustituyendo datos para L:

$$L = \left( \frac{(0.0213)(30 \times 10^6 \frac{lb}{plg^2})(0.7854 plg^4)}{0.4921 \frac{lb}{plg^2}} \right)^{1/3}$$

$$L \cong 101 plg$$

Lo que en metros sería:

$$L = 101 plg \times \frac{1 pie}{12 plg} \times \frac{1 m}{3.28 pie}$$

$$L = 2.56 m$$

La tubería será instalada en la pared, con abrazaderas a aproximadamente 2.5m de separación entre sí.

El costo de implementar la instalación con las características calculadas, se muestra a continuación:

**Tabla XXVII. Presupuesto para implementación de instalación de aire comprimido en taller modelo**

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL
PISTOLA LIMPIEZA	2	Q. 400.00	Q. 800.00
PISTOLA IMPACTO	3	Q.1,500.00	Q. 4,500.00
PISTOLA INFLADO LLANTAS	1	Q. 200.00	Q. 200.00
COMPRESOR	1	Q.6,500.00	Q. 6,500.00
TOTAL EQUIPO	Q12,000.00		

TUBOS HIERRO GALVANIZADO	4	Q. 285.00	Q. 1,140.00
CODOS 90		Q. 0.00	Q. 0.00
VALVULA DE BOLA	5	Q. 125.00	Q. 625.00
TES	3	Q. 15.00	Q. 45.00
CUELLOS CISNE	3	Q. 150.00	Q. 450.00
ACOPLES RAPIDOS	3	Q. 125.00	Q. 375.00
TOTAL MATERIALES			Q.14,635.00
MO. E INSTALACION			Q. 3,658.75
TOTAL INSTALACION	Q.18,293.75		
TOTAL	Q.30,293.75		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

## **6.2. Instalación eléctrica**

El suministro de energía eléctrica será de 120 v, suministrada por la Empresa Eléctrica de Guatemala S.A.

Se utiliza un espacio rentado que ya cuenta con alguna instalación eléctrica, que se tomará en cuenta parcialmente, y se complementará para contar con el número óptimo de tomacorrientes.

Los trabajos que conlleva la mecánica de motocicletas no demandan otro voltaje, y la instalación de 220 v no se toma en cuenta para el presente caso.

En el área técnica, se debe contar con fácil acceso a tomas de fuerza para la utilización de equipo portátil y el compresor. En el área del lavado se necesita suministro eléctrico para la hidrolavadora, en la recepción las correspondientes para la computadora y equipo de oficina y en las otras áreas, uno o dos tomas en caso hubiera que realizar algún trabajo de reparación.

Para facilitar el acceso, se contarán con 11 tomas, divididas en 2 circuitos. El circuito "A", proveerá energía al área de espera y la recepción y el lavado, con tomas a 30cm sobre el suelo; el circuito B, que alimentará los bancos de trabajo y el compresor. El otro demandante importante de energía eléctrica es el sistema de iluminación, considerado importante por razones de eficiencia como estéticas.

En el diseño de alumbrado de interiores se debe tomar en cuenta el hecho de que la luz no se enfoca directamente en la superficie de trabajo, sino que actúa a través de múltiples reflejos en todas las superficies del recinto: paredes, techo, piso, y el área de trabajo. La cantidad de luz que se refleja, incide en la iluminación percibida por el usuario, y depende de varios factores, como el color

y la textura de las superficies. Esta cantidad de luz reflejada, se muestra dada en porcentaje, llamado coeficiente de reflexión, y es tabulada de la siguiente manera:

**Tabla XXVIII. Coeficiente de reflexión de luz percibida por el usuario**

	Color	Coeficiente de Reflexión
Claros	Blanco	75 – 85
	Marfil	70 – 75
	Colores Pálidos	60 – 70
Semiclaros	Amarillo	55 – 65
	Café Claro	45 – 55
	Verde Claro	40 – 50
	Gris	30 – 50
Oscuros	Azul	25 – 35
	Rojo	15 – 20
	Café Oscuro	10 - 15

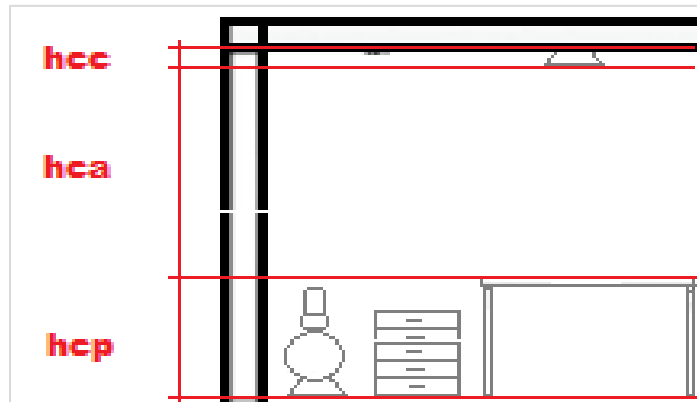
Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

El local a iluminar es de forma rectangular y en el habrá bancos de trabajo sobre los que se realizaran tareas de mecánica diversas. Se debe asegurar una iluminancia promedio en todo el local y no solo en lugares específicos.

Los parámetros que describen el local son:



Figura 98. **Dimensiones para el cálculo de iluminación de ambientes cerrados**



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Paint.

- Altura: 3m, ancho: 10m, largo: 13m
- Color de paredes y techo: Blanco
- Color de piso: Azul
- Plano de trabajo: 1m
- Hcc: Altura de suspensión: 0.2m
- Hca: Altura de ambiente: 1.8m
- Hcp: Altura plano de trabajo: 1m

Con esta información, se asigna el valor de reflectancias de las superficies: paredes, piso y techo, dividiendo el ambiente en tres cavidades o espacios, y se calculan las llamadas relaciones las cavidades zonales respectivas: cavidad de cielo hcc, cavidad del piso, hcp, y cavidad de ambiente, hca:

$$R_{cc} = \frac{5 (0,2)(13 + 10)}{13 \times 10} = \frac{5 (0,2)(26)}{130} = 0.177$$

$$R_{cp} = \frac{5 (1)(26)}{130} = 0.88$$

$$R_{ca} = \frac{5 (1.8)(26)}{130} = 1.5923$$

Con estos datos se puede encontrar las llamadas reflectancias efectivas. Estas son la razón entre el flujo luminoso reflejado por cada superficie, y el flujo que incide sobre ella.

La tabla correspondiente se utiliza tanto para obtener el valor de reflectancia efectiva de la cavidad de cielo, como la del piso.

Para el cielo, que es de color blanco, con un cociente de reflexión promedio de entre 75 y 85 %, se tomara un valor medio de 80, valor que se ubica en la segunda columna.

Las paredes, color blanco, con un con un cociente de reflexión promedio de entre 75 y 85 %, se tomará un valor medio de 80, valor que se ubica en la quinta columna definida por la segunda línea, que tiene las reflectancias de las paredes.

Al hacer intersectar esta quinta columna, con la fila del valor más próximo a  $R_{cc}=0.177$ , se obtiene el valor de la  $P_{cc}$  deseada, el cual es de 79.

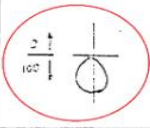
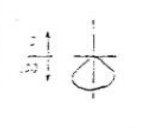
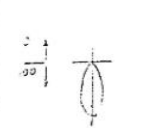
Tabla XXIX. Reflectancias efectivas de cavidad de cielo o piso en porcentaje

Reflectancia Piso o Cielo	90				80				70			50			30				10			
Ref. Pared	90	70	50	30	80	70	50	30	70	50	30	70	50	30	65	50	30	10	50	30	10	
0	90	90	90	90	80	80	80	80	70	70	70	50	50	50	30	30	30	30	10	10	10	
Rcc= 0.1	90	89	88	87	79	79	78	78	69	69	68	59	49	48	30	30	29	29	10	10	10	
0.177	0.2	89	88	86	85	79	78	77	76	68	67	66	49	48	47	30	29	29	28	10	10	9
0.3	89	87	85	83	78	77	75	74	68	66	64	49	47	46	30	29	28	27	10	10	9	
0.4	88	86	83	81	78	76	74	72	67	65	63	48	46	45	30	29	27	26	11	10	9	
0.5	88	85	81	78	77	75	73	70	66	64	61	48	46	44	29	28	27	25	11	10	9	
0.6	88	84	80	76	77	75	71	68	65	62	59	47	45	43	29	28	26	25	11	10	9	
RCC 0.7	88	83	78	74	76	74	70	66	65	61	58	47	44	42	29	28	26	24	11	10	8	
0.8	87	82	77	73	75	73	69	65	64	60	56	47	43	41	29	27	25	23	11	10	8	
RCP 0.9	87	81	76	71	75	72	68	63	63	59	55	46	43	40	29	27	25	22	11	9	8	
1.0	86	80	74	69	74	71	66	61	63	58	53	46	42	39	29	27	24	22	11	9	8	
1.1	86	79	73	67	74	71	65	60	62	57	52	46	41	38	29	26	24	21	11	9	8	
1.2	86	78	72	65	73	70	64	58	61	56	50	45	41	37	29	26	23	20	12	9	7	
1.3	85	78	70	64	73	69	63	57	61	55	49	45	40	36	29	26	23	20	12	9	7	
1.4	85	77	69	62	72	68	62	55	60	54	48	45	40	35	28	26	22	19	12	9	7	
1.5	85	76	68	61	72	68	61	54	59	53	47	44	39	34	28	25	22	18	12	9	7	

Fuente: Repositorio (s.f.). *Reflectancia*. Consultado en enero de 2022. Recuperado de <https://repositorio.sena.edu.co/>.

Ahora, con el valor de  $P_{cc} = 79$ ; una  $R_{ca} = 1.6 \cong 2$ ; y una reflectancia de pared de 80, se obtiene en la tabla de coeficientes de utilización un valor de  $K = 0.81$ .

Tabla XXX. Coeficientes de utilización según tipo de luminaria

Distribución típica	P <sub>cc</sub> → 80				70				50				30				10					
	P <sub>d</sub>	70	50	30	10	70	50	30	10	70	50	30	10	70	50	30	10	70	50	30	10	
	RCA	Coeficientes de utilización, método cavidad zonal, P <sub>ap</sub> = 20																				
	2	.85	.84	.82	.79	.84	.81	.79	.77	.77	.75	.74	.73	.72	.71	.70	.69	.68				
	3	.81	.77	.73	.70	.79	.75	.71	.69	.71	.69	.66	.65	.65	.64	.63	.62	.61	.60	.59	.57	
	4	.76	.70	.66	.62	.74	.69	.65	.61	.66	.63	.60	.58	.58	.55	.52	.50	.49	.48	.47	.45	
	5	.71	.64	.59	.56	.69	.63	.59	.55	.61	.57	.54	.53	.52	.49	.46	.44	.43	.42	.41	.39	
	6	.67	.59	.54	.50	.65	.58	.53	.49	.56	.52	.49	.48	.46	.44	.42	.41	.40	.39	.38	.37	
	7	.63	.55	.49	.45	.61	.54	.49	.45	.52	.47	.44	.43	.42	.40	.39	.38	.37	.36	.35	.34	
	8	.59	.50	.45	.41	.57	.49	.44	.41	.48	.43	.40	.40	.39	.38	.37	.36	.35	.34	.33	.32	
	9	.55	.46	.41	.37	.54	.45	.40	.37	.44	.40	.36	.36	.35	.34	.33	.32	.31	.30	.29	.28	
	10	.51	.43	.37	.34	.50	.42	.37	.33	.41	.36	.33	.33	.32	.31	.30	.29	.28	.27	.26	.25	
	10	.47	.38	.32	.29	.46	.37	.32	.29	.36	.31	.28	.28	.27	.26	.25	.24	.23	.22	.21	.20	
	1	.73	.70	.68	.66	.71	.68	.67	.65	.66	.64	.63	.63	.62	.61	.61	.60	.59				
	2	.67	.63	.59	.56	.66	.62	.58	.56	.59	.57	.54	.57	.55	.53	.55	.54	.52	.51	.50	.49	
	3	.62	.57	.52	.49	.61	.56	.52	.48	.54	.50	.47	.52	.49	.47	.47	.46	.44	.44	.43	.42	
	4	.58	.51	.46	.43	.57	.50	.46	.42	.49	.45	.42	.47	.44	.41	.46	.44	.41	.41	.40	.39	
	5	.53	.46	.41	.37	.52	.45	.40	.37	.44	.40	.36	.43	.39	.36	.41	.38	.35	.35	.34	.33	
	6	.50	.42	.36	.33	.48	.41	.36	.32	.40	.35	.32	.39	.35	.32	.38	.34	.31	.31	.30	.29	
	7	.46	.38	.32	.29	.45	.37	.32	.29	.36	.32	.28	.35	.31	.28	.34	.31	.28	.28	.27	.26	
	8	.42	.34	.29	.25	.41	.33	.28	.25	.32	.28	.25	.32	.28	.25	.31	.27	.24	.24	.23	.22	
	9	.39	.31	.25	.22	.38	.30	.25	.22	.29	.25	.22	.29	.24	.21	.27	.24	.21	.21	.20	.19	
	10	.36	.28	.23	.19	.36	.27	.23	.19	.27	.22	.19	.26	.22	.19	.25	.22	.19	.19	.18	.17	
	1	.98	.96	.95						.92	.91	.90				.87	.86	.85				
	2	.94	.91	.89						.89	.87	.86				.85	.84	.83				
	3	.90	.87	.85						.87	.85	.83				.83	.82	.80				
	4	.87	.83	.81						.84	.81	.80				.81	.79	.78				
	5	.83	.80	.77						.81	.78	.76				.79	.77	.75				
	6	.81	.77	.75						.79	.76	.74				.77	.75	.73				
	7	.78	.74	.72						.76	.73	.71				.74	.72	.70				
	8	.75	.72	.69						.74	.71	.69				.72	.70	.68				
	9	.73	.69	.67						.72	.68	.66				.70	.68	.66				
	10	.70	.67	.64						.69	.66	.64				.68	.67	.66				

Fuente: Repositorio (s.f.). *Reflectancia*. Consultado en enero de 2022. Recuperado de <https://repositorio.sena.edu.co/>.

Y si se asume, que se le va a realizar un adecuado mantenimiento periódico a las instalaciones, se podría tomar un coeficiente de mantenimiento C.M.= 0.65.

Cálculo del flujo total:

$$\Phi_T = \frac{(E)(Area)}{(K)(F.M.)}$$

$$\Phi_T = \frac{(400)(13x10)}{0.81 x 0.65}$$

$$\Phi_T = 98765 \text{ lm}$$

El espaciamiento prudente entre lámparas normalmente se toma como 1.25 hca, por lo que tendría un valor de  $1.25 \times 1.8\text{m} = 2.25\text{m}$ . Con el espaciamiento definido, se puede hallar el número de luminarias que serán necesarias para cubrir la extensión del taller.

$$\text{No de luminarias horizontal} = \frac{13\text{m}}{2.25\text{m}}$$

$$\text{No de luminarias horizontal} = 5.7$$

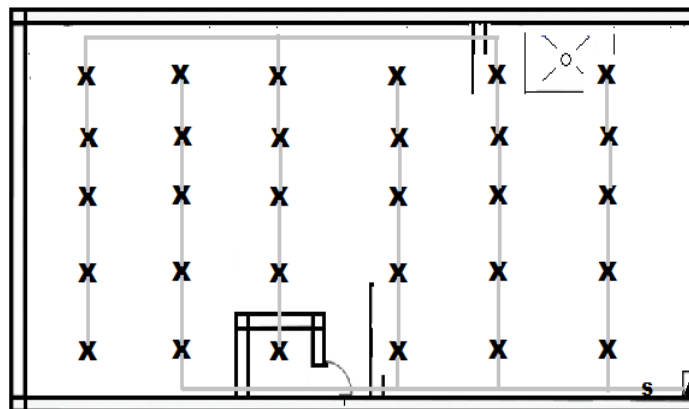
Se tomarán 6 lámparas en dirección noroeste.

$$\text{No de luminarias vertical} = \frac{10\text{m}}{2.25\text{m}}$$

$$\text{No de luminarias horizontal} = 4.44$$

Se tomarán 5 lámparas en dirección suroeste. Con esto, se concluye que el número necesario de luminarias, es de  $6 \times 5 = 30$

Figura 99. **Disposición de luminarias en el techo del taller modelo**



Fuente: Repositorio (s.f.). *Luminarias*. Consultado en enero de 2022. Recuperado de <https://repositorio.sena.edu.co>.

Para hallar la lámpara adecuada, se divide el flujo total de 98765 lm, dentro de las 30 lámparas, para obtener los lúmenes con los que tiene que contar cada lámpara a elegir.

$$lm \text{ lámpara elegida} = \frac{98765lm}{30 \text{ lámpara}}$$

$$lm \text{ lámpara elegida} = 3292 \frac{lm}{lámpara}$$

Cuando se toman las opciones presentes en el mercado, se pueden escoger lámparas, cada una de dos tubos LED de 1800 lm, con la siguiente descripción técnica:

Figura 100. **Luminaria elegida para ser utilizada en la iluminación del taller modelo**



Fuente: CELASA (s.f.). *Categoría iluminación*. Consultado en enero de 2022.  
Recuperado de [www.celasa.com.gt](http://www.celasa.com.gt).

Se necesitan 60 tubos LED para el sistema de iluminación. Y el consumo pico de electricidad sería aproximadamente el siguiente:

Tabla XXXI. **Consumo de potencia del equipo eléctrico utilizado**

	Potencia HP	Potencia W
SOLDADORA	3.8kVA (FP=0.8)	3040
COMPRESOR	3.5	2609
ESMERILADORA	0.94	700
LAVADORA A PRESION	2	1500
BOMBA DE AGUA	0.5	372
ILUMINACION	1.6	1200
ESMERIL	0.25	186.42
TALADRO	0.87	650
SIERRA CIRCULAR	2	1500
CARGA BATERIAS	0.02	20
COMPUTADORA	0.53	400
TV	0.53	400
CAFETERA	1.07	800
MARQUESINA	0.27	200
MINICOMPONENTE	0.25	190
		13.76742

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

El presupuesto para implementar la instalación eléctrica con la que funcionaría el taller modelo, esta descrito en la siguiente tabla:

**Tabla XXXII. Presupuesto de la instalación eléctrica del taller modelo**

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL
LAMPARAS BASE	30	Q85.00	Q2,550.00
TUBOS LED	60	Q61.00	Q3,660.00
FLIP ON 20A	3	Q35.00	Q105.00
SWITCHES 3WAY	4	Q35.00	Q140.00
TUBO	12	Q65.00	Q780.00
CABLE	300	Q3.00	Q900.00
CAJA FUSIBLES	1	Q350.00	Q350.00
ABRAZADERAS	50	Q4.00	Q200.00
CAJAS RECTANGULARES	12	Q10.00	Q120.00
COPLES PARA TUBERIA	25	Q8.00	Q200.00
CAJAS OCTAGONALES	8	Q14.00	Q112.00
TOMACORRIENTES DADO	10	Q35.00	Q350.00
PUESTA A TIERRA	1	Q1,500.00	Q1,500.00
TOTAL MATERIALES			Q10,967.00
MO. E INSTALACION			Q2,741.75
TOTAL			Q13,708.75

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.



### 6.3. Ventilación y acondicionamiento de aire

Según el Acuerdo Gubernativo 229-2014, Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional, del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala, todos los locales de trabajo deben contar con un sistema de ventilación que asegure la renovación de aire en el recinto en relación con la tarea que se desarrolle, y mantenga la temperatura en niveles de confort adecuados para los usuarios.

Todos los cuerpos, incluido el de las personas, pierden calor al estar en un lugar con temperatura menor que la corporal, y ganan calor al estar en un medio con temperatura mayor a la corporal. El calor latente, es el que se da al subir la temperatura del aire de un espacio determinado. El calor sensible, aumenta con la humedad contenida en el aire del ambiente (Inzunza, 2013).

Las formas en las que el cuerpo puede intercambiar calor, son la *convección*, en la que el aire que rodea al cuerpo gana calor de este y se aleja, llevándose consigo el calor; la *radiación*, en la que el calor se transmite por el espacio hacia los objetos cercanos; y por evaporación, a través de la respiración y transpiración (Inzunza, 2013).

Si se habla de las instalaciones del taller, dadas las condiciones climáticas de Guatemala, se ocupará más de las formas en las que el recinto, pueda ganar calor, afectando el confort al trabajar, y no se trataran aquellas que tengan que ver con calefacción, dado que las condiciones ambientales en el país casi nunca lo propician. Las ganancias de calor en una instalación como la del taller, son principalmente:

- La conducción mediante paredes, techos y vidrios de ventanas

- Conducción por medio de divisiones internas o cielos falsos
- Radiación solar a través de vidrios
- Radiación por alumbrado eléctrico
- Ganancia de calor por ocupantes
- Ganancia de calor por equipos
- Infiltración de aire por aberturas

Cabe mencionar que las primeras tres, y la debida a iluminación, aumentan el calor latente, mientras que las demás, aumentan predominantemente el calor sensible.

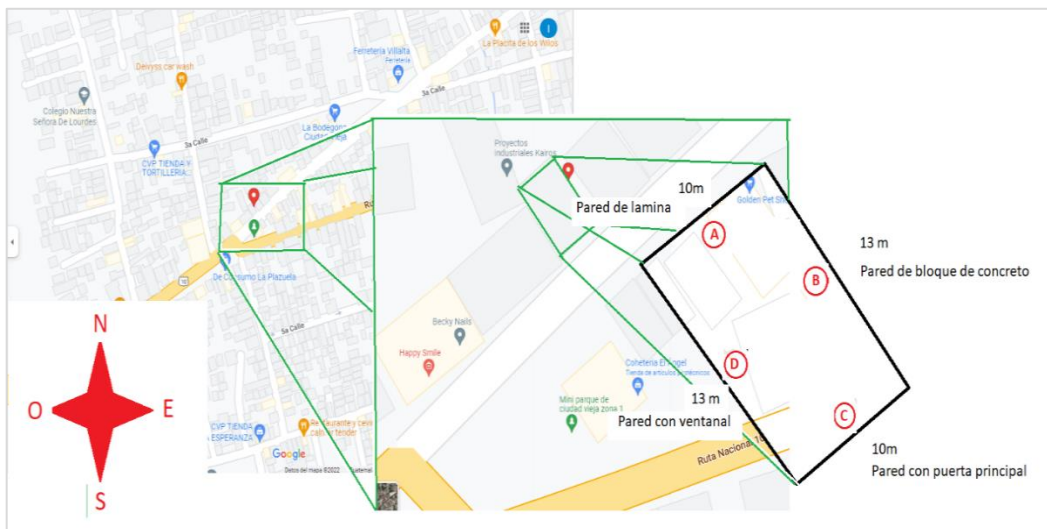
Cuando se miden las ganancias de calor de una construcción, se puede saber la cantidad de calor que debe ser retirado, o introducido para controlar las condiciones del aire en el recinto, como son la humedad, la temperatura y el movimiento del aire ajustándolos para lograr los niveles de confort deseados. La velocidad a la que se extrae el calor de un recinto para mantener estos niveles se conoce como Carga de enfriamiento (Ola, 2003).

Para el taller, que se asume localizado en Guatemala, con latitud 14 °N, y para la fecha 21 de julio, a las 14 horas, y una temperatura de diseño interior de 78 °F, y una temperatura de diseño exterior de 85 °F, se calcularan las principales ganancias de calor, con el fin de averiguar la carga de enfriamiento y dimensionar correctamente o incluso valorar la no necesidad de un aparato de acondicionamiento de aire. Las características de la construcción son:

- Dimensiones: 13 m de largo, 10 m de ancho, 3 m de alto
- Techo de lámina de acero, a un agua con pendiente de 50 cm, sin cielo falso suspendido.

- Paredes:
  - La pared noreste, de bloque de concreto ligero de 4 pulgadas, sin ventanas. (B)
  - La pared suroeste, de bloque de concreto ligero con una ventana de 1.5 metros de alto por 13 metros de largo. (D)
  - La pared noroeste, es de lámina de acero, sin ventanas. (A)
  - La pared sureste, es de bloque de concreto, con una puerta que se mantiene abierta, y que mide 2.75 metros de alto por 3 metros de ancho. (C)
- La ventana es de vidrio de ¼ de pulgada, transparente, y la puerta es de metal.

Figura 101. Plano de orientación del local ocupado por el taller modelo



Fuente: elaboración propia, realizado con Google maps.

La ganancia de calor por conducción mediante paredes, techo y vidrios que dan al exterior se calculan con la siguiente ecuación:

$$Q = UxAxDTCE$$

Donde:

- Q = ganancia de calor neta del recinto por conducción a través de techos, paredes y ventanas que dan al exterior, en BTU/h.
- U = Coeficiente general de transferencia de calor para techos, en BTU/h-ft<sup>2</sup>-°F. Fig. 116, descripción de la construcción lámina de metal con aislamiento de 1 o 2 pulgadas, encerrado en círculo rojo.

Tabla XXXIII. Diferencia de temperaturas para carga de enfriamiento

CONDUCCIÓN A TRAVÉS DE LA ESTRUCTURA EXTERIOR 137

**TABLA 6.1 DIFERENCIAS DE TEMPERATURA PARA CARGAS DE ENFRIAMIENTO (DTCE) PARA CALCULAR CARGAS DEBIDAS A TECHOS PLANOS, 1°F**

Techo No.	Descripción de la construcción	Hora Peso, lb/ft <sup>2</sup>	Valor de U, BTU/h Ft <sup>2</sup> -°F	Hora solar, h																							
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
				Sin cielo raso suspendido																							
1.	Lámina de metal con aislamiento de 1 o 2 in (8)	7	0.213 (0.124)	1	-2	-3	-3	-5	-3	6	19	34	49	61	71	79	77	70	59	45	30	18	12	8	5	3	
2.	Madera de 1 in con aislamiento de 1 in	8	0.124																								
3.	Concreto ligero de 4 in	18	0.213	9	5	2	0	-2	-3	-3	1	9	20	32	44	55	64	70	73	71	66	57	45	34	25	18	13
4.	Concreto pesado de 2 in con aislamiento de 2 in	29	0.206 (0.122)	12	8	5	3	0	-1	-1	3	11	20	30	41	51	59	65	66	66	62	54	45	36	29	22	17
5.	Madera de 1 in con aislamiento de 2 in	19	0.109	3	0	-3	-4	-5	-7	-6	-3	5	16	27	39	49	57	63	64	62	57	48	37	26	18	11	7
6.	Concreto ligero de 6 in	24	0.158	22	17	13	9	6	3	1	1	3	7	15	23	33	43	51	58	62	64	62	57	50	42	35	28
7.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 1 in	13	0.130	29	24	20	16	13	10	7	6	6	9	13	20	27	34	42	48	53	55	56	54	49	44	39	34
8.	Concreto ligero de 8 in	31	0.126	35	30	26	22	18	14	11	9	7	7	9	13	19	25	33	39	46	50	53	54	53	49	45	40
9.	Concreto pesado de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in (52)	52	0.200 (0.120)	25	22	18	15	12	9	8	8	10	14	20	26	33	40	46	50	53	53	52	48	43	38	34	30
10.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 2 in	13	0.093	30	26	23	19	16	13	10	9	8	9	13	17	23	29	36	41	46	49	51	50	47	43	39	35
11.	Sistema de terrazas de techo	75	0.106	34	31	28	25	22	19	16	14	13	13	15	18	22	26	31	36	40	44	45	46	45	43	40	37
12.	Concreto pesado de 6 in con aislamiento de 1 o 2 in (75)	75	0.192 (0.117)	31	28	25	22	20	17	15	14	14	16	18	22	26	31	36	40	43	45	45	44	42	40	37	34
13.	Madera de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in (18)	17	0.106 (0.078)	38	36	33	30	28	25	22	20	18	17	16	17	18	21	24	28	32	36	39	41	43	43	42	40
				Con cielo raso suspendido																							
1.	Lámina de acero con aislamiento de 1 o 2 in (10)	9	0.134 (0.092)	2	0	-2	-3	-4	-4	-1	9	23	37	50	62	71	77	78	74	67	56	42	28	18	12	8	5
2.	Madera de 1 in con aislamiento de 1 in	10	0.115	20	15	11	8	5	3	2	3	7	13	21	30	40	48	55	60	62	58	51	44	37	30	25	
3.	Concreto ligero de 4 in	20	0.134	19	14	10	7	4	2	0	4	10	19	29	39	48	56	62	65	64	61	54	46	38	30	24	
4.	Concreto pesado de 2 in con aislamiento de 1 in	30	0.131	28	25	23	20	17	15	13	13	14	16	20	25	30	35	39	43	46	47	46	44	41	38	35	32
5.	Madera de 1 in con aislamiento de 2 in	10	0.083	25	20	16	13	10	7	5	5	7	12	18	25	33	41	48	53	57	57	56	52	46	40	34	29
6.	Concreto ligero de 6 in	26	0.109	32	28	23	19	16	13	10	8	7	8	11	16	22	28	36	42	48	52	54	54	51	47	42	37
7.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 1 o 2 in (15)	15	0.096	34	31	29	26	23	21	18	16	15	15	16	18	21	25	30	34	38	41	43	44	44	42	40	37

Fuente: ASHRAE Hand Book (1995). Conducción a través de la estructura exterior.

Para paredes, en BTU/h-ft<sup>2</sup>-°F, en las líneas marcadas con los números 1, para las paredes de bloque de concreto ligero; y 2, para la pared de lámina, donde se optará por el valor menor, se aproxima lo más posible a la condición real de la pared.

Tabla XXXIV. Descripción de grupos de construcción de paredes

1. TABLA 6.3. DESCRIPCIÓN DE GRUPOS DE CONSTRUCCIÓN DE PAREDES

Grupo No.	Descripción de la construcción	Peso, lb/ft <sup>2</sup>	Valor de U, BTU/(h-ft <sup>2</sup> -°F)	Capacidad calorífica, BTU/(ft <sup>2</sup> -°F)
<b>Ladrillo de vista de 4 in + (Ladrillo)</b>				
C	Espacio de aire + ladrillo de vista de 3 in	83	0.358	18.3
D	Ladrillo común de 4 in	90	0.415	18.4
C	Aislamiento de 1 in o espacio de aire + ladrillo común de 4 in	90	0.174-0.301	18.4
B	Aislamiento de 2 in + ladrillo común de 4 in	88	0.111	18.5
B	Ladrillo común de 8 in	130	0.302	26.4
A	Aislamiento o espacio de aire + ladrillo común de 8 in	130	0.154-0.243	26.4
<b>Ladrillo de vista de 4 in + (Concreto pesado)</b>				
C	Espacio de aire + concreto de 2 in	94	0.350	19.7
B	Aislamiento de 2 in + concreto de 4 in	97	0.116	19.8
A	Espacio de aire o aislamiento + concreto de 8 in o más	143-190	0.110-0.112	29.1-38.4
<b>Ladrillo de vista de 4 in + (bloque de concreto ligero o pesado)</b>				
E	Bloque de 4 in	62	0.319	12.9
D	Bloque de 8 in	70	0.274	15.1
C	Espacio de aire o aislamiento de 1 in + bloque de 6 u 8 in	73-89	0.221-0.275	15.5-18.5
B	Aislamiento de 2 in + bloque de 8 in	89	0.096-0.107	15.5-18.6
<b>Ladrillo de vista de 4 in + (azulejo de barro)</b>				
D	Azulejo de 4 in	71	0.381	15.1
D	Espacio de aire + azulejo de 4 in	71	0.281	15.1
C	Aislamiento + azulejo de 4 in	71	0.169	15.1
C	Azulejo de 8 in	96	0.275	19.7
B	Espacio de aire o aislamiento de 1 in + azulejo de 8 in	96	0.142-0.221	19.7
A	Aislamiento de 2 in + azulejo de 8 in	97	0.097	19.8
<b>Pared de concreto pesado + (acabado)</b>				
E	Concreto de 4 in	63	0.585	12.5
D	Concreto de 4 in + aislamiento de 1 o 2 in	63	0.119-0.200	12.5
C	Aislamiento de 2 in + concreto de 4 in	63	0.119	12.7
C	Concreto de 8 in	109	0.490	21.9
B	Concreto de 8 in + aislamiento de 1 o 2 in	110	0.115-0.187	22.0
A	Aislamiento de 2 in + concreto de 8 in	110	0.115	21.9
E	Concreto de 12 in	156	0.421	31.2
A	Concreto de 12 in + aislamiento	156	0.113	31.3
<b>Bloque de concreto ligero y pesado + (acabado)</b>				
F	Bloque de 4 in + espacio de aire o aislamiento	29-36	0.161-0.263	5.7-7.2
E	Aislamiento de 2 in + bloque de 4 in	29-37	0.105-0.114	5.8-7.3
E	Bloque de 8 in	41-57	0.294-0.402	6.3-11.3
D	Concreto de 8 in + espacio de aire o aislamiento	41-57	0.149-0.173	8.3-11.3
<b>Azulejo de barro + (acabado)</b>				
F	Azulejo de 4 in	39	0.419	7.8
F	Azulejo de 4 in + espacio de aire	39	0.303	7.8
E	Azulejo de 4 in + aislamiento de 1 in	39	0.175	7.9
D	Aislamiento de 2 in + azulejo de 4 in	40	0.110	7.9
D	Azulejo de 8 in	63	0.296	12.5
C	Azulejo de 8 in + espacio de aire o aislamiento de 1 in	63	0.151-0.231	12.6
B	Aislamiento de 2 in + azulejo de 8 in	63	0.099	12.6
<b>Pared de lámina (cortina metálica)</b>				
G	Con o sin espacio de aire + 1, 2 o 3 in de aislamiento	5-6	0.091-0.230	0.7
<b>Pared de basalto</b>				
G	Aislamiento de 1 a 3 in	16	0.081-0.178	3.2

Fuente: ASHRAE Hand Book (1995). Construcción de paredes.

A = Área del techo, pared o vidrios, en ft<sup>2</sup>

Tabla XXXV. **Áreas del Techo**

	Lado 1	Lado 2	Área	Área sin ventanas o puertas	
Techo	10	13	130		Incluye pendiente de techo
Pared A	10		27.5		
Pared B	13	3	39		
Pared C	10		27.5	19.25	Incluye pendiente de techo, sin puerta
Pared D	13	2.5	32.5		Sin el área correspondiente a ventanas
Ventanas	1.5	13	19.5		
Puertas	2.75	3	8.25		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

DTCE = Diferencia de temperaturas para carga de enfriamiento en °F.  
 Tabla XXXVI, fila 1, descripción de la construcción “Lamina de metal con aislamiento de 1 o 2 pulgadas”, para techos planos, a las 14 horas, sin cielo raso suspendido, encerrado en círculo verde; y Tabla XXXVI, para las paredes, según su orientación, a las 14 horas, señalado como se muestra.

Tabla XXXVI. Diferencias de temperatura para carga de enfriamiento para cálculo de paredes

Latitud norte,	Hora solar, h																								Hora de la DTCE máxima	DTCE mínima	DTCE máxima	Diferencia de DTCE	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24					
Paredes grupo E																													
N	12	10	8	7	5	4	3	4	5	6	7	9	11	13	15	17	19	20	21	23	20	18	16	14	20	3	22	19	
NE	13	11	9	7	6	4	5	9	15	20	24	25	25	25	26	26	26	26	25	24	22	19	17	15	16	4	26	22	
E	14	12	10	8	6	5	6	11	18	23	28	33	36	38	40	41	41	40	38	35	32	30	27	24	21	18	15	12	
SE	15	12	10	8	7	5	5	8	12	19	25	31	35	37	37	36	34	33	31	28	26	23	20	17	15	5	37	32	
S	16	12	10	8	7	5	5	7	10	17	23	29	33	35	36	35	33	31	28	25	22	19	16	13	11	10	1	39	34
SW	22	18	15	12	10	8	6	5	5	6	7	9	12	13	24	32	38	43	45	44	40	35	30	26	19	5	45	40	
W	26	21	17	14	11	9	7	6	6	6	7	9	11	11	20	27	36	43	49	49	45	40	34	29	20	6	49	43	
NW	20	17	14	11	9	7	6	5	5	5	6	8	10	10	16	20	26	32	37	38	36	32	28	24	20	5	38	33	
Paredes grupo F																													
N	8	6	5	3	2	1	2	4	6	7	9	11	14	17	19	21	22	23	24	23	20	16	13	11	19	1	24	23	
NE	9	7	5	3	2	1	5	14	23	28	30	29	28	27	27	27	27	26	24	22	19	16	13	11	11	1	30	29	
E	10	7	6	4	3	2	6	17	28	38	44	45	43	39	36	34	32	30	27	24	21	17	15	12	12	2	45	43	
SE	10	7	6	4	3	2	4	10	19	28	36	41	43	42	39	36	34	31	28	25	21	18	15	12	13	2	43	41	
S	10	8	6	4	3	2	1	1	3	7	13	20	27	34	38	39	38	35	31	26	22	18	15	12	16	1	39	38	
SW	15	11	9	6	5	4	3	2	4	5	8	11	17	26	35	44	50	53	52	45	37	28	23	18	18	2	53	51	
W	17	13	10	7	5	4	3	3	4	6	8	11	14	20	28	39	49	57	60	54	43	34	27	21	19	3	60	57	
NW	14	10	8	6	4	3	2	2	3	5	8	10	13	15	21	27	35	42	46	43	35	28	22	18	19	2	46	44	
Paredes grupo G																													
N	3	2	1	0	-1	2	7	8	9	12	15	18	21	23	24	24	25	26	22	15	11	9	7	5	18	-1	26	27	
NE	3	2	1	0	-1	9	27	36	39	35	30	26	26	27	27	26	25	22	18	14	11	9	7	5	9	-1	39	40	
E	4	2	1	0	-1	11	31	47	54	55	50	40	33	31	30	29	27	24	19	15	12	10	8	6	10	-1	55	56	
SE	4	2	1	0	-1	5	18	32	42	49	51	48	42	36	32	30	27	24	19	15	12	10	8	6	11	-1	51	52	
S	4	2	1	0	-1	0	1	5	12	22	31	39	45	46	43	37	31	25	20	15	12	10	8	5	14	-1	46	47	
SW	5	4	3	1	0	0	2	5	8	12	16	26	38	50	59	63	61	52	37	24	17	13	10	8	16	0	63	63	
W	6	5	3	2	1	1	2	5	8	11	15	19	27	41	56	67	72	67	49	29	20	15	11	8	17	1	72	71	
NW	5	3	2	1	0	0	2	5	8	11	15	18	21	27	37	47	55	55	41	25	17	13	10	7	18	0	55	55	

Fuente: ASHRAE Hand Book (1995). Diferencia de temperaturas.

Estos valores de DTCE se deben corregir como sigue:

$$DTCEe = (DTCE + LM) \times K + (78 - tR) + (to - 85) \times f$$

Donde LM es la corrección por latitud y mes, aplicable a paredes y techos, como es el caso para Antigua Guatemala, su latitud es Norte 14 °, por lo que de la Tabla XXXVII se elige la latitud más cercana, es decir 16; y para el mes en cuestión: julio.



Tabla XXXVII. Corrección de la DTCE por latitud y mes, para aplicar a paredes y techos

140 CAPÍTULO 6 CÁLCULO DE CARGAS DE ENFRIAMIENTO

**TABLA 6.4. CORRECCIÓN DE LA DTCE POR LATITUD Y MES, PARA APLICAR A PAREDES Y TECHOS, LATITUDES NORTE, °F**

Latitud	Mes	N	NNE NNW	NE NW	ENE WNW	E W	ESE WSW	SE SW	SSE SSW	S	HORA
0	Dic	-3	-5	-5	-5	-2	-0	3	6	9	-1
	Ene/Nov	-3	-5	-4	-4	-1	-0	2	4	7	-1
	Feb/Oct	-3	-2	-2	-2	-1	-1	0	-1	0	0
	Mar/Sept	-3	0	1	-1	-1	-3	-3	-5	-8	-1
	Abr/Ago	5	4	3	0	-2	-5	-6	-8	-8	-2
	May/Jul	10	7	5	0	-3	-7	-8	-9	-8	-4
	Jun	12	9	5	0	-3	-7	-9	-10	-8	-5
8	Dic	-4	-6	-6	-6	-3	0	4	8	12	-5
	Ene/Nov	-3	-5	-6	-5	-2	0	3	6	10	-4
	Feb/Oct	-3	-4	-3	-3	-1	-1	1	2	4	-1
	Mar/Sept	-3	-2	-1	-1	-1	-2	-2	-3	-4	0
	Abr/Ago	2	2	2	0	-1	-4	-5	-7	-7	-1
	May/Jul	7	5	4	0	-2	-5	-7	-9	-7	-2
	Jun	9	6	4	0	-2	-6	-8	-9	-7	-2
16	Dic	-4	-6	-8	-8	-4	-1	4	9	13	-9
	Ene/Nov	-4	-6	-7	-7	-4	-1	4	8	12	-7
	Feb/Oct	-3	-5	-5	-4	-2	0	2	5	7	-4
	Mar/Sept	-3	-3	-2	-2	-1	-1	0	0	0	-1
	Abr/Ago	1	0	0	-1	-1	-3	-2	-5	-6	0
	May/Jul	4	3	3	0	-1	-4	-5	-7	-7	0
	Jun	6	4	1	-1	-1	-4	-6	-8	-7	0

Techo (A) y (B) (C) y (D)

Fuente: ASHRAE Hand Book (1995) Corrección de la DTCE.

- K, es una corrección por el color de la superficie. Tiene un valor de 1 para techos oscuros, y 0.65 para paredes de color claro.
- $t_R$ , es la temperatura del recinto deseada, que para este caso va a ser de 80 °F, y  $t_o$  es la temperatura de diseño exterior promedio, con un valor de 85 °F.
- f es el factor de corrección para ventilación del cielo raso. Se usa 1 cuando no se tienen ventiladores de entrepiso, como es en este caso. Este se aplica solo para el techo.



Sabiendo lo anterior se pasa a corregir las DTCE para los elementos constructivos: Para techo, con LM con valor de 4, y DTCE de 79, se realiza el cálculo:

$$DTCE = (79 + 4) \times 1 + (78 - 80) + (85 - 85) \times 1$$

$$DTCE = (83) + (-2) + (0) \times 1$$

$$DTCE = (83 - 2)$$

$$DTCE_e = 81 \text{ F}$$

Con lo cual, se puede calcular la ganancia de calor a través del techo:

$$Q = 0.124 \text{ Btu}/(h \times \text{sqrft} \times F) \times 1398 \text{ sqrft} \times 81 \text{ F}$$

$$Q = 14047.458 \text{ Btu}/h$$

Para la pared A. De la Fig. 116,  $U=0.091$ ,  $DTCE= 27$ , y  $LM= 3$

$$DTCE_eA = (27 + 3) \times 1 + (78 - 80) + (85 - 85) \times 1$$

$$DTCE_eA = (30) + (-2)$$

$$DTCE_eA = 28$$

La ganancia de calor a través de la pared A es:

$$Q = 0.091 \text{ Btu}/(h \times \text{sqrft} \times F) \times 295.856 \text{ sqrft} \times 28 \text{ F}$$

$$Q = 753.84 \text{ Btu}/h$$

Para la pared B. De la Fig. 117,  $U=0.319$ , de la Fig. 118,  $DTCE= 26$ , y de la Fig. 119,  $LM= 3$ .

$$DTCEeA = (26 + 3)x 1 + (78 - 80) + (85 - 85) x 1$$

$$DTCEeA = (29) + (-2)$$

$$DTCEeA = 27$$

La ganancia de calor a través de la pared B es:

$$Q = 0.091 \text{ Btu}/(h \times \text{sqrft} \times F) \times 419.6 \text{ sqrft} \times 27 F$$

$$Q = 1030.90 \text{ Btu}/h$$

Para la pared C se calculará la ganancia en dos partes: una para la porción de bloque de concreto, y otra, que se calculará al final, para la puerta.

De la Fig.117  $U=0.319$ , de la Fig.118,  $DTCE= 37$ , y de la Fig. 119,  $LM= -5$

$$DTCEeA = (37 - 5)x 1 + (78 - 80) + (85 - 85) x 1$$

$$DTCEeA = (32) + (-2)$$

$$DTCEeA = 30$$

La ganancia de calor a través de la pared C es:

$$Q = 0.091 \text{ Btu}/(h \times \text{sqrft} \times F) \times 207.10 \text{ sqrft} \times 30 F$$

$$Q = 565.383 \text{ Btu}/h$$

Para la pared D se calculará la ganancia en dos partes: una para la porción de bloque de concreto, y otra, que se calculará al final, para la ventana.

De la Fig. 117,  $U=0.319$ , de la Fig. 118,  $DTCE= 18$ , y de la 119,  $LM= -5$

$$DTCEeA = (18 - 5)x 1 + (78 - 80) + (85 - 85) x 1$$

$$DTCEeA = (13) + (-2)$$

$$DTCEeA = 11$$

La ganancia de calor a través de la pared D es:

$$Q = 0.091 \text{ Btu}/(\text{h} \times \text{sqrft} \times F) \times 139.85 \text{ sqrft} \times 11 F$$

$$Q = 139.99 \text{ Btu}/\text{h}$$

Para las ventanas, la energía radiante del sol se transmite al ambiente al pasar por los vidrios, y se transforma en ganancia de calor interno. Esta se puede calcular por medio de la ecuación:

$$Q = FGCS \times A \times CS \times FCE$$

Donde el FGCS es el factor de ganancia máxima de calor solar, en BTU/ft<sup>2</sup>. En la Tabla XXXVIII se hallan los valores para el mes de julio y la orientación de la pared D. Este tiene un valor de 111 BTU/ft<sup>2</sup>.

Tabla XXXVIII. Radiación solar a través de vidrio factores de ganancia máxima de calor solar para vidrio

**TABLA 6.6 RADIACIÓN SOLAR A TRAVÉS DE VIDRIO FACTORES DE GANANCÍA MÁXIMA DE CALOR SOLAR PARA VIDRIO. BTU/H - FT<sup>2</sup>, LATITUDES NORTE.**

	0 Grados										16 Grados									
	N	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SEE/ SSW	S	HOR	N	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SEE/ SSW	S	HOR
En.	34	34	88	177	234	254	235	182	118	296	30	30	55	147	21	244	251	223	199	248
Feb.	36	39	132	205	245	247	210	141	67	306	33	33	96	180	231	247	233	188	154	275
Mar.	38	87	170	223	242	223	170	87	38	303	35	53	140	205	239	235	197	138	93	291
Abr.	71	134	193	224	221	184	118	38	37	284	39	99	172	216	227	204	150	77	45	289
May	113	164	203	218	201	154	80	37	37	265	52	132	189	218	215	179	115	45	41	282
Jun.	129	173	206	212	191	140	66	37	37	255	66	142	194	217	207	167	99	41	41	277
Jul.	115	164	201	213	195	149	77	38	38	260	55	132	187	214	210	174	111	44	42	277
Agos.	75	134	187	216	212	175	112	39	38	276	41	100	168	209	219	196	145	74	46	282
Sept.	40	84	163	213	231	213	163	84	40	293	36	50	134	196	227	224	191	134	93	282
Oct.	37	40	129	199	236	238	202	135	66	299	33	33	95	174	223	237	225	183	150	270
Nov.	35	35	88	175	230	250	230	179	117	293	30	30	55	145	206	241	247	220	196	246
Dic.	34	34	71	164	226	253	240	196	138	288	29	29	41	132	198	241	254	233	212	234

Fuente: ASHRAE Hand Book (1995). Radiación solar.

CS es el coeficiente de sombreado, que se relaciona con el espesor del vidrio en la Tabla XXXIX. Tiene un valor de 0.9

Tabla XXXIX. Coeficiente de sombreado para vidrio con o sin sombreado interior

TABLA 6.7. COEFICIENTES DE SOMBREADO PARA VIDRIO CON O SIN SOMBREADO INTERIOR POR PERSIANAS VENECIANAS ENROLLABLES

Tipo de vidrio	Espesor nominal de cada vidrio claro <sup>a</sup>	Transmisión solar <sup>b</sup>	Sin sombreado interior $h_o = 4.0$	Tipo de sombreado interior					
				Persianas venecianas		Persianas enrollables			
				Medio	Claro	Opacas	Claro	Translúcidas	
VIDRIO SENCILLO	Sencillo Claro	3/32 a 1/4	0.87-0.80	1.00					
	Claro	1/4 a 1/2	0.80-0.71	0.94					
	Claro	3/8	0.72	0.90	0.64	0.55	0.59	0.25	0.39
	Claro	1/2	0.67	0.87					
	Claro con figuras	1/8 a 9/32	0.87-0.79	0.83					
	Absorbente de calor, con figuras <sup>c</sup>	1/8		0.83					
	Absorbente de calor <sup>c</sup>	3/16 a 1/4	0.46	0.69					
	Absorbente de calor, con figuras	3/16 a 1/4		0.69	0.57	0.53	0.45	0.30	0.36
	Coloreado	1/8 a 7/32	0.59-0.45	0.69					
	Absorbente de calor, o con figuras		0.44-0.30	0.60	0.54	0.52	0.40	0.28	0.32
	Absorbente de calor <sup>c</sup>	3/8	0.34	0.60					
	Absorbente de calor, o con figuras		0.44-0.30	0.53	0.42	0.40	0.36	0.28	0.31
	Vidrio recubierto reflector	1/2	0.24	0.30	0.25	0.23			
				0.40	0.33	0.29			
			0.50	0.42	0.38				
			0.60	0.50	0.44				
VIDRIO AISLANTE	Doble <sup>d</sup>	3/32, 1/8	0.71 <sup>e</sup>	0.88	0.57	0.51	0.60	0.25	0.37
	Claro afuera								
	Claro adentro	1/4	0.61 <sup>e</sup>	0.81					
	Claro afuera								
	Claro adentro	1/4	0.36 <sup>e</sup>	0.55					
	Absorbente de calor afuera				0.39	0.36	0.40	0.22	0.30
	Claro adentro			0.20	0.19	0.18			
Vidrio recubierto reflector			0.30	0.27	0.26				
			0.40	0.34	0.33				
Triple	Claro	1/4		0.71					
	Claro	1/8		0.80					

Fuente: ASHRAE Hand Book (1995). Coeficiente de Sombreado.

FCE es el factor de carga de enfriamiento para el vidrio, que, para la orientación de la ventana, y las 14 horas, se halla en la Tabla XL con un valor de 0.49.

Tabla XL. Hora solar, H

Latitud norte. Ventana viendo hacia él	Construcción del recinto	Hora solar, h																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
N	L	0.17	0.14	0.11	0.09	0.08	0.33	0.42	0.48	0.56	0.63	0.71	0.76	0.80	0.82	0.82	0.79	0.80	0.84	0.61	0.48	0.38	0.31	0.25	0.20
	M	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.34	0.41	0.46	0.52	0.59	0.65	0.70	0.73	0.75	0.76	0.74	0.75	0.79	0.61	0.50	0.42	0.36	0.31	0.27
	H	0.25	0.23	0.21	0.20	0.19	0.38	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.69	0.72	0.73	0.72	0.70	0.70	0.74	0.57	0.46	0.39	0.34	0.31	0.28
NE	L	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.23	0.41	0.51	0.51	0.45	0.39	0.36	0.33	0.31	0.28	0.26	0.23	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05
	M	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.21	0.36	0.44	0.45	0.40	0.36	0.33	0.31	0.30	0.28	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.09	0.08
	H	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.23	0.37	0.44	0.44	0.39	0.34	0.31	0.29	0.27	0.26	0.24	0.22	0.20	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
E	L	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.19	0.37	0.51	0.57	0.57	0.51	0.42	0.36	0.32	0.29	0.25	0.22	0.19	0.14	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05
	M	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.18	0.33	0.44	0.50	0.51	0.45	0.39	0.35	0.32	0.29	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.08
	H	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.21	0.34	0.45	0.50	0.49	0.43	0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10
SE	L	0.05	0.04	0.04	0.03	0.02	0.13	0.28	0.43	0.55	0.62	0.63	0.57	0.48	0.42	0.37	0.33	0.28	0.24	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.07
	M	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.14	0.26	0.38	0.48	0.54	0.55	0.51	0.45	0.40	0.36	0.33	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10
	H	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.17	0.28	0.40	0.49	0.53	0.53	0.48	0.41	0.36	0.33	0.30	0.27	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12
S	L	0.08	0.07	0.05	0.04	0.04	0.06	0.09	0.14	0.22	0.34	0.48	0.59	0.65	0.65	0.59	0.50	0.43	0.36	0.28	0.22	0.18	0.15	0.12	0.10
	M	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.08	0.11	0.14	0.21	0.31	0.42	0.52	0.57	0.58	0.53	0.47	0.41	0.36	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14
	H	0.13	0.12	0.12	0.11	0.10	0.12	0.14	0.17	0.24	0.33	0.43	0.51	0.56	0.55	0.50	0.43	0.38	0.32	0.26	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15
SW	L	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.24	0.36	0.49	0.60	0.66	0.66	0.58	0.43	0.33	0.27	0.22	0.18	0.14
	M	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.17	0.23	0.33	0.44	0.53	0.58	0.59	0.53	0.41	0.33	0.28	0.24	0.21	0.18
	H	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.12	0.13	0.14	0.16	0.17	0.19	0.25	0.34	0.44	0.52	0.56	0.56	0.49	0.37	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17
W	L	0.12	0.10	0.08	0.07	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.11	0.13	0.14	0.20	0.32	0.45	0.57	0.64	0.61	0.44	0.34	0.27	0.22	0.18	0.14
	M	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.19	0.29	0.40	0.50	0.56	0.55	0.41	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17
	H	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13	0.13	0.14	0.15	0.16	0.21	0.30	0.40	0.49	0.54	0.52	0.38	0.30	0.24	0.21	0.18	0.16
NW	L	0.11	0.09	0.08	0.06	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17	0.19	0.23	0.33	0.47	0.59	0.60	0.43	0.33	0.26	0.21	0.17	0.14
	M	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.09	0.10	0.11	0.13	0.14	0.16	0.17	0.18	0.21	0.30	0.42	0.51	0.53	0.39	0.32	0.26	0.22	0.19	0.16
	H	0.14	0.12	0.11	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13	0.15	0.16	0.18	0.19	0.19	0.22	0.30	0.41	0.50	0.51	0.36	0.29	0.23	0.20	0.17	0.15
HORA	L	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.07	0.14	0.24	0.36	0.48	0.58	0.66	0.72	0.74	0.73	0.67	0.59	0.47	0.37	0.30	0.24	0.19	0.16	0.13
	M	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.11	0.16	0.24	0.33	0.43	0.52	0.59	0.64	0.67	0.66	0.62	0.55	0.47	0.38	0.32	0.28	0.24	0.21	0.18
	H	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.15	0.20	0.27	0.36	0.45	0.52	0.59	0.62	0.64	0.62	0.58	0.51	0.42	0.35	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19

L = construcción ligera: Pared exterior de bastidores, losa de piso de concreto de 2 in, con aprox. 30 lb de material/ft<sup>2</sup> de piso.  
M = Construcción media: Pared exterior de concreto de 4 in, losa de piso de concreto de 4 in, con aprox. 70 lb de material de construcción por ft<sup>2</sup> de piso.  
H = Construcción pesada: Pared exterior de concreto de 6 in, losa de piso de concreto de 6 in, con aprox. 130 lb de material de construcción por ft<sup>2</sup> de piso.

Fuente: ASHRAE Hand Book (1995). Hora solar.

Con lo anterior, se puede calcular la ganancia de calor por radiación solar a través de los vidrios de las ventanas.

$$Q = FGCS \times A \times CS \times FCE$$

$$Q = 111 \frac{\text{BTU}}{\text{ft}^2} \times 209.80 \text{sq} \text{rft} \times 0.94 \times 0.49$$

$$Q = 10725.8 \frac{\text{BTU}}{\text{h}}$$

Para calcular la ganancia de calor debido al alumbrado eléctrico, se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q = 3.4 W x FB x FCE$$

En donde se asume que FB tiene valor de 1, dado que se están utilizando luces LED, las cuales no necesitan balastro, como es el caso con las luces neón; y FCE, con un valor de 0.49.

3.4 es un factor que convierte directamente los watts a BTU/h.

$$Q = 3.4 (60x18) x 1 x 0.49$$

$$Q = 1799.28 \text{ BTU/h}$$

La ganancia de calor debido a los ocupantes, viene dada por

$$Q_s = q_s x n x FCE$$

$$Q_l = q_l x n$$

En donde  $q_s$  es la ganancia de calor sensible por persona,  $q_l$ , es la ganancia de calor latente por persona, y  $n$  es el número de personas,  $q_l$  y  $q_s$  se obtienen directamente de la Tabla XLI, y el número de ocupantes se designan en 10 personas. Por tanto:

$$Q_s = 345 x 10 x 0.49 = 1690.50 \text{ BTU/h}$$

$$Q_l = 695 x 10 = 6950 \text{ BTU/h}$$

$$Q = (6950 + 1690.50) \text{ BTU/h}$$

$$Q = 8640.50 \text{ BTU/h}$$







**Tabla XLIII. Producción de calor de equipo motorizado**

	POTENCIA HP	PRODUCCION DE CALOR DE EQUIPO MOTORIZADO
COMPRESOR	3.5	9, 450
BOMBA DE AGUA	0.5	1, 820
COMPUTADORA	0.53	1, 820
CAFETERA	1.07	3, 220
		16, 310

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

La carga de enfriamiento total entonces es:

**Tabla XLIV. Carga de enfriamiento total**

Techo	14, 047.00
Pared A	753.84
Pared B	1030.90
Pared C	565.38
Pared D	139.99
Ventanas	10, 725.80
Alumbrado eléctrico	3, 572.00
Ocupantes	8, 320.00
Equipo	14, 490.00
	53, 644.91

Fuente elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Por tanto, se puede optar por tres aparatos tipo *Split* de una tonelada y media de refrigeración, 18, 000 BTU que cubrirían las necesidades del taller, tomando en cuenta la intermitencia del efecto de las cargas.

No siempre están todos los ocupantes, no siempre se enciende el alumbrado, no todo el equipo se utiliza al mismo tiempo siempre, pero cuando se da el caso, los 56, 000 BTU disponibles cubren la necesidad.

Tabla XLV. **Presupuesto de instalación de aire acondicionado**

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL
MABE AIRE ACONDICIONADO / MMT18CDBWCCA	3	Q3,697.00	Q11,091.00
OTROS MATERIALES	1	Q550.00	Q550.00
INSTALACION	1	Q900.00	Q900.00
TOTAL			Q12,541.00

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Otro de los factores que puede afectar el confort, es la calidad del aire que se respira en el recinto, es decir, la medida en la que se evite la propagación de contaminantes como polvo y humedad.

Esto se logra, renovando el aire del recinto cada cierto tiempo, dependiendo de la cantidad de personas que lo ocupen y el tipo de actividad que allí realicen. Un cambio de aire es igual al volumen de un recinto.

Para que la ventilación sea considerada aceptable, debe ser mayor o igual a 50 m<sup>3</sup> por hora y por trabajador, de cuatro a ocho renovaciones de aire en

ambientes de oficina, cuyo valor medio es de seis renovaciones. La velocidad de circulación debe ser prevalementemente de 20 cm<sup>3</sup>/s, y en ambientes calurosos de 50 centímetros cúbicos por segundo (Artículo 169 “ventilación” del acuerdo gubernativo 2014- 229).

Esta renovación debe hacerse mediante ventilación natural o artificial, y deben tomarse en cuenta aspectos como la posición de las ventanas con respecto a la dirección del aire, el número de personas que ocupan el espacio, la naturaleza del trabajo, entrada y velocidad de aire, humedad relativa del ambiente de entre 30 y 70 %, y temperatura de entre los 14 y 27 grados centígrados, que en grados Fahrenheit serian 57 y 80 respectivamente (Ola, 2003).

Para el taller de motocicletas, se debe contar con suficientes ventanas, puertas, y ventilación general o localizada dado que muchas de las actividades que en él se realizan, son emisoras de gases inflamables o tóxicos. Este aire que se infiltra, tiene un mayor calor latente y sensible, por lo que, al ingresar, se vuelve parte de la carga de enfriamiento

Volumen total de aire.

$$V_1 \text{ (volumen de taller)}=(13 \times 10 \times 3) \text{ m}^3=390 \text{ m}^3$$

$$V_2 \text{ (volumen de techo)}=(0.5 \times 10 \times 0.5 \times 13) \text{ m}^3=32.5 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{total}}= (V_1+ V_2)=(325+32.5) \text{ m}^3=422.5 \text{ m}^3$$

Convirtiendo a pies cúbicos, unidades que serán más útiles adelante:

$$= 422\text{m}^3 * \frac{(3.28\text{ft})^3}{(1\text{m})^3}$$

$$\frac{35.28ft^3}{1m^3}$$

$$V_{total} = 14909ft^3$$

Si se toman en cuenta las 6 renovaciones de aire que se debe realizar por hora, se obtiene el volumen total de aire a evacuar,  $V_{te}$

$$V_{te} = V_{total} \times C.A$$

Donde RA es la renovación de aire en número de veces por hora, que como se había mencionado arriba, será de 6 renovaciones de aire por hora.

$$V_{te} = 422.5 \times 6$$

$$V_{te} = 89453.94ft^3/hora$$

Que en pies cúbicos por minuto o CFM, por *cubic feet per minute*, sería:

$$CFM = \frac{89453.94ft^3}{h} * \frac{1h}{60 min}$$

$$CFM = 1491 CFM$$

#### 6.4. Sistema de reaprovechamiento de agua

Toda obra humana debería estar en armonía y sostenibilidad del medio ambiente. Por lo que el uso y manejo adecuado del recurso hídrico es de suma importancia, pues es un gran indicativo de la eficiencia general del taller (Ola, 2003).

Aunque se cuenta con suministro de agua municipal, es conveniente contar con una reserva suficiente para cubrir las necesidades del lavado, al menos para disminuir la cantidad de agua que se toma de la red municipal.

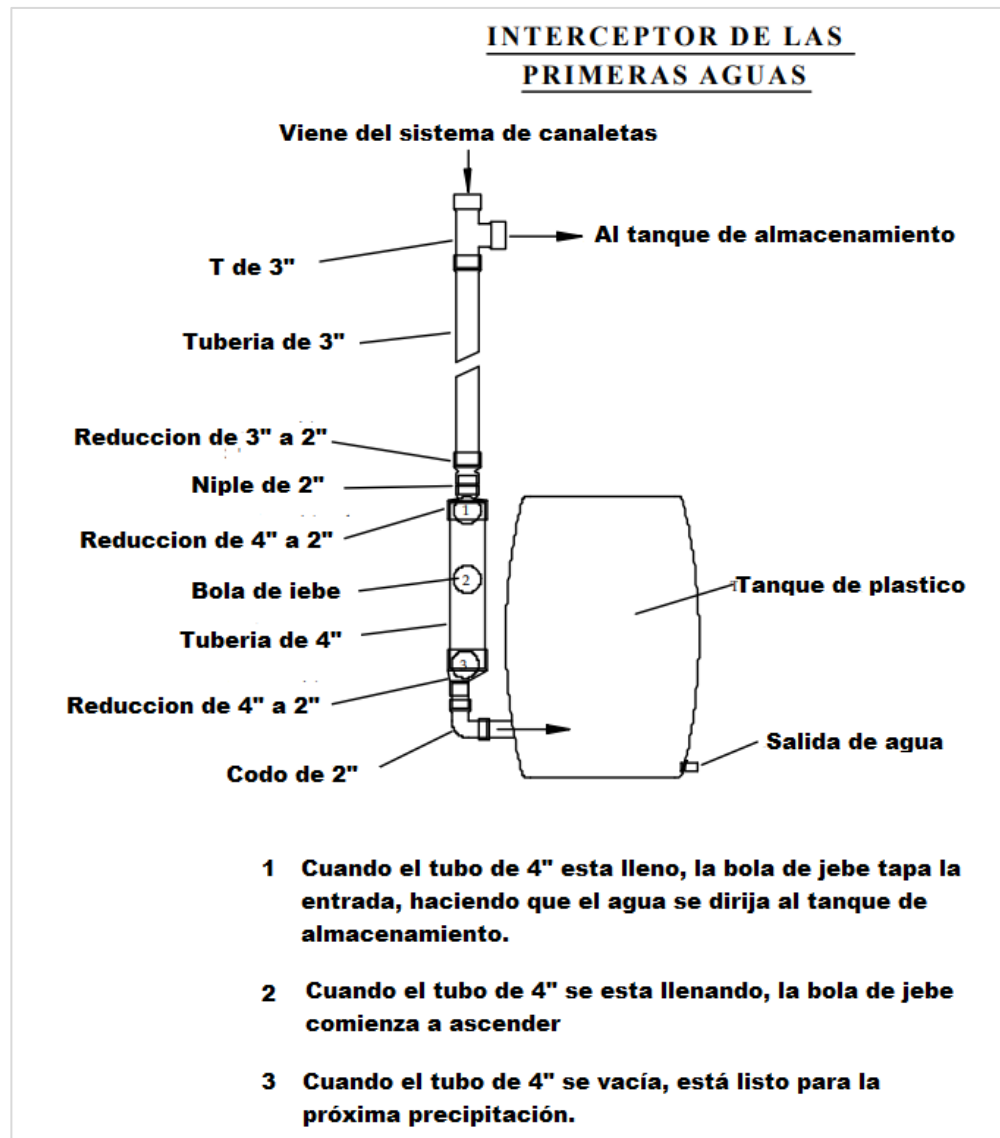
Al contar con un techo de lámina con un área de tamaño considerable, el objetivo es aprovechar este recurso que proporciona una capacidad de captación alta durante la época de lluvia. El sistema completo incluye la captación de agua de lluvia, almacenamiento, y utilización en el lavado de motocicletas, cuyo drenaje va a una trampa de grasas, y de allí, al alcantarillado municipal.

El enlaminado que constituye el techo del taller, mide 13 metros de largo, por 10 de ancho, y tiene una pendiente de 3:12.

La recolección de agua se hace con una canaleta en el extremo inferior que guía el agua hacia un tubo que la conduce hacia los toneles de almacenamiento. Se usarán canales de PVC puesto que son fáciles de obtener, son durables, y no son muy costosos.

El interceptor o dispositivo de descarga de primeras aguas provenientes del lavado del techo, es un dispositivo que impide que el material indeseable ingrese al tanque de almacenamiento, minimizando la contaminación del agua almacenada. Se debe tener en cuenta que el volumen de agua requerido para lavar el techo es de 1 litro por metro cuadrado.

Figura 102. Diagrama de componentes de un interceptor de aguas pluviales



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Presupuesto de instalación eléctrica. La unidad de almacenamiento debe ser duradera, y cumplir con los siguientes requisitos:

- Ser impermeable, para evitar la pérdida de agua por goteo o transpiración
- Contar con una tapa para evitar el ingreso de polvo, insectos o luz solar
- Disponer de una escotilla que permita su limpieza y mantenimiento
- La entrada y el rebalse deben contar con malla para evitar el ingreso de insectos o animales.
- Dotado de dispositivos para el drenado de agua en caso de limpieza del tanque.

La página [climate.org](https://climate.org), proporciona datos estadísticos sobre la cantidad de lluvia en Antigua Guatemala, lugar que se tomó como ejemplo para la instalación del taller. Al tomarse como ejemplo, también hay que mencionar que estos datos deberían corresponder al promedio de los últimos 10 años (Climate Institute, 2022).

La cantidad de lluvia servirá para saber la cantidad de agua que se podrá obtener del sistema de captación. Se puede observar que la menor cantidad de precipitación se da en enero, con 2.6 mm, la máxima se da en septiembre con 182 mm, y en promedio se obtienen 972 mm; es decir que anualmente, se acumularían 972 litros de agua en cada metro cuadrado del territorio.

El área del techo de lámina es de 130 m<sup>2</sup>, y el coeficiente de escorrentía para la lámina metálica, es de 0.9.

Tabla XLVI. **Cantidades de lluvia anual dividida en los distintos meses**

MES	CANTIDAD LLUVIA (mm)	AREA (m2)	FACTOR DE ESCORRENTÍA	PROVISION MENSUAL EN LITROS	ACUMULADO
	1mm= 1 litro de agua en un metro cuadrado.	largo (13m) por ancho (10m)	parte precipitacion que circula superficialmente/ precipitacion total	A*B*C	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>		
ENERO	2.6	130	0.9	304.2	304.2
FEBRERO	2.8	130	0.9	327.6	631.8
MARZO	8	130	0.9	936	1567.8
ABRIL	29.1	130	0.9	3404.7	4972.5
MAYO	98.2	130	0.9	11489.4	16461.9
JUNIO	176.2	130	0.9	20615.4	37077.3
JULIO	145.2	130	0.9	16988.4	54065.7
AGOSTO	156.8	130	0.9	18345.6	72411.3
SEPTIEMBRE	182.2	130	0.9	21317.4	93728.7
OCTUBRE	124.9	130	0.9	14613.3	108342
NOVIEMBRE	39	130	0.9	4563	112905
DICIEMBRE	7	130	0.9	819	113724
mm ANUAL	972				
MESES/AÑO	12				
PROMEDIO	81	130	0.9	9477	113724

Fuente: WEATHERSPARK (s.f.). *Cantidad de lluvia anual*. Consultado en enero de 2022. Recuperado de <https://es.weatherspark.com>.

Para que la información anterior sea útil, se debe saber cuánta agua se utilizará en el lavado, sabiendo que:

- La hidrolavadora proporciona un flujo máximo de 5.6 l/min
- El tiempo de utilización durante el lavado de una motocicleta es en promedio de 5 minutos.
- Se utilizarían 56 litros de agua por motocicleta.



Se proyecta tener que lavar 10 motocicletas diarias, seis días a la semana, es decir, 60 motocicletas semanales, durante 52 semanas del año: 260 motocicletas al mes

La demanda de agua mensual del lavado de motocicletas es de:

$$\text{Demanda mensual de agua} = 56 \frac{\text{litros agua}}{\text{motocicleta}} * 260 \frac{\text{motocicletas}}{\text{mes}}$$

$$\text{Demanda mensual de agua} = 14560 \frac{\text{litros de agua}}{\text{mes}}$$

Tabla XLVII. **Cálculo de cantidad de lluvia por mes, durante un año**

MES	PROVISION MENSUAL EN LITROS	DEMANDA MENSUAL	EXCEDENTE O DEFICIT D-E	
	A*B*C			
	D	E		
ENERO	304.2	7280	-6975.8	NO EXCEDE
FEBRERO	327.6	7280	-6952.4	NO EXCEDE
MARZO	936	7280	-6344	NO EXCEDE
ABRIL	3404.7	7280	-3875.3	NO EXCEDE
MAYO	11489.4	7280	4209.4	EXCEDE
JUNIO	20615.4	7280	13335.4	EXCEDE
JULIO	16988.4	7280	9708.4	EXCEDE
AGOSTO	18345.6	7280	11065.6	EXCEDE
SEPTIEMBRE	21317.4	7280	14037.4	EXCEDE
OCTUBRE	14613.3	7280	7333.3	EXCEDE
NOVIEMBRE	4563	7280	-2717	EXCEDE
DICIEMBRE	819		32825	EXCEDE

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Si se compara la provisión mensual con la demanda mensual, se puede observar que el ahorro de agua se da en 6 meses de 12, por lo que lo práctico es

dimensionar el tanque de almacenamiento de manera que pueda cubrir la demanda de un mes completo.

En el mercado existen varias opciones en cuanto a cisternas y tanques de almacenamiento de agua. Se piensa que lo más indicado es comprar un tanque de marca reconocida, por practicidad, y porque si eventualmente se requiere, se podría mejorar. Se ha decidido utilizar un tanque con una capacidad de 2.5m<sup>3</sup>:

**Tabla XLVIII. Presupuesto de instalación captación de agua pluvial**

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL
CANALETA PLUVIAL PVC	5	Q22.00	Q110.00
SOPORTES	15	Q8.00	Q120.00
TUBO BAJADA 3"	1	Q48.00	Q48.00
CODOS 90 GRADOS 3"	4	Q35.00	Q140.00
TANQUE MARCA DURMAN 2.5 m3	1	Q2,300.00	Q2,300.00
MO. E INSTALACION	1	Q1,500.00	Q1,500.00
TOTAL MATERIALES	1	300	Q300.00
TOTAL			Q4,518.00

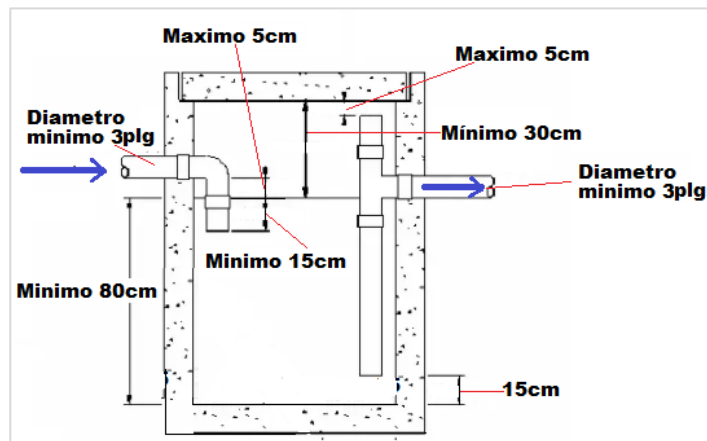
Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Trampa de grasas. En el lavado de motocicletas, se devuelve al alcantarillado gran cantidad de sustancias que contaminan el manto freático: lodo, grasa, jabón, y sustancias químicas como gasolina y aceites los más comunes. Estas sustancias deben ser separadas y recolectadas para darles una disposición final adecuada, y el agua como mínimo, inyectada a la red de

alcantarillas libre de sustancias que puedan en determinado momento bloquear o dañar las tuberías.

Esto puede ser posible mediante la implementación de una trampa de grasas. Esta consiste en un tanque al que se hace llegar el efluente. En él se aprovecha la diferencia de densidad entre las sustancias mencionadas y el agua, para separarlas mediante un arreglo de tubos ubicados dentro del cuerpo de la trampa, como se muestra en la figura 103 para luego devolverla al alcantarillado, minimizando la contaminación del manto freático y evidenciando la responsabilidad ambiental del establecimiento.

Figura 103. **Esquema de una trampa de grasas**



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Paint.

La figura muestra el perfil de una trampa de grasa simple. Como se ve tiene un tubo de entrada, y uno de salida, y lo que se busca es restarle energía cinética al agua de entrada, para lograr que, mediante el enfriamiento de las grasas y los aceites depositadas en el agua de entrada, floten hacia la superficie,

haciendo posible su limpieza. Para el diseño que compete, se tomó como base una serie de observaciones y especificaciones dictadas por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria, una institución que forma parte de la Organización Mundial de la Salud, y que tiene como función encontrar y normalizar procedimientos y tecnologías que contribuyan al adecuado manejo de los recursos naturales.

Se determina el caudal máximo y fijo, ya que la única fuente de agua que tendría, es la hidrolavadora, la cual, cuenta con este dato como especificación de fabricante, y tiene un valor de 5.6 litros por minuto (l/min). Además, se le deberá dotar con las siguientes características:

- Debe ubicarse próxima al lavado
- Deben proyectarse de modo que sean de fácil acceso para limpieza y mantenimiento, procurando que no haya nada que bloquee su tapa.
- Estar construida de concreto.
- La relación largo - ancho será entre 2:1 a 3:2.
- La profundidad nunca debe ser menor que 80 centímetros.
- El volumen de la trampa no puede ser menor de 300 litros, y si el cálculo arrojará un valor menor, se construirá de 300 litros.
- La entrada se hace por medio de un codo de 90° con diámetro de 3 pulgadas, y la salida, por medio de una T del mismo diámetro.
- Como mínimo, el tubo de salida debe estar 5 cm por debajo del nivel de la tubería de ingreso (CEPIS, 2022).

A continuación, se muestran las dimensiones mínimas de la instalación de la trampa de grasa:

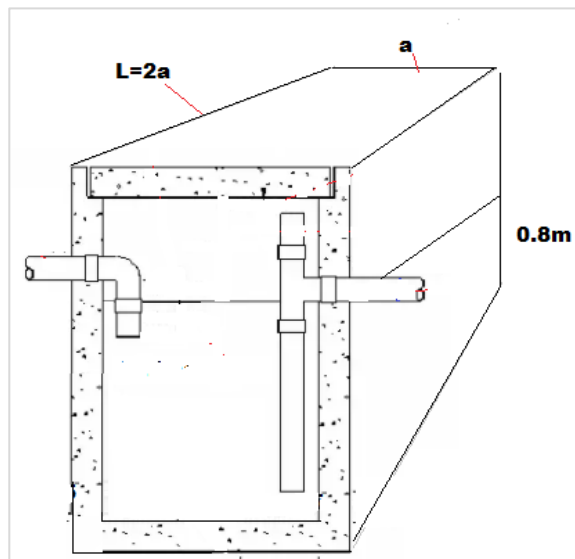
Con el caudal máximo, y tomando un tiempo de llenado de 10 minutos o 600 segundos que es el tiempo teórico de un lavado.

$$\begin{aligned} Vol &= Q * t \\ Vol &= 5.6 \frac{\text{litros}}{\text{min}} * 10\text{min} \\ Vol &= 56 \text{ litros} \end{aligned}$$

El volumen obtenido es menor que el mínimo, por lo que se procede a construir la trampa con el volumen recomendado de 300 litros, o 0.3 metros cúbicos, con lo que se tendría suficiente agua para lavar 6 motocicletas.

Entonces:

Figura 104. **Dimensiones de la trampa de grasas utilizada en el taller modelo**



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Paint.

Con un volumen  $V= 0.3 \text{ m}^3$ ,  $L=2 \text{ a}$ , y una altura de  $H= 0.8 \text{ m}$ , se encuentra a de la ecuación:

$$V = \text{Area} * H : \text{Area} = L * a$$

$$V = L * a * H$$

$$V = 2a * a * H$$

$$V = 2a^2 * H$$

$$a = \sqrt{\frac{V}{2H}} = \sqrt{\frac{0.3}{2(0,8)}} = \sqrt{0.1875} = 0.43 \text{ m}$$

$$b = 2(0.43 \text{ m}) = 0.86 \text{ m}$$

Con lo cual las dimensiones de la trampa de grasas quedan definidas. Cabe mencionar que, para fines prácticos, se encuentran en el mercado modelos de trampas de grasas prefabricadas, en donde solamente hay que enterrarlas y conectarlas al drenaje del lavado. Se toma esta opción, porque cuenta con garantía, y mantenimientos de fábrica, así como se minimizan los costos de instalación y materiales, en un 10 %; y mano de obra, otro 10 %.

Tabla XLIX. **Presupuesto de instalación trampa de grasas**

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL
TRAMPA DE GRASAS	1	Q6,342.00	Q6,342.00
MO. E INSTALACION	1	Q1,300.00	Q1,300.00
TOTAL MATERIALES	1	300.00	Q300.00
TOTAL			Q7,942.00

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.



## 7. ANÁLISIS FINANCIERO

Para asegurar la rentabilidad del taller de motocicletas a su nivel máximo. Se debe gestionar financieramente dando prioridad al cumplimiento de obligaciones contraídas, iniciando con los impuestos.

Como taller de servicio ITALIKA, se debe estar inscrito en el régimen tributario General. Este obliga al pago de Impuesto sobre la Renta, de hasta 7 % sobre la base de lo facturado, y el 12 % de Impuesto al Valor Agregado.

Además, se debe estar inscrito en el Registro Tributario Unificado de Guatemala, y llevar libros contables que describan el flujo de efectivo mencionado.

El Impuesto Sobre la Renta, afecta a toda persona individual que obtenga ganancias de alguna actividad realizada dentro del territorio guatemalteco. Se paga sobre la base del total de una factura. Esta base se obtiene de dividir el total dentro de 1.12. El resultado se multiplica por el 6 %, lo que daría el valor a pagar en impuesto sobre la renta.

El valor agregado, es la diferencia entre el monto al que se vende un producto, y lo que costó su producción, o el precio al que se compró. En Guatemala, el impuesto a ese valor agregado es del 12 %, y está incluido o debe incluirse después de calculados los costos, e incluso la ganancia deseada. Este es un débito fiscal, es decir, dinero que se le debe al Estado.



Al hacer una compra, por otro lado, dentro de la factura y por medio del negocio al que se le compró, se paga un impuesto que debería ser devuelto por el Gobierno mediante la utilización del mecanismo de compensación. Esta compensación, es producto entonces de un crédito fiscal, es decir, dinero que el Estado debe. La diferencia entre los créditos y los débitos será el monto sobre el cual se aplique el pago del 12 % como Impuesto al Valor Agregado.

Ambos impuestos se pagan de forma mensual, el ISR, vence normalmente entre el día 10 y 15 del mes siguiente al tratado; y el IVA, el último día del mes siguiente al tratado. El formulario se genera directamente en la página de la Superintendencia de Administración Financiera, y se puede pagar en línea.

Se debe contar con Patente de Comercio registrada en el Registro Mercantil de Guatemala. Este proceso se realiza en línea, directamente en la página [www.registromercantil.gob.gt](http://www.registromercantil.gob.gt) pidiendo que cualquier dato que en este se coloque, sea respaldado por un documento, por ejemplo: si se pide la fecha de nacimiento, se adjuntará una copia del Documento Personal de Identificación donde se muestra la fecha de nacimiento. Después de completado el formulario se realiza un pago de Q. 100.00 en un banco, y ese comprobante y los documentos que hayan sido solicitados, se trasladan físicamente en un sobre de papel manila debidamente identificado a una de las sedes del Registro Mercantil (Registro Mercantil de Guatemala, 2022).

En no más de 48 horas, una patente de comercio en formato PDF es enviada al correo que se proporcionó en el formulario. Esta debe imprimirse, y colocársele Q. 50.00 en timbres fiscales, para colocarla en un lugar en donde sea visible para todo visitante (Registro Mercantil de Guatemala, 2022).

Debe contarse también con permisos y licencias adicionales, que dependen de la localidad, pero que comúnmente son del tipo Municipal o ambiental.

Cuando se cuenta con esa base, se puede pensar libremente en la forma en la que se va a gestionar el flujo de efectivo que se presente en el taller. Los parámetros que se toman en cuenta en dicha gestión son tales como la inversión inicial y los costos tanto fijos como variables descritos en un diagrama de flujo de efectivo. Este diagrama, describe en un plano cartesiano, el comportamiento de las entradas o salidas de dinero, en la organización observada, respecto el tiempo (Ola, 2003).

Las entradas de dinero en un taller de mecánica provienen de la venta de servicios de mantenimiento. La cantidad mínima de servicios vendida, debe cubrir todas las salidas de dinero, más una cantidad de dinero que haga el modelo rentable.

La rentabilidad es el margen de beneficio que pueda brindar la operación del taller, en comparación con la inversión que se hace para que opere tanto inicial como cotidianamente: la manera puntual consiste en las ocasiones en las que se hacen gastos significativos, como al inicio del proyecto o en la adquisición de determinado equipo, la forma cotidiana, se da en forma de salidas de dinero que son fijas mes a mes, y que pueden ser fijas o variables (Ola, 2003).

La inversión inicial en instalaciones y equipo: la parte física del taller modelo, cuyo presupuesto fue realizado conforme se planteó, y queda de la siguiente manera: para un total de Q145, 865.00 con precios actuales.

Tabla L. **Inversión inicial en instalaciones y equipo para el taller modelo**

	TOTAL	INSTALACIONES	EQUIPO
Fachada	Q. 26, 680.00	Q. 26, 680.00	
Parqueo	Q. 660.00	Q. 660.00	
Lavado	Q. 2, 835.00	Q. 1, 320.00	Q. 1,515.00
Recepción	Q. 9, 670.00	Q. 2, 870.00	Q. 6,800.00
Área de espera	Q. 7, 210.00	Q. 7, 210.00	
Carga baterías	Q. 1, 960.00	Q. 460.00	Q. 1,500.00
Área carburación	Q. 1, 140.00	Q. 500.00	Q. 640.00
Área desechos basura aceite	Q. 1, 200.00	Q. 1, 175.00	Q. 25.00
Área banco de trabajo	Q. 11, 100.00	Q. 900.00	Q.10,200.00
Herramienta	Q. 7, 500.00		Q. 7,500.00
Rampas	Q. 21, 850.00	Q. 3, 650.00	Q.18,200.00
Aire comprimido	Q. 15, 350.00	Q. 2,680.00	Q.12,670.00
Instalación eléctrica	Q. 13, 709.00	Q. 10, 967.25	Q. 2,741.75
Aire acondicionado	Q. 12, 541.00	Q. 900.00	Q.11,641.00
Captación agua pluvial	Q. 4, 518.00	Q. 1, 500.00	Q. 3,018.00
Trampa de grasas	Q. 7, 942.00	Q. 1, 600.00	Q. 6,342.00
<b>TOTAL</b>	<b>Q145,865.00</b>	<b>Q63,072.25</b>	<b>Q75,292.75</b>

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

La inversión inicial en equipo incluye señalética, imagen, inventario de herramientas y utensilios utilizados para facilitar o agilizar alguna tarea dentro del taller de motocicletas, así como la implementación de las instalaciones eléctrica,

de aire comprimido y el sistema de reaprovechamiento de aguas pluviales. En el rubro de imagen se toma en cuenta lo relacionado con pintura, uniformes y promoción.

Inversión inicial en recurso humano, implementando capacitaciones y material didáctico e informativo, así como contar con al menos 3 meses de salarios. Los salarios se calculan teniendo en cuenta el salario mínimo, que en Guatemala es de Q. 2, 959.24; la bonificación de ley de Q. 250.00; y el llamado Bono 14 y aguinaldo.

Tabla LI. **Salario mensual para personal de taller modelo**

	A	B	C	D	
	Salarios taller	Bono	A+B	Bono y aguinaldo (A*2)/12	Total mensual C+D
Administrador	Q5,918.48	Q250.00	Q6,168.48	Q986.41	Q7,154.89
Asistente administrativo	Q2,959.24	Q250.00	Q3,209.24	Q493.21	Q3,702.45
Jefe de mecánicos	Q2,959.24	Q250.00	Q3,209.24	Q493.21	Q3,702.45
Mecánico	Q2,959.24	Q250.00	Q3,209.24	Q493.21	Q3,702.45
Aporte inversionista/cuota	Q4,200.00	Q0.00	Q4,200.00	Q700.00	Q4,900.00
ayudante	Q2,959.24	Q250.00	Q3,209.24	Q493.21	Q3,702.45
					Q26,864.68

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Los costos fijos son aquellos que son constantes, casi siempre irreducibles con el tiempo, y sobre todo, fundamentales para la operación del taller.

Estos se describen a continuación.

Tabla LII. **Costos fijos**

SALARIOS	Q26,864.68
RENTA	Q5,000.00
SERVICIOS	Q1,500.00
PUBLICIDAD	Q900.00
	Q34,264.68

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

La inversión inicial, asciende entonces a:

$$Inversion\ inicial = Q145,865.00$$

Los costos variables se modifican según los volúmenes de venta o el nivel de actividad de la empresa. El costo variable aumenta cuando aumenta la producción y disminuye cuando esta disminuye.

Tabla LIII. **Costo lavado motocicletas**

CONSUMIBLE	RENDIMIENTO	PRECIO DE COMPRA	COSTO UNIT
DESENGRASANTE	10	60	6.00
ESPONJA	100	15	0.15
TRAPOS	100	20	0.20
JABON	20	60	3.00
TRATAMIENTO PLASTICOS	20	75	3.75
SILICON	30	55	1.83
ABRILLANTADOR LLANTAS	40	60	1.50
			16.43

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Tabla LIV. **Costo de los materiales utilizados para mantenimiento motocicletas, incluye lavado**

CONSUMIBLE	ACEITE ITALIKA. NORMAL, BAJA CILINDRADA			ACEITE ACTEVO/MOTUL/KIX, CILINDRADA MEDIANA U OTRAS MARCAS		
	Rendimiento	Precio compra	Costo unitario	Rendimiento	Precio compra	Costo unitario
WIPER	2	Q. 20.00	Q. 10.00	1	Q. 20.00	Q. 20.00
WD40	10	Q. 50.00	Q. 05.00	5	Q. 50.00	Q. 10.00
GRASA No 3	50	Q. 50.00	Q. 01.00	50	Q. 50.00	Q. 01.00
GASOLINA	4	Q. 40.00	Q. 10.00	2	Q. 40.00	Q. 20.00
CARBUCLEANER	10	Q. 45.00	Q. 04.50	10	Q. 45.00	Q. 04.50
ACEITE	1	Q. 70.00	Q. 70.00	1	Q. 140.00	Q. 140.00

Continuación de la tabla LIV.

LUBRICANTE CADENAS	10	Q. 45.00	Q. 04.50	10	Q. 45.00	Q. 04.50
CANDELA	1	Q. 15.00	Q. 15.00	1.00	Q. 70.00	Q. 70.00
LAVADO	1	Q. 16.43	Q. 16.43	1.00	Q. 16.43	Q. 16.43
LIJA	20	Q. 10.00	Q. 00.50	20.00	Q. 10.00	Q. 00.50
			Q.136.93			Q. 286.93

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

En la LIV se muestran detallados los consumibles utilizados en los servicios de mantenimiento, su rendimiento en número de motocicletas, su costo aproximado al del mercado local, y su costo unitario.

En la tabla LIII se indica el costo unitario de cada lavado de motocicleta que se realiza, sin tomar en cuenta el consumo de agua o de energía eléctrica.

**Tabla LV. Utilidad por servicio de mantenimiento y precio al público recomendado**

	NORMAL BAJA CILINDRADA	NORMAL 250Z
Precio al público servicios	Q. 325.00	Q. 595.00
Base	Q. 290.18	Q. 531.25
ISR	Q. 17.41	Q. 31.88
IVA	Q. 34.82	Q. 63.75
Impuesto TTL	Q. 52.23	Q. 95.62
Luego de impuestos	Q. 272.76	Q. 499.38

Continuación de la tabla LV.

Costo	Q. 136.93	Q. 286.93
Utilidad	Q. 135.83	Q. 212.44

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Aunque se prestará una variedad mayor de servicios, con el fin de tipificar los costos y los precios al público se tomarán en cuenta los servicios cuyos costos están detallados en la Tabla LV.

Teniendo la utilidad de los servicios más frecuentes, y los costos fijos, es posible calcular la cantidad de servicios necesarios para cubrir el costo de la operación del taller modelo.

Se cuentan con 4 rampas, en donde se podrían realizar 4 servicios diarios por cada una. Si se trabajara de lunes a viernes en jornada completa, y sábados medio día, justo como lo propone el Código de Trabajo de Guatemala, se esperaría que el taller, trabajando a su máximo, despache 88 servicios en forma semanal.

Si se obtiene una utilidad de Q. 135.83 por servicio normal, el ingreso semanal esperado sería de Q. 11, 953.00, y mensual de Q. 51, 798.23. Por servicio Activo, el ingreso, si se realizaran 88 servicios, sería de Q. 18, 694.72 a la semana, y de Q. 81, 011.00 al mes.

A continuación, se entrega una tabla, en la que se calculan los ingresos al 90 %, 80 %, 70 %, y sucesivamente, hasta el 10 %, para comparar estas cifras con los gastos, y poder así encontrar el número de servicios por mes que se necesiten para cubrirlos, y también a recuperar la inversión.



Tabla LVI. **Número necesario de servicios semanales para cubrir costos fijos**

Porcentaje de operación	Aceite ITALIKA. normal, baja cilindrada		Aceite ITALIKA. normal, baja cilindrada	
	Utilidad	Número Servicios	Utilidad	Número Servicios
100	51,798.23175	88	81,011.08	88
90	46,618.40857	79.2	72,909.98	79.2
80	41,438.5854	70.4	64,808.87	70.4
70	36,258.76222	61.6	56,707.76	61.6
60	31,078.93905	52.8	48,606.65	52.8
50	25,899.11587	26.4	40,505.54	26.4
40	20,719.2927	35.2	32,404.43	35.2
30	15,539.46952	15	24,303.32	23.76
20	10,359.64635	0	16,202.21	14.08
10	5,179.823175	10	8,101.11	6.16

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

La tabla LVI a la pauta de la meta de servicios a la semana: 61 en motocicleta de baja cilindrada, o 27 de moto 250 cc en adelante, que habría que realizar para cubrir los costos fijos.

Cabe mencionar que, aunque hasta ahora se considera una inversión inicial, no se ha mencionado la fuente de financiamiento.

Si la inversión es propia, se hace para buscar ingresos mayores a los intereses que un banco pueda ofrecer, tanto en un plazo fijo, como en una cuenta de ahorro.

Claro, el emprendimiento conlleva mayores y diversas responsabilidades: pasivo laboral, impuestos, permisos, y compromisos, pero si se canaliza bien el trabajo, puede ser mucho más rentable.

Si se hace por medio de un inversionista, el compromiso se suma a las responsabilidades antes mencionadas. Es común que no se invierta por valores menores la tasa máxima de rendimiento ofrecida por los bancos: dependiendo el monto y del banco, puede ser del 15 %; más una cuota mensual, que se considera en la Tabla LI, y se describe como “aporte inversionista/cuota”.

Es una opción más flexible, permitiendo renegociar periódicamente con el inversionista, ya sea para implementar proyectos nuevos, como para acortar plazos de pago. La parte en contra, es que muy pocos inversionistas invierten esperando únicamente recuperar su inversión y obtener alguna ganancia. La mayoría espera invertir hoy para perpetuar la obtención de beneficio a largo plazo. Es decir, un inversionista es un socio con el que habrá que convivir a largo plazo.

Otro tipo de apalancamiento puede ser un préstamo en una entidad bancaria. De la gama del tipo de préstamos a la que se tuvo acceso, se consideraron dos ofrecidos por GyT: el crédito llamado *back to back*, y el crédito de consumo normal o de libre disponibilidad.

El *back to back* es un crédito respaldado por dinero depositado a un fondo de ahorro a plazo fijo. En este supuesto, se puede optar al 90 % del monto

depositado, con una cuota del 9 % anual, por un plazo de hasta 4 años. En este, se puede pagar a capital, pudiendo minimizar lo pagado en intereses, y se tendría propiedad total sobre los ingresos al pagar el préstamo en su totalidad. Luego de lo dicho, se tiene:

- Préstamo por Q. 145,865.00
- Pagadero en 48 meses
- Tasa del 9 % anual, o el 0.75 % mensual

La cuota sería:

$$A = P \left[ \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

- Donde A, es la Anualidad, o cuota mensual a pagar. Por no haber tenido el cotizado correspondiente, el cálculo realizado no toma en cuenta seguros.
- P es el presente. El banco agrega un monto de seguro de vida y de gastos administrativos, los cuales se suman al monto inicial.
- i es la tasa de interés
- n es el número de periodos

$$A = 145865 \left[ \frac{0,0075(1 + 0.0075)^{48}}{(1 + 0.0075)^{48} - 1} \right]$$

$$A = 145865 \left[ \frac{0,0075(1.0075)^{48}}{(1.0075)^{48} - 1} \right]$$

$$A = 145865 \left[ \frac{0,0075(1.43140533)}{1.43140533 - 1} \right]$$

$$A = 145865 \left[ \frac{0.01073554}{0.43140533} \right]$$

$$A = 145865 [0.02488504]$$

$$A = 3629.85$$

El otro es un crédito de consumo normal, que en GyT tienen como de “libre disponibilidad”, y que maneja una tasa del 1.55 % mensual, hasta por 5 años. Se puede pagar a capital.

- Préstamo por Q. 145, 865
- Pagadero en 60 meses
- Tasa del 18.6 % anual, o el 1.55 % mensual

La cuota sería:

$$A = P \left[ \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

- A, es la Anualidad, o cuota mensual a pagar. En este caso si se contó con el cotizado correspondiente, el cálculo realizado toma en cuenta seguros y gastos administrativos.
- i es la tasa de interés
- n es el número de periodos

$$A = 145865 \left[ \frac{0,0155(1 + 0.0155)^{60}}{(1 + 0.0155)^{60} - 1} \right]$$

$$A = 145865 \left[ \frac{0,0155(1.0155)^{60}}{(1.0155)^{60} - 1} \right]$$

$$A = 145865 \left[ \frac{0,0155(2.51649264)}{2.51649264 - 1} \right]$$

$$A = 145865 \left[ \frac{0,03900564}{1.51649264} \right]$$

$$A = 145865[0.02572095]$$

$$A = Q 3963.16$$

Una forma objetiva de decidirse por alguna de las opciones, o rechazarlas todas, es utilizando herramientas financieras y de ingeniería económica, tal como el Valor Presente Neto o Valor Actual Neto, que permite decidir una de las opciones, que se actualizan todos los montos futuros al presente.

Para el cálculo del VAN, se utilizan los flujos de efectivo de cada periodo, actualizados al presente.

El flujo de efectivo es la sumatoria de gastos e ingresos. Los ingresos se toman del estado de cuenta de cada mes del año que inició en octubre de 2021, y finaliza en octubre de 2022 esperando un crecimiento del 10 % anual.

Tabla LVII. **Supuesto de ingresos mensuales**

MES	INGRESOS AÑO 1	INGRESOS AÑO 2	INGRESOS AÑO 3	INGRESOS AÑO 4
ENE	Q89,528.20	Q98,481.02	Q108,329.12	Q119,162.03
FEB	Q45,653.22	Q50,218.55	Q55,240.40	Q60,764.44
MAR	Q67,795.89	Q74,575.48	Q82,033.03	Q90,236.33
ABR	Q87,459.27	Q96,205.19	Q105,825.71	Q116,408.28
MAY	Q96,692.50	Q106,361.75	Q116,997.93	Q128,697.72
JUN	Q47,277.59	Q52,005.35	Q57,205.88	Q62,926.47
JUL	Q86,518.84	Q95,170.73	Q104,687.80	Q115,156.58
AGO	Q87,544.76	Q96,299.24	Q105,929.16	Q116,522.08
SEPT	Q46,166.18	Q50,782.80	Q55,861.08	Q61,447.19
OCT	Q46,508.15	Q51,158.97	Q56,274.87	Q61,902.35
NOV	Q142,687.70	Q156,956.47	Q172,652.12	Q189,917.33
DIC	Q87,031.80	Q95,734.98	Q105,308.48	Q115,839.33
ANUAL	Q930,864.12	Q1,023,950.53	Q1,126,345.58	Q1,238,980.14
INGRESO MENSUAL PROMEDIO	Q77,572.01	Q85,329.21	Q93,862.13	Q103,248.35

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Los egresos, se toman como la suma de los costos fijos y la cuota correspondiente a cada crédito considerado, y lo anterior se resume en la Tabla LVIII.

Tabla LVIII. **Supuesto de egresos mensuales**

COSTOS FIJOS	Q35,764.00	Q35,764.00	Q35,764.00	Q35,764.00
CUOTA BTB	36Q6,802.29	Q6,802.29	Q6,802.29	Q6,802.29
EGRESOS OPCION 1	Q42,566.29	Q42,566.29	Q42,566.29	Q42,566.29
CUOTA LD	Q7,030.00	Q7,030.00	Q7,030.00	Q7,030.00
EGRESOS OPCION 2	Q42,794.00	Q42,794.00	Q42,794.00	Q42,794.00

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

El flujo de efectivo es la suma algebraica de ingresos y egresos.

Tabla LIX. **Flujo de efectivo proyectado a cuatro años**

FLUJO DE EFECTIVO OPCION 1	Q35,005.72	Q49,596.29	Q49,596.29	Q49,596.29
FLUJO DE EFECTIVO OPCION 2	Q77,572.01	Q92,162.58	Q92,162.58	Q92,162.58

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Si resulta en un valor negativo, indica que la opción no es rentable, y debe ser rechazada. Si fuese igual a cero, indica que se está obteniendo exactamente la tasa que se planteó. Si fuera positivo, sería indicador de que la opción está

brindando una rentabilidad que va a depender de que tan alto sea el valor positivo arrojado.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

Donde:

- $I_0$  es la inversión inicial. Que en este caso sería el presente utilizado anteriormente.
- $F_n$  son los flujos de efectivo de cada periodo actualizado al tiempo inicial
- $n$  es el periodo
- $k$  es la tasa de interés

$$VAN = -145865 + \frac{38178.16}{(1+0.09)^1} + \frac{45935.37}{(1+0.09)^2} + \frac{54468.28}{(1+0.09)^3} + \frac{63854.49}{(1+0.09)^4}$$

$$VAN = -145865 + 35025.83 + 38662.87 + 42059.51 + 45236.14$$

$$VAN = -145865 + 160984.35$$

$$VAN = 15119.35$$

$$VAN = -145865 + \frac{37844.85}{(1+0.186)^1} + \frac{45602.06}{(1+0.186)^2} + \frac{54134.97}{(1+0.186)^3} + \frac{63521.18}{(1+0.186)^4} + \frac{73846.02}{(1+0.186)^5}$$

$$VAN = -145865 + 31909.65 + 32420.15 + 32450.68 + 32105.53 + 31470.5$$

$$VAN = -145865 + 160356.52$$



$VAN = 14491.51$

Se elige la opción 1, el crédito *Back to Back*.

## 8. ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL

La base para alcanzar la sostenibilidad ambiental en la operación del taller modelo está constituida por el conocimiento del impacto que dicha operación estará teniendo en el medio ambiente, como se mencionó con anterioridad, toda actividad realizada por el hombre, tiene un efecto sobre su entorno, y después de siglo y medio de industrialización, deforestación y agricultura a gran escala se ha alterado el ambiente a tal grado que, si no se toman medidas, se podría estar ante una serie de catástrofes que pueden terminar incluso con la raza humana.

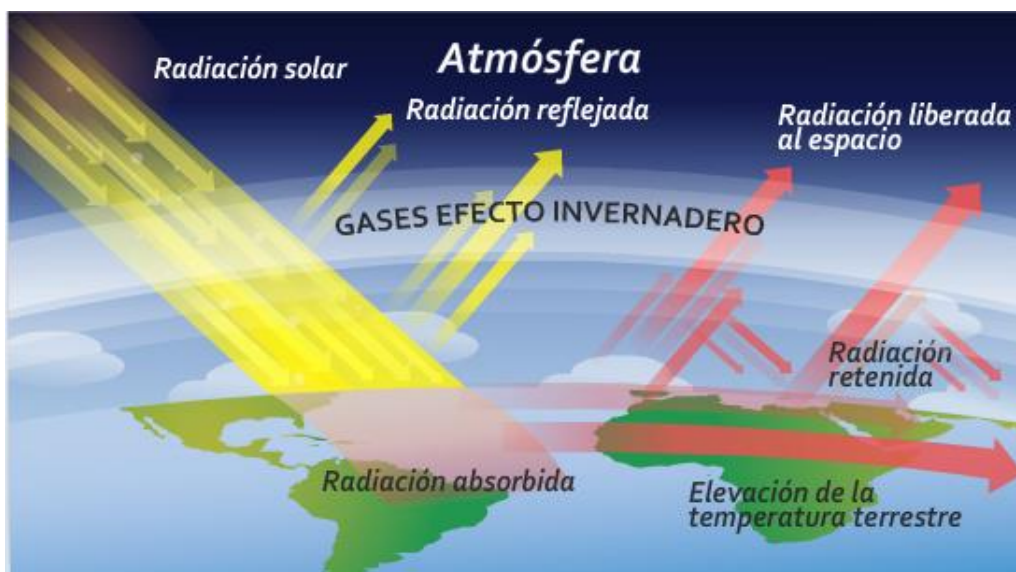
La principal manifestación de este impacto, es el llamado cambio climático, que no es más que la consecuencia del aumento en la temperatura de la atmosfera, causada por el fenómeno conocido como efecto invernadero.

El efecto invernadero normalmente propicia la vida en la Tierra, da las condiciones óptimas, que no se hallan en ningún otro planeta y permite que la flora y fauna tal como se conoce exista.

La atmósfera terrestre está constituida en un 99.93 % por varios gases naturales como el Nitrógeno 78 %; Oxígeno, 20.9 %; y Argón, 0.93 %, los cuales tienen la capacidad de capturar cierta porción de los rayos de sol que la atraviesan, y mantienen una temperatura media de 15 °C. Si estos no retuvieran el calor proveniente del Sol, la temperatura media de la Tierra sería de -18 °C, y obviamente, la diversidad de especies naturales se vería severamente limitada o imposibilitada de existir (Caballero, Lozano y Ortega, 2007).

La Figura 105 muestra esquemáticamente dicho efecto: de la totalidad de radiación solar recibida, una parte es absorbida por la corteza terrestre, y una parte es reflejada. De la porción reflejada, una parte se libera hacia el espacio, y otra se retiene en la atmosfera en forma de calor.

Figura 105. **Efecto invernadero**



Fuente: Fisticablognacho (s.f.). *Efecto invernadero*. Consultado en febrero de 2022.

Recuperado de <https://fisticablognacho.weebly.com/>.

Existen otros gases producidos en forma artificial, es decir que se emiten por actividades humanas, y cuya concentración en la atmosfera es más significativa dada su mayor capacidad de retención de calor. Estos gases son llamados Gases de Efecto Invernadero. Estos son principalmente 6:

- El vapor de agua. Gas que se produce con la evaporación de agua. Este tiene la capacidad de duplicar los efectos del calentamiento global. Aunque

su efecto es casi efímero, su concentración varía constantemente, su abundancia y alta capacidad de retención de calor, hace que su efecto sea muy poderoso. No es posible controlar la cantidad de vapor presente en la atmósfera, su fuente cubre el 71 % de la superficie terrestre. El único esfuerzo que como humanos se puede hacer, es limitar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero, dado que la cantidad de vapor presente en la atmósfera, es directamente proporcional a la de dióxido de carbono equivalente presente en ella. (Caballero, Lozano, Ortega, 2007).

- El Dióxido de Carbono es el más significativo, tanto por su capacidad de absorción y emisión de energía infrarroja, como por su larga permanencia en la atmósfera. Es un gas incoloro que se produce en forma natural en la respiración de los seres vivos, en la fermentación de azúcares, en la quema de madera, carbohidratos y combustibles fósiles. Es utilizado como gas inerte en soldadura y extintores; para presurizado en armas de aire comprimido; y como materia prima química para agregar efervescencia a bebidas de cola, incluidas la cerveza y el champán. (Caballero, Lozano, Ortega, 2007)
- Es el Gas de Efecto Invernadero más importante, ya que el consumo desmedido de combustible en vehículos, la producción de energía eléctrica por fuentes fósiles, en la industria en la agricultura y en la ganadería, ha aumentado su concentración en la atmósfera, a niveles en los que el calentamiento global causado por el efecto invernadero debido a la concentración de CO<sub>2</sub>, ha propiciado catástrofes naturales, pérdidas incuantificables, y amenaza la existencia de la raza humana (Caballero et al., 2007).

- El Metano, CH<sub>4</sub>, es un gas natural, que se compone de un átomo de carbono y cuatro de hidrogeno. Es inflamable y se produce principalmente por la descomposición de desecho orgánico, tanto líquido, como sólido, cuyas fuentes principales, son los centros urbanos alrededor del mundo. El uso desmedido de los recursos naturales para satisfacer las necesidades de una población cada vez mayor, tiene como consecuencia una creciente producción de desechos. Los llamados “basureros” o “sitios de disposición final de desechos sólidos urbanos” que en su gran mayoría son a cielo abierto, están expuestos al calor solar y según datos manejados por el MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES DE GUATEMALA, en Guatemala están compuestos de un 60 % de materia orgánica, son las principales fuentes de gas Metano hacia la atmósfera (Caballero et al., 2007).

Otras fuentes son la agricultura y ganadería, los volcanes, y lo producen también los microorganismos anaerobios, aquellos que prosperan donde no hay oxígeno.

Si se compara el metano con el dióxido de carbono, considerando 100 años, el potencial de calentamiento global del metano, se ha calculado en 28 veces la del dióxido de carbono, así también, la vida media del dióxido de carbono es de 200 años, y la del metano es de 9 años. Tiene aplicaciones muy importantes, por ejemplo, es el principal componente del gas natural que se utiliza para calefacción o generación eléctrica (Caballero, Lozano et al., 2007).

- El óxido nitroso o gas de la risa, es producido naturalmente en los mares y en bosques lluviosos, pero antropogénicamente en procesos industriales, como la producción de nylon, en la quema de biomasa y combustibles. Se

ha calculado su potencial de calentamiento global en 300 veces el dióxido de carbono.

- El ozono, es un gas que se forma cuando a una molécula de oxígeno diatómico la estimula radiación ultravioleta, logrando desprender un átomo de oxígeno, que rápidamente se asocia con otra molécula de oxígeno diatómico sin estimulación ultravioleta, creando el O<sub>3</sub>, u ozono. La principal función del ozono, es formar una capa atmosférica conocida como ozonfera, la cual, con un espesor de entre 10 y 20 km, es responsable de capturar entre el 97 y 99 % de radiación solar que llega a la tierra.
- Los gases CFC o clorofluorocarbonos, son gases que, gracias a su estabilidad y nula toxicidad, han sido utilizados en los sistemas de acondicionamiento de aire, abundantes en los edificios de oficinas, hospitales, hoteles, restaurantes e incluso hogares; agentes extintores y compuestos para aerosoles. Muchos de estos se han retirado del mercado, y reemplazados por gases menos dañinos al ambiente. Se observa un potencial de calentamiento global de 23, 000 veces el dióxido de carbono, lo que lleva a que, en 1, 989 sean prohibidos, reduciendo su uso desde entonces en un 99 % (Caballero et al., 2007).

Siendo estos los principales Gases de Efecto Invernadero, se puede identificar cuáles son los que se pueden producir en cada actividad que se realiza.

Por su abundancia e importancia, es el dióxido de carbono el gas de efecto invernadero que se toma como referencia, asignando al resto un múltiplo que refleje su poder de contaminación, como si fuera una cantidad determinada de dióxido de carbono. Este múltiplo, se llama Potencial de Calentamiento Global, o

PCG, y su determinación de depende de la absorción de radiación infrarroja del gas, el espectro de longitud de onda de la radiación, y su vida media en la atmósfera (Caballero et al., 2007).

Se calcula sobre un intervalo de tiempo específico, normalmente 20, 100 y 500 años y la unidad en la que se mide la cantidad de gas de efecto invernadero es la tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente o TonCO<sub>2</sub>eq. Una tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente es la cantidad de gases de efecto invernadero expresado como el producto de su peso en toneladas métricas, por su potencial de calentamiento global (Ministerio para la Transición Ecológica, 2020).

Aunque la cantidad de gases de efecto invernadero presentes en la atmósfera es muy grande, y sigue creciendo día a día, es muy importante que cada institución o empresa adopte una filosofía de trabajo que tenga como base la sostenibilidad, y cuyo camino inicia en la adecuada contabilidad de la cantidad de gases de efecto invernadero que produce con su operación (Ministerio para la Transición Ecológica, 2020).

Para lograr esto, se recurre a la herramienta llamada la Huella de Carbono, que es un instrumento formulado por el Instituto Mundial de Recursos, World Resources Institute, como parte del Protocolo de gases de efecto invernadero, *Greenhouse Gas Protocol* como un estándar para medir las emisiones de gases de efecto invernadero emitidos por una compañía respecto a un tiempo definido (Ministerio para la Transición Ecológica, 2020).

Este brinda estándares de contabilidad y reportes, herramientas de cálculo para negocios y organizaciones. Cuando se tiene conciencia de la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos, y el sector de la operación del cual provienen, se pueden hacer alteraciones y modificaciones en la forma de trabajo,

que reduzcan esas emisiones, acercándose a la neutralidad y sostenibilidad ambiental deseadas (Ministerio para la Transición Ecológica, 2020).

Los beneficios de realizar la medición de la Huella de Carbono son diversos, tales como:

- Reconocimiento externo acreditado de las emisiones de CO<sub>2</sub>, relacionadas con la empresa.
- Control y medición de gases de efecto invernadero por medio de una herramienta normalizada y reconocida internacionalmente.
- Mayor credibilidad en memorias de sostenibilidad e informes de responsabilidad social.
- Permite definir mejores objetivos, políticas de reducción de emisiones más efectivas e iniciativas de ahorro de costes mejor dirigidas
- Diferenciación positiva frente a competidores al ofrecer mayor compromiso de la organización con el medio ambiente.
- Obtención de puntuación extra en adjudicaciones y concursos públicos, además de superar barreras de entrada en determinados mercados.
- Mejora la imagen empresarial frente a clientes, administración, proveedores y demás partes interesadas (Ministerio para la Transición Ecológica, 2020).

Uno de los aspectos fundamentales a considerar es el alcance de la medición, que se puede clasificar como:

- Alcance 1. Aquellas emisiones que pertenecen a la organización directamente, como es el uso de combustibles en los edificios cuando se



cuenta con alguna caldera; fugas de gases refrigerantes usados en equipos de climatización; y consumo de gasolina en vehículos propios.

- Alcance 2. Es el asociado con la compra de energía eléctrica
- Alcance 3. Son las emisiones que no son propiedad ni están controladas por la empresa, y que provienen de viajes de trabajo con medios de transporte externos, como buses, trenes y aviones (Ministerio para la Transición Ecológica, 2020).

Para calcular la huella de carbono, se siguen los siguientes pasos:

- Se define el año a analizar
- Se establecen los límites de la organización y operativos
- Se recopilan datos de consumo
- Se realizan los cálculos multiplicando los datos de la actividad por los factores de emisión. Actualmente se cuenta con una serie de calculadoras en línea que permiten tener una idea muy bien aproximada de la cantidad de emisiones, y que permite conocer la llamada línea de base, que no es más que una descripción de la situación inicial de la empresa o entidad analizada.
- Se elabora un plan de reducción, incluyendo las medidas que se pretende llevar a cabo (Ministerio para la Transición Ecológica, 2020).

Se toma el año de octubre 2021, a octubre 2022. Al igual que con el record de un taller real. Los límites a considerar son: en cuanto al alcance del cálculo, se realizará sobre el Alcance 1 y 2 de la siguiente manera:

- Alcance 1, con el consumo de gasolina y su equivalente en hidrocarburos, como aceites y demás lubricantes derivados del petróleo. Cabe mencionar que el aceite de motor usado es uno de los principales y peores contaminantes que existen, y aunque aún no existe una forma práctica de refinarlo en Guatemala, se va a calcular la cantidad de emisiones que esta produce, con el fin de hallar una forma de compensarlas (Ministerio para la Transición Ecológica, 2020).

Siendo esta una línea de base, el rubro de los refrigerantes se dejará considerado, bajo el convenio de que, tratándose de una instalación hipotéticamente nueva, no se presentaran fugas. Se planteará también un control para posibles reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero por medio de mejoras en la gestión de desechos orgánicos e inorgánicos (Ministerio para la Transición Ecológica, 2020).

- Alcance 2, con una proyección que toma como base las facturas de energía eléctrica del periodo en cuestión en las instalaciones de un taller real. Como límite físico, se calculará la huella de carbono de la instalación del taller, y, por tratarse de un tema en sí extenso y se saldría demasiado de la línea de estudio, se incluye solamente información teórica sobre el consumo de agua y lo que puede ser un esbozo de la huella hídrica también (Ministerio para la Transición Ecológica, 2020).

El registro del consumo es el que sigue:

Gasolina: el consumo de gasolina se va tomar calculado sobre el kilometraje que registra en el periodo de octubre 2021 a octubre 2022, dividido por el rendimiento en kilómetros por galón que se ha mostrado por la motocicleta de mensajería utilizada en el taller modelo.

También se considerará un litro de gasolina utilizado para limpieza, por servicio. Se propone el escenario más extremo, es decir, se considerará que el taller opera al 100 % de su capacidad: 88 servicios semanales.

Las emisiones de línea de base, se obtienen al multiplicar el volumen de gasolina consumido, en galones, por un factor de emisiones obtenido en forma empírica por la Administración de Información sobre Energía de Estados Unidos, y que es tomado a nivel internacional como oficial al ser publicado en la Tabla LX.

Tabla LX. Coeficientes de emisión de dióxido de carbono por combustible

Carbon Dioxide Emissions Coefficients by Fuel				
Carbon Dioxide (CO <sub>2</sub> ) Factors:	Pounds CO <sub>2</sub>	Kilograms CO <sub>2</sub>	Pounds CO <sub>2</sub>	Kilograms CO <sub>2</sub>
	Per Unit of Volume or Mass	Volume or Mass	Per Million Btu	Per Million Btu
<b>For homes and businesses</b>				
Propane Heating Fuel (Distillate Fuel Oil)	12.68 gallon	5.75 gallon	138.63	62.88
Kerosene	22.45 gallon	10.19 gallon	163.45	74.14
Coal (All types)	21.78 gallon	9.88 gallon	161.35	73.19
	3,876.61 short ton thousand	1,758.40 short ton thousand	211.87	96.10
Natural Gas	120.96 cubic feet	54.87 cubic feet	116.65	52.91
Gasoline <sup>a</sup>	17.86 gallon	8.10 gallon	148.47	67.34
Motor Gasoline	19.37 gallon	8.78 gallon	155.77	70.66
Residual Heating Fuel (Businesses only)	24.78 gallon	11.24 gallon	165.55	75.09
<b>Other transportation fuels</b>				
Jet Fuel	21.50 gallon	9.75 gallon	159.25	72.23
Aviation Gasoline	18.33 gallon	8.32 gallon	152.54	69.19
<b>Other fuels</b>				
Geothermal (steam)	NA	NA	26.03	11.81
Geothermal (binary cycle)	NA	NA	0.00	0.00
Municipal Solid Waste <sup>b,c</sup>	1,552.88 short ton	704.38 short ton	109.98	49.89
Tire-derived fuel <sup>b</sup>	5,306.87 short ton	2,407.16 short ton	189.53	85.97
Waste oil <sup>b</sup>	22.51 gallon	10.21 gallon	163.14	74.00

Data source: Carbon factors provided by the U.S. Environmental Protection Agency, *Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-2020*, Tables A-22, A-27, A-34, and A-230

<sup>a</sup> Includes fuel ethanol blended into motor gasoline. The fuel ethanol component of finished motor gasoline is treated as nonemissive. See methodology documentation for further details on calculations.

<sup>b</sup> Carbon factors for municipal solid waste, tire-derived fuel, and waste oil are provided by the U.S. Environmental Protection Agency, *Greenhouse Gas Emissions Factor Hub*

<sup>c</sup> The carbon factor for municipal solid waste has been adjusted to apply both to biogenic and non-biogenic waste

Note: To convert to carbon equivalents multiply by 12/44.

Coefficients may vary slightly with estimation method and across time.

Coefficients are based on data from 2020. EIA uses these coefficients for estimating 2021, and more recent, energy-related CO<sub>2</sub> emissions.

Fuente: Echeverría, Carlos Bladimir U.S (2021). *Energy Information Administration - EIA - Independent Statistics and Analysis*.

El cálculo queda:

**Tabla LXI. Emisiones de línea de base en toneladas de CO2 equivalente por consumo de gasolina en vehículo del taller**

	Distancia Mensual Promedio	Rendimiento	Volumen de Gasolina Consumido	Factores de Emisiones	Emisiones de CO2	Emisiones de Co2
	A	B	C=A/B	D=	E=CXD	E/1000
	Km	Km/Gal	Gal	KgCO2/Gal	KgCO2	Ton CO2e
Enero	1200	70	17.1428571	8.78	150.514286	0.15051429
Febrero	1200	70	17.1428571	8.78	150.514286	0.15051429
Marzo	1200	70	17.1428571	8.78	150.514286	0.15051429
Abril	1200	70	17.1428571	8.78	150.514286	0.15051429
Mayo	1200	70	17.1428571	8.78	150.514286	0.15051429
Junio	1200	70	17.1428571	8.78	150.514286	0.15051429
Julio	1200	70	17.1428571	8.78	150.514286	0.15051429
Agosto	1200	70	17.1428571	8.78	150.514286	0.15051429
Septiembre	1200	70	17.1428571	8.78	150.514286	0.15051429
Octubre	1200	70	17.1428571	8.78	150.514286	0.15051429
Noviembre	1200	70	17.1428571	8.78	150.514286	0.15051429
Diciembre	1200	70	17.1428571	8.78	150.514286	0.15051429
			205.714286		1806.1714	1.8061714

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

**Tabla LXII. Emisiones de línea de base en toneladas de CO2 equivalente por consumo de gasolina para limpieza en el taller**

	Número de servicios realizados	Rendimiento	Volumen de Gasolina Consumido	Factores de Emisiones	Emisiones de CO2	Emisiones de Co2
	A	B	C=A/B	D=	E=CXD	E/1000
	Litro	lt/Gal		KgCO2/Gal	KgCO2	Ton CO2e
Enero	380	3.785	100396301	8.78	881.479524	0.88147952
Febrero	380	3.785	100396301	8.78	881.479524	0.88147952
Marzo	380	3.785	100396301	8.78	881.479524	0.88147952

Continuación de la tabla LXII.

Abril	380	3.785	100396301	8.78	881.479524	0.88147952
Mayo	380	3.785	100396301	8.78	881.479524	0.88147952
Junio	380	3.785	100396301	8.78	881.479524	0.88147952
Julio	380	3.785	100396301	8.78	881.479524	0.88147952
Agosto	380	3.785	100396301	8.78	881.479524	0.88147952
Septiembre	380	3.785	100396301	8.78	881.479524	0.88147952
Octubre	380	3.785	100396301	8.78	881.479524	0.88147952
Noviembre	380	3.785	100396301	8.78	881.479524	0.88147952
Diciembre	380	3.785	100396301	8.78	881.479524	0.88147952
			1204.75561		10577.7543	105.777.543

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Se incluirá además la producción de emisiones causada por la generación de aceite quemado, que, por su alto poder contaminante, vale la pena contabilizar para tratar de manejarlo de la mejor manera posible.

**Tabla LXIII. Emisiones de línea de base en toneladas de CO2 equivalente por producción de aceite quemado**

	Número de servicios realizados	Rendimiento	Volumen de Aceite Quemado Producido	Factores de Emisiones	Emisiones de CO2	Emisiones de Co2
	A	B	C=A/B	D=	E=CXD	E/1000
	Litro	lt/Gal		KgCO2/Gal	KgCO2	Ton CO2e
Enero	380	3.785	100396301	10.21	102.504.624	102.504.624
Febrero	380	3.785	100396301	10.21	102504624	102.504.624
Marzo	380	3.785	100396301	10.21	102.504.624	102.504.624
Abril	380	3.785	100396301	10.21	102504624	102.504.624
Mayo	380	3.785	100396301	10.21	102.504.624	102.504.624
Junio	380	3.785	100396301	10.21	102504624	102.504.624

Continuación de la tabla LXIII.

Julio	380	3.785	100396301	10.21	102.504.624	102.504.624
Agosto	380	3.785	100396301	10.21	102504624	102.504.624
Septiembre	380	3.785	100396301	10.21	102.504.624	102.504.624
Octubre	380	3.785	100396301	10.21	102504624	102.504.624
Noviembre	380	3.785	100396301	10.21	102.504.624	102.504.624
Diciembre	380	3.785	100396301	10.21	102504624	102.504.624
			120.475.561		123.005.548	123.005.548

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Se puede decir que, las emisiones de Gases de Efecto Invernadero, en su alcance 1, ascienden a:

$$E = 1.8062 + 10.557 + 12300$$

$$E = 24.68 \text{ ton } CO_2eq$$

Para calcular la huella en su alcance 2, se considera el consumo de energía eléctrica.

De acuerdo al promedio de las facturas de energía eléctrica del último año, se podría asumir la línea de base para emisiones de gases de efecto invernadero, debido al consumo de energía eléctrica, sería:

Tabla LXIV. **Emisiones de línea de base en toneladas de CO2 equivalente debidas a consumo de energía eléctrica**

	Consumo en KW/h	Factores de Emisiones	Emisiones de CO2	Emisiones de Co2
	C=A/B	D=	E=CXD	E/1000
	kwh	KgCO2/kwh	KgCO2	Ton CO2e
Enero	136	0.29117	39.59912	0.03959912
Febrero	136	0.29117	39.59912	0.03959912
Marzo	136	0.29117	39.59912	0.03959912
Abril	136	0.29117	39.59912	0.03959912
Mayo	136	0.29117	39.59912	0.03959912
Junio	136	0.29117	39.59912	0.03959912
Julio	136	0.29117	39.59912	0.03959912
Agosto	136	0.29117	39.59912	0.03959912
Septiembre	136	0.29117	39.59912	0.03959912
Octubre	136	0.29117	39.59912	0.03959912
Noviembre	136	0.29117	39.59912	0.03959912
Diciembre	136	0.29117	39.59912	0.03959912
	1632		475.18944	0.47518944

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Por tanto, las emisiones de gases de efecto invernadero totales, para el proyecto en cuestión, van a ser:

$$E = 25.16 \text{ ton } CO2eq$$

En el presente caso, y por tratarse el trazo de la línea de base, la medición es lo primordial, porque permite trazar estrategias de mitigación, que para el taller van a consistir principalmente en el uso eficiente de la energía eléctrica, así como buscar una manera de al menos dar un segundo uso al aceite de desecho. Eso queda para el proceso de monitoreo.





## CONCLUSIONES

1. El presente trabajo de graduación puede ser tomado en cuenta por cualquier persona particular, que tenga el deseo de emprender con un taller de motocicletas, aplicando el proceso de recepción, lavado, trabajo en rampa, detallado y entrega, tal como se describe en el diagrama de flujo del capítulo 6.
2. El mantenimiento preventivo programado es el régimen que se adapta en mayor medida a la forma de trabajo del taller, se realiza al llegar a un kilometraje específico, o después de transcurrido en un periodo de uso determinado. Se explica también que principalmente el aceite utilizado cumple con las tres principales normas que gobiernan los lubricantes: SAE, que da el grado 20w50, Jaso MA2 que da las especificaciones de los aditivos para protección del embrague, y API, que la clasifica según el servicio.
3. Una inversión de Q. 145, 865 es necesaria para implementar un taller con las características que este trabajo de graduación presenta y se compone de cuatro estaciones de trabajo, cada una con capacidad para 4 servicios de mantenimiento al día, con lo que se produciría un ingreso mensual de alrededor de Q77, 000. El taller modelo contará con 6 colaboradores incluidos personal administrativo y operativo con gastos fijos mensuales de alrededor de Q34, 300, incluidos los salarios. El presupuesto de inversión incluye: implementación de las instalaciones de suministro eléctrico, el suministro de aire comprimido, ventilación, manejo de agua,

así como los equipos a ellas conectados, como compresores, soldaduras y prensas. Se plantea la obtención de los fondos de una de tres fuentes: Un inversionista, la cual se considera desfavorable por razones del tiempo que se mantiene la relación; un crédito bancario cuyo respaldo es un fondo de inversión, a 4 años, pagando una cuota de Q3, 800; o un crédito de consumo a 5 años con una cuota mensual de Q3, 963. Según la herramienta del Valor Presente Neto, se opta por la segunda opción. En el rubro ambiental, se producen 25.16 toneladas de dióxido de carbono equivalente durante la operación anual de un taller de este tamaño. Acciones como una acertada gestión de desechos tales como aceite quemado contribuyen en gran medida a la mitigación de esos efectos.

4. Todo lo relacionado con el taller de motocicletas está íntimamente ligado a la ingeniería mecánica, la cual dicta las normas para la realización de las instalaciones, y también normaliza y clasifica cada componente que forma una motocicleta, y las aplica enfocada en un funcionamiento eficiente que permita mayor rentabilidad financiera y sostenibilidad ambiental.
  
5. En temas técnicos específicos, como por ejemplo mediciones en el sistema eléctrico de una motocicleta, se incluye información valiosa que puede ser tomada como referencia, puesto que fue extraída durante lo registrado en las ordenes de servicio reales, en un año calendario, obteniendo información sobre las tareas realizadas, y se toma como base esa información para el diseño de los elevadores, en cuanto a su cantidad, así como el tamaño de las demás instalaciones, herramienta especial y accesorios, con las medidas de los modelos ITALIKA existentes.

## RECOMENDACIONES

1. Profundizar en los capítulos 1 y 6, tomando su contenido como referencia en el diseño de los principales sistemas de los que se compone la instalación de un taller de motocicletas, adaptándola, sin embargo, a la realidad y necesidad específica de cada persona.
2. Comprender el capítulo 7, ya que el contenido está relacionado con el aspecto legal del negocio, especialmente correspondiente con impuestos y la parte laboral, sin importar el tamaño del taller, el modelo funciona con al menos 3 personas.
3. Elaborar un reglamento interno de trabajo, que incluya horarios, tareas y responsabilidades para todos y cada uno de los integrantes del equipo de trabajo. La facilidad con la que estos se cumplan van a permitir optimizar recurso humano, y facilitar el mantenimiento de las distintas áreas del taller.
4. Realizar un registro del consumo de energía eléctrica, combustibles y cualquier actividad que pueda producir impacto en el medio ambiente, y pueda ser gestionado para la reducción de la huella de carbono de la institución. Una de los cambios a realizar, podría ser la instalación de un panel solar, para energizar la marquesina de la fachada, cuya iluminación podría controlarse con un interruptor de fotocelda, quitándole una carga fija a la instalación eléctrica esto relacionado con quien cumpla con funciones administrativas.



## REFERENCIAS

1. Amézquita, E. M. (2008). *Diseño y mantenimiento de una red de aire comprimido en Delgado impresos y compañía limitada* (tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala  
Recuperado de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0482\\_MI.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0482_MI.pdf)
2. Anónimo. (2020). *Conceptos importantes sobre mantenimiento*. Presentación en el curso de Montaje y Mantenimiento de Equipo. USAC. Guatemala, Guatemala.
3. Anónimo. (2020). *Lubricación*. Presentación en el curso de Diseño de Máquinas 3. USAC. Guatemala, Guatemala.
4. Anónimo. (2017). *Qué es un MCI*. Presentación en el curso de Motores de Combustión Interna. USAC. Guatemala, Guatemala.
5. Arivillaga, S. E. (2011). *Diseño, control y manejo adecuado del proceso logístico de un almacén central de abastecimiento de repuestos en una empresa, importadora, distribuidora y comercializadora de motocicletas y repuestos* (tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
6. ASHRAE Hand Book (1995). *Diferencia de temperaturas*. Estados Unidos: American Society of Heating.

7. Automecánico. (s.f.). *Funcionamiento de un relé*. Los Angeles, California, Estados Unidos: Autor.
8. Avallone, Baumeister y Daegh. *Mark's Standard Handbook for Mechanical Engineers*. Nueva York, Estados Unidos: McGraw Hill.
9. Caballero, M., Lozano, S. y Ortega, B. (2007). Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático: una perspectiva desde las ciencias de la tierra. *Revista Digital Universitaria*, 8(10), 1-12. Recuperado de [https://www.revista.unam.mx/vol.8/num10/art78/oct\\_art78.pdf](https://www.revista.unam.mx/vol.8/num10/art78/oct_art78.pdf)
10. Castillo, W. y Toapanta, O. (2019). *Principios de tribología aplicados en la Ingeniería Mecánica*. Utah, Estados Unidos: Área de Innovación y desarrollo S.L. doi: <http://doi.org/10.17993/IngyTec.2019.57>
11. Castro, L. (2017). *Diagramas de fase*. Cartagena, España: UDIMA Recuperado de <https://www.cartagena99.com/recursos/alumnos/apuntes/Manual%20Tema%208%20Diagramas%20de%20fase%20FORMATO2.pdf>
12. CEJAROSU. (2005). *Multiplicador de velocidad. engranajes y ejes*. Recuperado de [http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec\\_eng\\_multiplicador.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec_eng_multiplicador.htm)
13. CEPIS. (2022). *Calidad del agua, tecnología de saneamiento para las Américas*. Lima, Perú: CEPIS. Recuperado de <http://cepis.org.pe/>

14. Climate Institute. (2022). *Cantidad de lluvia Antigua Guatemala*. New York, Estados Unidos: Autor.
15. Decreto 10-2012. Ley de la actualización Tributaria. Diario de Centroamérica. Guatemala. 5 de marzo de 2012.
16. Diseño Mecánico para ti. (2015). *Tipos de rosca y cuerdas para tornillos tipos de cuerdas más comunes*. México: YouTube. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=pikvdfioG4g>
17. EPS (s.f.). *Formación de motocicletas*. Barcelona, España: Centro de Estudios de la Motocicleta. Recuperado de <https://epsformacion.com/>
18. Estíbaliz, A. y Málaga, A. (2014). *Grasas lubricantes*. España: Bureau Veritas. Recuperado de [www.lubrication-management.com](http://www.lubrication-management.com)
19. EXSA, OERLIKON. (2003). *Manual de soldadura y catálogo de productos*. Balzers: OERLIKON. Recuperado de [http://www.marioloureiro.net/ensino/manuaisOutros/soldadura/manual\\_catalogo%20soldadura.pdf](http://www.marioloureiro.net/ensino/manuaisOutros/soldadura/manual_catalogo%20soldadura.pdf)
20. Galicia, R. (2013). *Mantenimiento preventivo para motocicletas comerciales* (tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
21. Gobierno de España. (2020). *Ecológica*. España: Autor



22. González Rey, G., García Toll, A. y Ortiz Cárdenas, T. (s.f.). *Cojinetes de rodamiento*. Habana: CUJAE. Recuperado de [https://www.academia.edu/10621344/G\\_Gonz%C3%A1lez\\_Rey\\_A\\_Garc%C3%ADa\\_Toll\\_T\\_Ortiz\\_Cardenas](https://www.academia.edu/10621344/G_Gonz%C3%A1lez_Rey_A_Garc%C3%ADa_Toll_T_Ortiz_Cardenas)
23. Inzunza, J. (2013). *Mecanismos de Transferencia de Calor*. Recuperado de <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/34475/1/Mecanismos%20de%20transmisi%C3%B3n%20de%20calor%20%28CONDUCCION%2C%20CONVECCION%2C%20RADIACION%29.pdf>
24. ITALIKA. (2019). *Taller de motocicletas, señalética Italika*. Guatemala: Italika.
25. Juárez Pizza, P. (1979). *Diseño, montaje y mantenimiento de sistemas de aire comprimido* (tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
26. Ledesma, D. (2017). *Diseño de caja de cambios automática DSG 02E* (tesis de licenciatura). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
27. Martens, M. (2002). *El aceite multigrado y la protección desde el arranque*. México: ESSO.
28. Martínez, R. (2002). *Finalidad del sistema de lubricación*. Guatemala, Guatemala.
29. Martínez, R. (2002). *Lubricantes*. Guatemala, Guatemala.

30. Moto, K. (2022). *Tipos de embrague en motos*. México: YouTube. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=nHcvFz1qFpg>
31. MOTORGIGA. *Efecto de la temperatura sobre las zapatas de freno*. Gran Bretaña: MOTORGIGA. Recuperado de <https://motorgiga.com>
32. Moya, A. y Salinas, D. (2013). *Funcionamiento del embrague*. México: YouTube. Recuperado de [https://www.youtube.com/watch?v=\\_wlw-Gf7Szu](https://www.youtube.com/watch?v=_wlw-Gf7Szu)
33. Nieto, C., Lopez, R. y Galvis O. (1985). *Montaje de poleas y correas en V*. Bogotá, Colombia: Servicio Nacional de Aprendizaje. Recuperado de [https://repositorio.sena.edu.co/sitios/elementos\\_maquinas/vol6/volumen06.html#](https://repositorio.sena.edu.co/sitios/elementos_maquinas/vol6/volumen06.html#)
34. Palencia, O. G. (2006). *El mantenimiento general* (tesis de licenciatura). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Colombia.
35. Registro Mercantil Guatemala. (2022). *Registro de Patente*. Guatemala: Autor.
36. Sapón, O. (2003). *Diseño de taller mecánico automotriz de intervista* (tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
37. Smith, W. F. (1998). *Fundamento de la ciencia e Ingeniería de Materiales*. Madrid, España: McGrawHill.

38. STUDYLIB. (2013). *Roscas y tornillos*. Recuperado de <https://studylib.es/doc/71464/roscas-y-tornillos>
39. Tarin, C. (2016). *Funcionamiento de un gato hidráulico*. México: YouTube. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=Sw1RFthyxAw>
40. Thomas Schewenke. (s.f). *Cómo funciona una caja de cambios de motocicleta ES*. Estados Unidos: YouTube Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=aGGzDNKoUws&list=RDCMU CvaDO-HZz3OYDHrICQ9-Xnw&index=1>
41. TRITECH. (2018). *Fundamentos de lubricación*. Curso de Lubricantes. Guatemala. TRITECH.
42. Villeda A. D. (2013). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de un taller de servicios para motocicletas en el municipio de Villa Nueva* (tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
43. Wark (s.f.). *Termodinámica, presión y volumen*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
44. WEATHERSPARK (s.f.). *Cantidad de lluvia anual*. Recuperado de <https://es.weatherspark.com>

# APÉNDICES

## Apéndice 1. Instalaciones



Fuente: elaboración propia, realizado con Galaxy A51.

Vista general: 1. Antigua área de espera y jardín, 2 y 3. Vista general al área de trabajo con estantería para piezas de motocicletas que se desarman antes de servicio, y sin ésta.

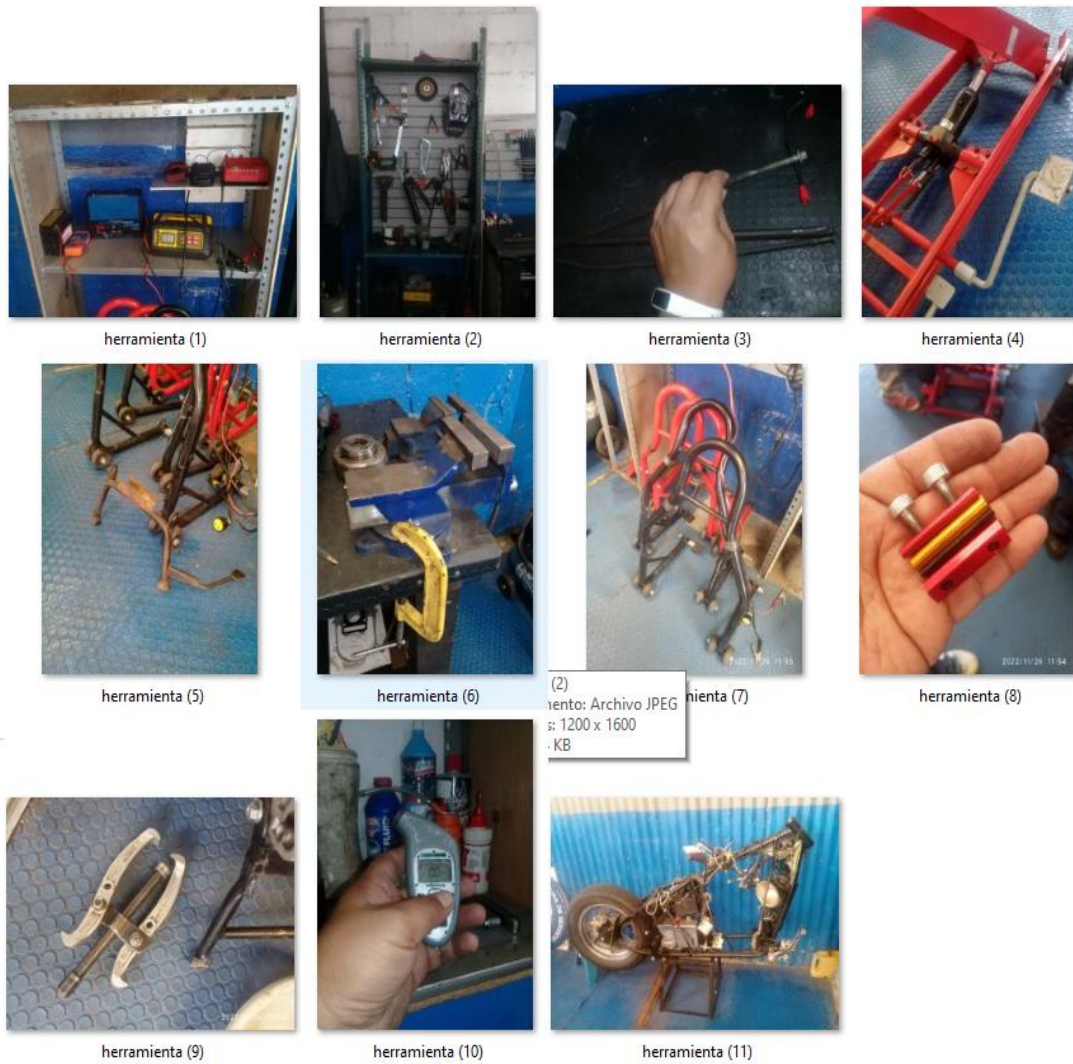
## Apéndice 2. Instalaciones



Fuente: elaboración propia, realizado con Galaxy A51.

En orden: 1. Parqueo, 2. Oficina de recepción, 3. Repuestos cambiados por garantía, 4. Área de Repuestos, 5. Servicio sanitario, 6. Área de Espera, 7. Lavado de motocicletas, 8. Área de Secado, 9. Área de Rampas, 10 y 11. Bancos de trabajo, 12. Área de Desechos.

### Apéndice 3. Equipo y herramientas



Fuente: elaboración propia, realizado con Galaxy A51.

Herramientas: 1. Área de carga de baterías, 2. Estantería de herramienta de trabajo: extractores, *bise grip*, sierra, soldadora, pulidora, graseras, martillos; 3. Herramienta hecha para desarmado de amortiguadores delanteros, varias medidas, 4. Gato hidráulico que acciona las rampas de trabajo, 5. Stand hecho

para motonetas que no cuentan con parador central y soportes; 6. Tornillo de banco, 7. Caballetes, 8. Lubricador de cables, 9. Extractor de volante, 10. Calibrador de llantas, 11. Caballete estacionario.

#### Apéndice 4. **Insumos**



Fuente: elaboración propia, realizado con Galaxy A51.

Consumibles. 1. Desengrasante, restaurador de plásticos, silicón, abrillantador de llantas, limpiador de tapicerías, cera líquida; 2. Lubricante de cadenas, lubricante multiusos, grasa, pegamentos, 3. Aprovechador de aceite.



## Apéndice 5. Condiciones ergonómicas

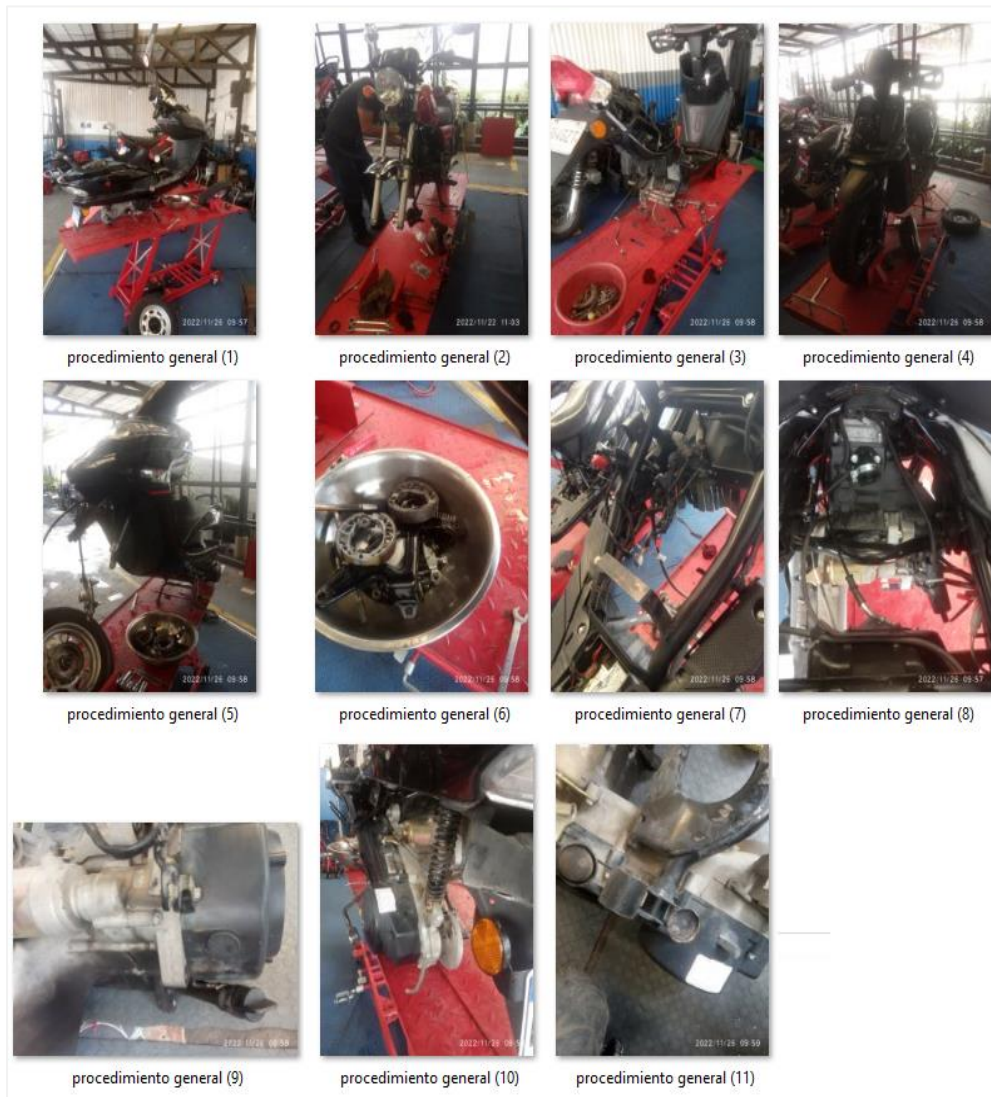


Fuente: elaboración propia, realizado con Galaxy A51.

Condiciones ergonómicas: 1. Prototipo de carrito para bandejas y taburete de trabajo; 2, 3 y 4. La rampa se puede utilizar a distintas alturas, permitiendo máximo alcance y variedad de ángulos de operación.



## Apéndice 6. Procedimiento general



Fuente: elaboración propia, realizado con Galaxy A51.

Procedimiento general: 1 a 7. Se desmontan las llantas y el escape para dar limpieza y lubricación a los frenos, la cadena, la suspensión y todas las piezas móviles del chasis, 8 a 11. Se buscan fugas y desgastes que se puedan reparar.

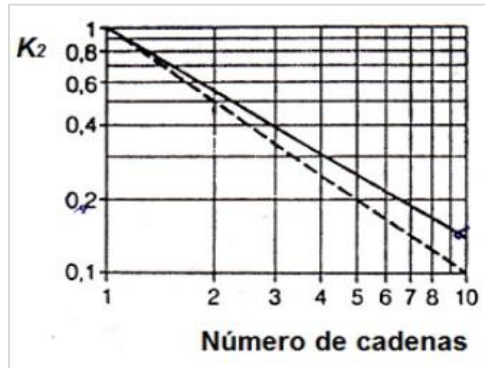
## ANEXOS

### Anexo 1. Fricción materiales

Materiales en contacto	Fricción estática	Fricción cinética
Hielo // Hielo	0,1	0,03
Vidrio // Vidrio	0,9	0,4
Madera // Cuero	0,4	0,3
Madera // Piedra	0,7	0,3
Madera // Madera	0,4	0,3
Acero // Acero	0,74	0,57
Acero // Hielo	0,03	0,02
Acero // Latón	0,5	0,4
Acero // Teflón	0,04	0,04
Teflón // Teflón	0,04	0,04
Caucho // Cemento (seco)	1,0	0,8
Caucho // Cemento (húmedo)	0,3	0,25
Cobre // Hierro (fundido)	1,1	0,3
Esquí (encerado) // Nieve (0°C)	0,1	0,05
Articulaciones humanas	0,01	0,003

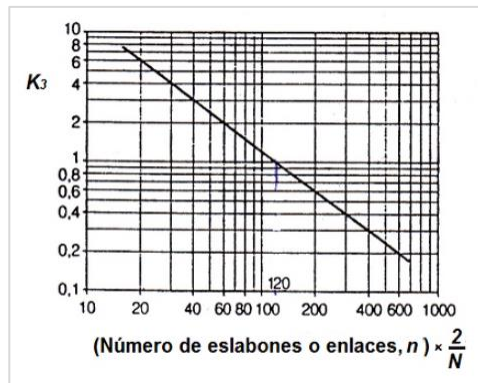
Fuente: Castillo y Toapanta (2019). *Principios de tribología aplicados a la ingeniería mecánica.*

## Anexo 2. Coeficiente K2



Fuente: Castillo y Toapanta (2019). *Principios de tribología aplicados a la ingeniería mecánica.*

## Anexo 3. Coeficiente K3



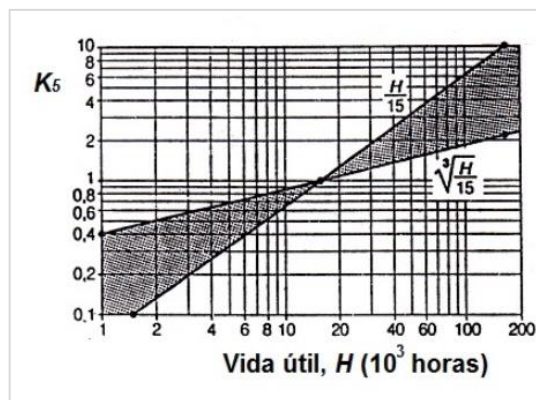
Fuente: Castillo y Toapanta (2019). *Principios de tribología aplicados a la ingeniería mecánica.*

## Anexo 4. Coeficiente K4, Factor de Servicio

Coeficiente $K_4$ , Factor de servicio				
Charges	Machines réceptrices	Machines motrices		
		hydraulique Moteur électrique et Turbine	4 cylindres et plus	Moteur à combustion interne à transmission mécanique moins de 4 cylindres
Régulières	Machines d'imprimerie Pompes et compresseurs centrifuges Calandreauses pour papier Escaliers roulants Agitateurs de liquides	1,00	1,10	1,30
Irrégulières	Malaxeurs à béton Broyeurs à boulets Pompes et compresseurs à 3 pistons ou plus Presses, ciseilles Agitateurs de solices Tamis vibrants	1,40	1,50	1,70
À-coups	Excavatrices Raboteuses Broyeurs à marteaux et à cylindres Pompes et compresseurs à 1 piston Forage pétrolier	1,80	1,90	2,10

Fuente: Fuente: Castillo y Toapanta (2019). *Principios de tribología aplicados a la ingeniería mecánica.*

## Anexo 5. Coeficiente K5



Fuente: Castillo y Toapanta (2019). *Principios de tribología aplicados a la ingeniería mecánica.*

## Anexo 6. Ordenes de servicio

The image displays four examples of service orders (ORDEN DE SERVICIO) from Finland Mototech. Each form includes a header with the company name and WhatsApp contact, followed by a section for customer and technician information. The main body contains a description of the service and a detailed breakdown of costs. The bottom section includes a note about free services and signature lines for both the technician and the customer.

**Example 1 (Top Left):**

- WhatsApp: 3225478
- Customer: [Redacted]
- Technician: [Redacted]
- Service: [Redacted]
- Payment Breakdown:
 

Moto de obra y Servicio Consumibles del Servicio	0,325
Tarifa de Ocio	0,90
TOTAL	0,415

**Example 2 (Top Right):**

- WhatsApp: 3225478
- Customer: [Redacted]
- Technician: [Redacted]
- Service: [Redacted]
- Payment Breakdown:
 

Servicio	325 =
Colación llanta trasera	35 =
Tuercas llanta trasera	15 =
TOTAL	375 =

**Example 3 (Bottom Left):**

- WhatsApp: 3225478
- Customer: [Redacted]
- Technician: [Redacted]
- Service: [Redacted]
- Payment Breakdown:
 

Servicio completo	0,325
Almuerzo, agua, Bata	0,480
TOTAL	0,805

**Example 4 (Bottom Right):**

- WhatsApp: 3225478
- Customer: [Redacted]
- Technician: [Redacted]
- Service: [Redacted]
- Payment Breakdown:
 

Moto de obra y Servicio Consumibles, Servicio	0,325
Regulaciones	0,15
Integración	0,05
TOTAL	0,525

Fuente: Finland Mototech, ITALIKA (2022). *Atención al Cliente.*

## Anexo 7. Ordenes de servicio

**ORDEN DE SERVICIO**

WhatsApp: 30235478

Nombre: Monica Munez

Modelo: 31175

Placa: 9496

Fecha: 12 / 09 / 20

Descripción: Botón de starter, Péndulo suaves, Muelles ligeros, Servicio

DETALLE DE COBRO	
Servicio programado	@ 325
Partidas	@ 45
Partes de repuesto	@ 325
<b>TOTAL @ 395</b>	

Para taller: [Signature]    Para cliente: [Signature]

**ORDEN DE SERVICIO**

WhatsApp: 30235478

Nombre: Carolina Sosa

Modelo: AT110

Placa: 32423

Fecha: 01 / 02 / 23

Descripción: Nota: Los recibos internos de los amortiguadores estan considerablemente heridos.

DETALLE DE COBRO	
Cadenas de tracción @ 295, fibra de vidrio @ 200	@ 275
Talos de stop @ 100, Drumper @ 40, Fretos @ 100	@ 200
Servicio amortiguadores, frenos	@ 150
Embrén	@ 225
Soldadura bases de amortiguadores	@ 0
Part. llns delankens y focos delankens	@ 0
<b>TOTAL @ 850</b>	

Para taller: [Signature]    Para cliente: [Signature]

**ORDEN DE SERVICIO**

WhatsApp: 30235478

Nombre: Belén Soley

Modelo: 31175

Placa: 416

Fecha: 23 / 11 / 20

Descripción: Truido parte trasera, Cable de velocímetro, Pasamos Servicio 2.000 kilometros, 23 de noviembre.

DETALLE DE COBRO	
Consumible	@ 100
Cable de velocímetro	@ 90
Troncos de lana	@ 90
Filtro de aire	@ 45
<b>TOTAL @ 425</b>	

Para taller: [Signature]    Para cliente: [Signature]

**ORDEN DE SERVICIO**

WhatsApp: 3562806

Nombre: Isabel Cerezo

Modelo: 31487

Placa: 18 / 11 / 21

Descripción: Lubricar Acule cadex

DETALLE DE COBRO	
Consumibles	@ 50
<b>TOTAL @ 50</b>	

Para taller: [Signature]    Para cliente: [Signature]

Fuente: Finland Mototech, ITALIKA (2022). Atención al Cliente.



## Anexo 8. Ordenes de servicio

**ORDEN DE SERVICIO**

Nombre: Gabriel Marino Ciudad V  
 Bar: 504 Hero  
 Fecha: 15/07/22

DETALLE DE COBRO

Consumibles	250.00
<b>TOTAL</b>	<b>250.00</b>

TODO LO QUE NO ESTE AQUÍ DETALLADO, ES GRATIS

PARA CLIENTE: [Firma]

**ORDEN DE SERVICIO**

Nombre: Realie Ben Cepin  
 Bar: 2502  
 Fecha: 26/07/22

DETALLE DE COBRO

Consumibles, servicio	380.00
Preparar Cable de clutch	60.00
Pastillas	180.00
Filtro de aire	55.00
<b>TOTAL</b>	<b>575.00</b>

TODO LO QUE NO ESTE AQUÍ DETALLADO, ES GRATIS

PARA CLIENTE: [Firma]

**ORDEN DE SERVICIO**

Nombre: Salvador Perez  
 Bar: W 150  
 Fecha: 07-12-2021

DETALLE DE COBRO

T de barras Servicio	0589.00
Amortiguadores delanteros Izquierdo	0425.00
Amortiguadores delanteros Derecho	0425.00
Juego de cojinetes	0135.00
Filtro de aceite	0150.00
<b>TOTAL</b>	<b>09035.00</b>

DESCUENTO 1000  
 canchada 800  
 800 va de dar  
 + debe 2000

TODO LO QUE NO ESTE AQUÍ DETALLADO, ES GRATIS

PARA CLIENTE: [Firma]

**ORDEN DE SERVICIO**

Nombre: República Fison Garcia Ciudad Doria  
 Bar: C0425  
 Fecha: 07/07/22

DETALLE DE COBRO

Automatico tecnico	350.00
Jeja	90.00
Pastillas	35.00
Examen a 35, pastillas a 35 canchada	70.00
Filtro de aceite	145.00
Consumibles del Servicio	275.00
Anticipo de 2500	
<b>TOTAL</b>	<b>965.00</b>

TODO LO QUE NO ESTE AQUÍ DETALLADO, ES GRATIS

PARA CLIENTE: [Firma]

Fuente: Finland Mototech, ITALIKA (2022). Atención al Cliente.

## Anexo 9. Ordenes de servicio

**ORDEN DE SERVICIO**

INFO WHATSAPP 55624306

CLIENTE: Juan Esteban En Moral D...  
 N° 1252  
 FECHA: 21/11/21

DESCRIBIR LA EXPERIENCIA CON ITALIA. CUENTANOS SI HAY ALGO EN ESPECIAL QUE QUIERES QUE SEA CHEQUEADO

- Servicio varios cambios retardados.
- Cambio casquitos llanta del
- Servicio
- Reparacion culata/correas.

DETALLE DE COBRO	
Consumibles	450.00
TOTAL 450.00	

Pendiente pago 450.00

TODO LO QUE NO ESTE AQUÍ DETALLADO, ES GRATIS

FIRMA TALLER: [Firma]  
 FIRMA CLIENTE: [Firma]

**ORDEN DE SERVICIO**

INFO WHATSAPP 55624306

CLIENTE: Juan Carlos Torres  
 N° 150 Carre  
 FECHA: 12/12/21

DESCRIBIR LA EXPERIENCIA CON ITALIA. CUENTANOS SI HAY ALGO EN ESPECIAL QUE QUIERES QUE SEA CHEQUEADO

- Servicio varios cambios retardados.
- Cambio casquitos llanta del
- Servicio
- Reparacion culata/correas.

DETALLE DE COBRO	
Servicio	50.00
Autoservicio para Servicio varios	200.00
Cambio casquitos	75.00
Servicio	275.00
Pago culata/correas	100.00
TOTAL 550.00	

TODO LO QUE NO ESTE AQUÍ DETALLADO, ES GRATIS

FIRMA TALLER: [Firma]  
 FIRMA CLIENTE: [Firma]

**ORDEN DE SERVICIO**

INFO WHATSAPP 55624306

CLIENTE: Carlos Godines San Antonio  
 C.D 125  
 FECHA: 8/12/21

DESCRIBIR LA EXPERIENCIA CON ITALIA. CUENTANOS SI HAY ALGO EN ESPECIAL QUE QUIERES QUE SEA CHEQUEADO

- chequeo de frenos
- Conseguir Paldón, lado izquierdo

DETALLE DE COBRO	
Consumibles 5to servicio	150.00
Fricciones del tras.	90.00
Servicio cambio de los	10.00
Pago de Plastico CS 125	175.00
TOTAL 425.00	

Hipo = 100.00

TODO LO QUE NO ESTE AQUÍ DETALLADO, ES GRATIS

FIRMA TALLER: [Firma]  
 FIRMA CLIENTE: [Firma]

**ORDEN DE SERVICIO**

INFO WHATSAPP 55624306

CLIENTE: Byron Ordóñez Santa Catalina  
 N° 150  
 FECHA: 4/10/21

DESCRIBIR LA EXPERIENCIA CON ITALIA. CUENTANOS SI HAY ALGO EN ESPECIAL QUE QUIERES QUE SEA CHEQUEADO

- Microswitch 12q.
- Pideres 12q del
- Cable freno tras.
- Manguera retorno aceite
- Foco del.
- Fricciones trasera.

DETALLE DE COBRO	
Microswitch	20.00
Cable freno tras	60.00
Cable acelerador	60.00
Fricciones delanteras	30.00
Servicio	250.00
TOTAL 420.00	

TODO LO QUE NO ESTE AQUÍ DETALLADO, ES GRATIS

FIRMA TALLER: [Firma]  
 FIRMA CLIENTE: [Firma]

Fuente: Finland Mototech, ITALIKA. (2022). Atención al Cliente.