



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

**DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA  
LA SECCIÓN DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS DEL  
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA, USAC**

**David Andrés Aguilar Fratty**

Asesorado por el Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma

Guatemala, enero de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA  
LA SECCIÓN DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS DEL  
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA, USAC**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**DAVID ANDRÉS AGUILAR FRATTY**

ASESORADO POR EL ING. CARLOS ANIBAL CHICOJAY COLOMA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO**

GUATEMALA, ENERO DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
EXAMINADOR	Ing. Gilberto Enrique Morales Baiza
EXAMINADOR	Ing. José Ismael Véliz Padilla
EXAMINADOR	Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco
SECRETARIO	Ing. 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:

### DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA SECCIÓN DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA, USAC

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 19 de mayo de 2015.

  
David Andrés Aguilar Fratty

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 25 de septiembre de 2015  
Ref.EPS.DOC.645.09.15.

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

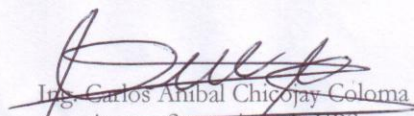
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **David Andrés Aguilar Fratty** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. 201114084, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA SECCIÓN DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA, USAC.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

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

c.c. Archivo  
CACC/ra





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



ACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 25 de septiembre de 2015  
REF.EPS.D.503.09.15

Ing. Roberto Guzmán  
Director Escuela de Ingeniería Mecánica  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Guzmán:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado: **DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA SECCIÓN DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA, USAC**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **David Andrés Aguilar Fratty** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Carlos Anibal Chicojay Coloma.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silva José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS



SJRS/ra



**USAC**  
TRICENTENARIA


Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.320.2015

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 informe final de EPS titulado: **DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA SECCIÓN DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA, USAC** del estudiante **David Andrés Aguilar Fratty**, Carné **No. 2011-14084**, recomienda su aprobación.

*"Id y Enseñad a Todos"*

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



Guatemala, octubre de 2015





**USAC**

TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.364.2015

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor-Supervisor y del Director de la Unidad de EPS, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA SECCIÓN DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA, USAC** del Estudiante **David Andrés Aguilar Fratty**, Carné No. **2011-14084**, procede a la autorización del mismo para su revisión.

**"Id y Enseñad a Todos"**

  
Ing. Roberto Guzmán Ortiz  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, noviembre de 2015

/aej



Universidad de San Carlos  
De Guatemala

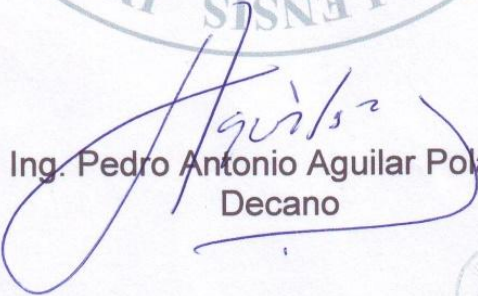


Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.011.2015

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA SECCIÓN DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA, USAC**, presentado por el estudiante universitario: **David Andrés Aguilar Fratty**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano



Guatemala, enero de 2016

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Fuente inagotable de sabiduría y entendimiento para cumplir este sueño.
<b>Mis padres</b>	Carlos Aguilar y Eugenia Fratti, por haberme dado la vida, y quienes con su sacrificio y esfuerzo me han permitido alcanzar este triunfo.
<b>Mis hermanos</b>	Mariel, Samuel y Sara Aguilar, por su amor, ánimos y apoyo durante esta etapa de mi vida.
<b>Mi familia</b>	Abuelos, tíos y primos, por brindarme cariño, apoyo y motivación para seguir adelante y cumplir esta meta.
<b>Mis amigos</b>	Por el apoyo y consejos durante momentos difíciles de mi carrera, y por las alegrías compartidas.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por permitirme realizar los estudios de una carrera universitaria.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por albergarme durante el transcurso de mis estudios, y por brindarme los conocimientos para formarme profesionalmente.
<b>Escuela de Ingeniería Mecánica</b>	A todos los ingenieros de dicha Escuela, por compartir sus conocimientos teóricos y prácticos
<b>Sección de Metales y Productos Manufacturados</b>	Por permitirme realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado, y por el apoyo recibido durante la ejecución del mismo.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	III
LISTA DE SÍMBOLOS .....	V
GLOSARIO .....	VII
RESUMEN.....	IX
OBJETIVOS.....	XI
INTRODUCCIÓN .....	XIII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Centro de Investigaciones de Ingeniería .....	1
1.1.1. Historia .....	1
1.1.2. Misión .....	4
1.1.3. Visión.....	5
1.1.4. Institución.....	6
1.1.5. Ubicación .....	7
1.1.6. Organigrama.....	7
1.2. Sección de metales y productos manufacturados .....	8
1.2.1. Ensayos mecánicos.....	10
1.2.2. Equipo de laboratorio.....	11
1.3. Mantenimiento .....	11
1.3.1. Mantenimiento correctivo.....	13
1.3.2. Mantenimiento preventivo.....	13
2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL .....	15
2.1. Registro de equipo .....	15
2.1.1. Máquina universal.....	16

2.1.2.	Compresor vertical .....	19
2.1.3.	Máquina para compresión de <i>blocks</i> .....	20
2.1.4.	Máquina de ensayo para abrasión .....	21
2.1.5.	Máquina universal JBA.....	23
2.2.	Rutina de lubricación.....	35
2.2.1.	Máquina universal .....	36
2.2.2.	Máquina para compresión .....	37
2.2.3.	Máquina de ensayo para abrasión .....	38
2.2.4.	Máquina universal JBA.....	38
2.3.	Inspecciones y ajustes .....	47
2.4.	Cronograma de mantenimiento .....	50
2.4.1.	Hoja resumen .....	61
3.	FASE DE DOCENCIA.....	63
3.1.	Presentación del plan de mantenimiento .....	63
3.2.	Importancia de la ejecución del plan de mantenimiento.....	64
3.3.	Capacitación .....	65
	CONCLUSIONES.....	67
	RECOMENDACIONES .....	69
	BIBLIOGRAFÍA.....	71
	ANEXOS.....	73

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Edificio del Centro de Investigaciones de Ingeniería.....	4
2.	Organigrama del Centro de Investigaciones de Ingeniería .....	8
3.	Área de Laboratorio de la Sección de Metales y Productos Manufacturados .....	9
4.	Placa puente hidráulico .....	17
5.	Placa motor de bomba hidráulica.....	18
6.	Placa técnica del motor del compresor. ....	19
7.	Placa técnica del motor de bomba hidráulica de la máquina para compresión.....	20
8.	Placa técnica del motor eléctrico de máquina para ensayo de abrasión.....	22
9.	Placas técnicas de motores de la máquina universal JBA .....	24
10.	Temas de la capacitación del plan de mantenimiento preventivo .....	66

### TABLAS

I.	Registro de la máquina universal .....	25
II.	Registro del compresor vertical.....	27
III.	Registro de la máquina para compresión.....	29
IV.	Registro de la máquina de ensayo para abrasión .....	31
V.	Registro de la máquina universal JBA .....	33
VI.	Rutina de lubricación de la máquina universal .....	39
VII.	Rutina de lubricación de la máquina para compresión.....	41



VIII.	Rutina de lubricación de la máquina de ensayo para abrasión.....	43
IX.	Rutina de lubricación de la máquina universal JBA .....	45
X.	Formulario de inspecciones y ajustes de la máquina universal I .....	48
XI.	Formulario de inspecciones y ajustes de la máquina universal II .....	49
XII.	Cronograma de mantenimiento de la máquina universal.....	51
XIII.	Cronograma de mantenimiento del compresor vertical .....	53
XIV.	Cronograma de mantenimiento de la máquina para compresión .....	55
XV.	Cronograma de mantenimiento de la máquina de ensayo para abrasión.....	57
XVI.	Cronograma de mantenimiento de la máquina universal JBA .....	59
XVII.	Plan de mantenimiento general .....	62

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>AC</b>	Aceite
<b>Amp</b>	Amperios
<b>R</b>	Cambio según desgaste
<b>cm</b>	Centímetro
<b>A</b>	Frecuencia anual
<b>D</b>	Frecuencia diaria
<b>Q</b>	Frecuencia quincenal
<b>S</b>	Frecuencia semanal
<b>SM</b>	Frecuencia semestral
<b>TM</b>	Frecuencia trimestral
<b>GR</b>	Grasa
<b>KN</b>	Kilo newton
<b>Kg, Kgf</b>	Kilogramos fuerza
<b>Lb, Lbf</b>	Libras fuerza
<b>PSI</b>	Libras por pulgadas cuadradas
<b>CFM</b>	Pies cúbicos por minuto
<b>RPM</b>	Revoluciones por minuto
<b>V</b>	Voltios





## GLOSARIO

<b>Abrasión</b>	Desgaste de un material producto de la acción de un elemento abrasivo.
<b>Aceite</b>	Sustancia líquida insoluble en agua, utilizada para lubricación en condiciones de altas temperaturas y presión.
<b>ASTM</b>	Sociedad Americana de Ensayos y Materiales.
<b>Carga</b>	Fuerza aplicada en la sección de un elemento.
<b>CII</b>	Centro de Investigaciones de Ingeniería.
<b>Coguanor</b>	Comisión Guatemalteca de Normas.
<b>Compresión</b>	Esfuerzo de un material que tiende a acortar la longitud del mismo en dirección de la aplicación de la carga.
<b>Deformación</b>	Variación de longitud de un material al aplicarse una carga.
<b>Desgaste</b>	Pérdida de material debido a la fricción entre superficies.

<b>Esfuerzo</b>	Resistencia de un material en toda su sección transversal, producto de la aplicación de una carga. Fuerza por unidad de área.
<b>Grasa</b>	Substancia cuya consistencia va de sólido a semilíquido, producto de la unión entre un líquido lubricante y un agente espesante.
<b>ISO</b>	Organización Internacional de Normalización.
<b>Lubricante</b>	Substancia que facilitan el deslizamiento y disminuyen el rozamiento entre partes con movimiento relativo.
<b>SAE</b>	Sociedad de Ingenieros Automotrices.

## **RESUMEN**

El presente trabajo fue realizado en la Sección de Metales y Productos Manufacturados del Centro de Investigaciones de Ingeniería mediante el programa de Ejercicio Profesional Supervisado. En el trabajo se definen los conceptos de mantenimiento preventivo y sus objetivos.

El Centro de Investigaciones de Ingeniería no cuenta con departamento o sección alguna que se encargue de las actividades de mantenimiento, por lo que cuando ocurre una avería en cualquier equipo, se requiere de la subcontratación de empresas encargadas del mantenimiento correctivo. Estas fallas y averías se pueden atrasar mediante la ejecución de un plan de mantenimiento preventivo.

El presente trabajo diseña un plan de mantenimiento preventivo para la Sección de Metales y Productos Manufacturados, ya que es la que más fuentes de ingreso genera con la realización de ensayos mecánicos a materiales de construcción. Este plan de mantenimiento abarca fichas técnicas para el registro de los equipos, rutinas de inspección, ajustes y lubricación; y cronogramas de mantenimiento, para que dicho plan de mantenimiento pueda ser implementado en dicha Sección.





# OBJETIVOS

## General

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas utilizadas por la Sección de Metales y Productos Manufacturados para asegurar un correcto funcionamiento.

## Específicos

1. Realizar un registro de la maquinaria utilizada, incluyendo sus características.
2. Definir rutinas de inspección y ajustes para las máquinas que lo necesiten.
3. Definir rutinas de lubricación para cada una de las máquinas, utilizando diagramas para su fácil lectura.
4. Definir un cronograma de mantenimiento especificando las tareas a realizar para cada una de las máquinas.
5. Capacitar a los operarios de las máquinas para que puedan ejecutar el plan de mantenimiento.



## INTRODUCCIÓN

El mantenimiento preventivo es toda aquella actividad realizada en máquinas para garantizar su óptimo funcionamiento y garantizar la calidad del servicio que prestan. Estas actividades forman parte importante dentro de cualquier empresa, debido a que al realizar revisiones y reparaciones se puede impedir la aparición de fallas en los equipos.

El Centro de Investigaciones de Ingeniería presta sus servicios de investigación al sector productivo nacional. Este centro se encuentra subdividido en secciones que se concentran en actividades y áreas específicas. La Sección de Metales y Productos Manufacturados es la encargada de realizar ensayos a distintos materiales de construcción, utilizando maquinaria especial para la realización de estos ensayos.

Debido a que la maquinaria utilizada en la Sección de Metales y Productos Manufacturados es de vital importancia para la realización de sus actividades, este equipo debe estar en óptimas condiciones para su utilización. Esta es la razón por la cual es necesario el diseño de un plan de mantenimiento preventivo para que la maquinaria conserve la calidad del servicio que presta.



# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Centro de Investigaciones de Ingeniería**

El objetivo primordial del centro es fomentar el desarrollo y la investigación en las distintas áreas de la ingeniería como parte de la aplicación de conocimientos. El CII presta servicios de docencia a la Facultad de Ingeniería, y también al sector productivo de Guatemala mediante la realización de ensayos en las distintas áreas de ingeniería que lo conforman.

El CII cumple la función de investigación de la Facultad de Ingeniería. El centro investiga, coordina e imparte docencia práctica; coordina y asesora investigadores para fines científicos, docente y de servicios. Fue creado para que el campo propio de la ingeniería desempeñe esta función, tanto dentro de la Universidad de San Carlos como en todo el país.

### **1.1.1. Historia**

El Centro de Investigaciones de Ingeniería fue creado por Acuerdo del Consejo Superior Universitario de fecha 27 de julio de 1963 y está integrado por todos los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

La razón para constituir el centro fue la unificación de los laboratorios de Materiales de Construcción de la Facultad de Ingeniería y de la Dirección General de Obras Públicas en 1959 y la subsiguiente adición a los mismos del laboratorio de Química y Microbiología sanitaria en 1962 en unión de otros



laboratorios docentes de la Facultad de Ingeniería. En 1965 se agregó al CII, el laboratorio de análisis de aguas de la Municipalidad de Guatemala.

En 1977 se establecieron las unidades de investigación en fuentes no convencionales de energía y tecnología de construcción de la vivienda. En 1978 fue creado el Centro de Información para la Construcción (Cicon), el cual se encuentra adscrito al CII.

En 1980, aunaron esfuerzos la Facultad de Arquitectura y la unidad de tecnología de la construcción de vivienda para organizar el programa de tecnología para los asentamientos humanos, del cual se generaron múltiples relaciones nacionales e internacionales.

En 1997 se adhirió al CII la planta piloto de extracción-destilación, cuyo funcionamiento como apoyo tanto a la investigación como a la prestación de servicios se inició en la década de los 90.

En esta misma década, se dio impulso al laboratorio de Metrología Eléctrica, cuya formación data de muchos años y se consideró la ampliación al de laboratorio de metrología eléctrica.

En 1999 se incrementó notablemente la participación del CII en los programas de investigación que se encuentran vigentes en el país, así como la vinculación internacional.

En el 2007 se inicia la ampliación en estructura del CII, con la construcción del tercer nivel del edificio T-5 y de un edificio en el área de prefabricados; además de la remodelación y modernización de los laboratorios de química en el edificio T-5, las cuales fueron inauguradas en el 2008.

En el 2009 se crea el Laboratorio de Investigación en Extractos Vegetales, LIEXVE, antes planta piloto de extracción-destilación, como parte de la sección de Química Industrial. Asimismo se crea la planta piloto de extracción de biodiésel en dicho laboratorio, en el mes de agosto de 2009. También se crean las secciones de topografía y catastro, y de tecnología de la madera en ese mismo año.

En el mes de marzo del 2010 se oficializa la sección de gestión de la calidad, teniendo como objetivo el desarrollo del sistema de gestión de la calidad del Centro de Investigaciones de Ingeniería, para lograr la acreditación de ensayos de laboratorio bajo la Norma ISO/IEC 17025.

A mayo de 2011 se encuentra en proceso la creación de la sección de innovación; asimismo se proyectó para el segundo semestre del 2011 la creación oficial de la unidad de seguridad industrial ocupacional.

A partir de junio del 2010 se inició la formación del sistema de gestión de la calidad para todo el Centro de Investigaciones, centrado en el proceso de acreditación de ensayos de laboratorio bajo la Norma ISO 17025, en las secciones de concretos, metales, química industrial y suelos; el cual se ha ido fortaleciendo por medio de un programa de capacitación continua al personal, así como con la implementación de la política y de los objetivos de calidad, herramientas de planificación estratégica, formación de comités de calidad, elaboración de documentación técnica e implementación de formatos y registros técnicos y de calidad en las cuatro secciones mencionadas.

Figura 1. **Edificio del Centro de Investigaciones de Ingeniería**



Fuente: Edificio T5, Ciudad Universitaria.

Todas las secciones que forman parte del CII participan en las actividades de investigación, servicio, docencia y extensión que realiza el centro como ejecutor de las políticas de la Usac asimismo, para atender la demanda cuenta con personal profesional y técnico en los diferentes campos, para realizar expertajes, asesorías, ensayos de comprobación, control de calidad y otros.

### **1.1.2. Misión**

“Desarrollar investigación científica como el instrumento para la resolución de problemas de diferentes campos de la ingeniería, orientada a la optimización de los recursos del país y a dar respuesta a los problemas nacionales; contribuir

al desarrollo de la prestación de servicios de ingeniería de alta calidad científico-tecnológica para todos los sectores de la sociedad guatemalteca; colaborar en la formación profesional de ingenieros y técnicos; propiciar la comunicación con otras entidades que realizan actividades afines, dentro y fuera de la República de Guatemala, dentro del marco definido por la Universidad de San Carlos de Guatemala. Mantener un liderazgo en todas las áreas de Ingeniería a nivel nacional y regional centroamericano, en materia de investigación, análisis y ensayos de control de calidad, expertaje, asesoría técnica y consultoría, formación de recurso humano, procesamiento y divulgación de información técnica y documental, análisis, elaboración y aplicación de normas.”<sup>1</sup> (CII, 2015).

### **1.1.3. Visión**

“Investigar alternativas de solución científica y tecnológica para la resolución de la problemática científico-tecnológica del país en las áreas de ingeniería que estén orientadas a dar respuesta a los problemas nacionales; realizar análisis y ensayos de caracterización y control de calidad de materiales, estructuras y productos terminados de diversa índole; desarrollar programas docentes orientados a la formación de profesionales, técnicos de laboratorio y operarios calificados; realizar inspecciones, evaluaciones, expertajes y prestar servicios de asesoría técnica y consultoría en áreas de la ingeniería; actualizar, procesar y divulgar información técnica y documental en las materias relacionadas con la ingeniería.”<sup>2</sup> (CII, 2015).

---

<sup>1</sup> Misión proporcionada por el Centro de Investigaciones de Ingeniería.

<sup>2</sup> Visión proporcionada por el Centro de Investigaciones de Ingeniería.

#### **1.1.4. Institución**

El Centro de Investigaciones de Ingeniería da seguimiento a lo establecido por la Universidad de San Carlos de Guatemala, en cuanto al cumplimiento de políticas de investigación, extensión y docencia.

Con propósitos del cumplimiento del programa de investigación se ha establecido una relación directa con el Consejo Coordinador e Impulsor de la Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala (Conciusac) cuyo ejecutor es la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala (Digi) y con el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (Sincyt), el cual es ejecutado por la Secretaría del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Concyt). Miembros del equipo de trabajo del Centro de Investigaciones de Ingeniería participan en las actividades de estas dos instituciones.

Los programas de docencia se ejecutan mediante prácticas de laboratorio, con apoyo a diferentes Escuelas de la Facultad de Ingeniería y otras Facultades de la Universidad de San Carlos de Guatemala, y la promoción de trabajos de graduación para estudiantes de pregrado y de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria.

El Centro de Investigaciones de Ingeniería se divide como parte del Cuerpo Ejecutivo, en las siguientes secciones:

- Gestión de la calidad
- Concretos, agregados, aglomerantes y morteros
- Química y microbiología sanitaria
- Metrología industrial

- Química industrial
- Metales y productos manufacturados
- Mecánica de suelos
- Tecnología de materiales
- Centro de información a la construcción Cicon
- Estructuras
- Asfaltos
- Topografía y catastro
- Tecnología de la madera
- Unidad de seguridad industrial ocupacional
- Oficina de investigación en tecnología de la información y las comunicaciones.

#### **1.1.5. Ubicación**

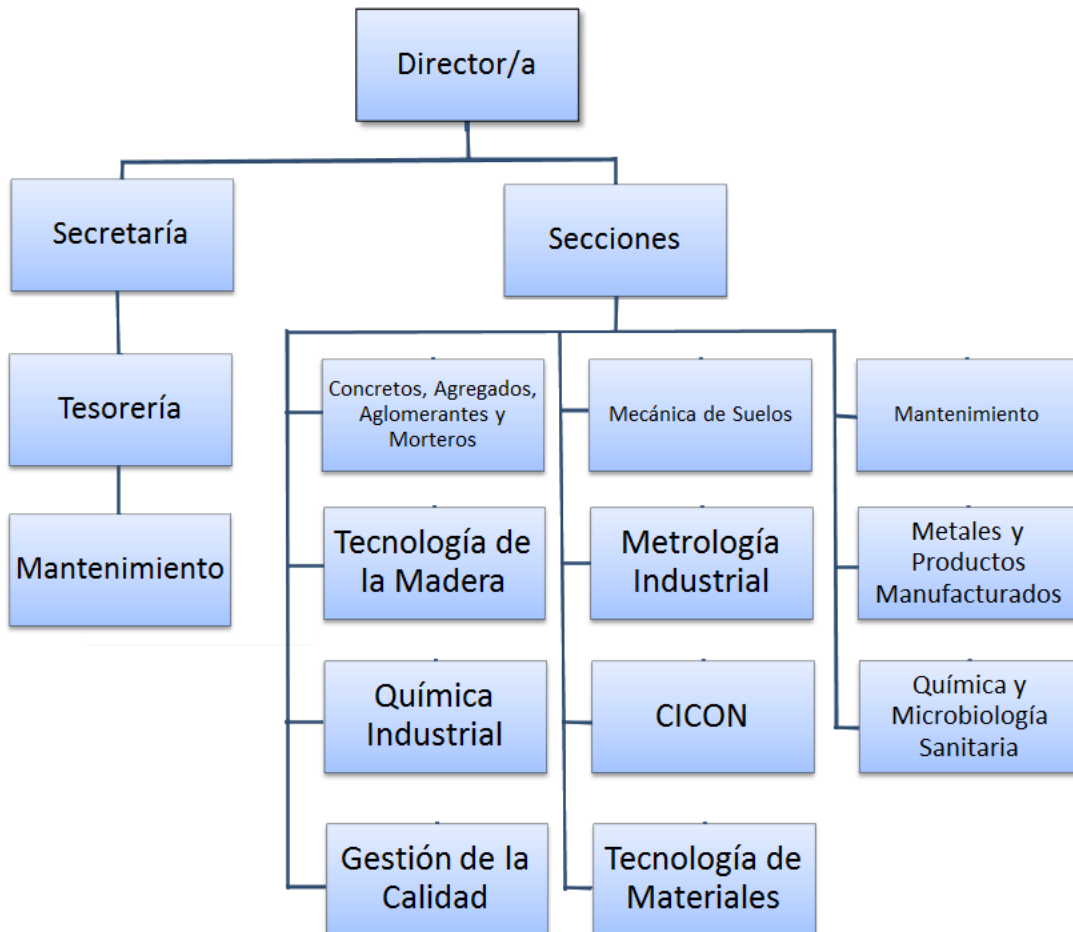
Centro de Investigaciones de Ingeniería, CII, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Usac, Ciudad Universitaria, zona 12, edificio T5, nivel 2. Tel. (502) 2418-9115

#### **1.1.6. Organigrama**

El Centro de Investigaciones de Ingeniería está estructurado de forma jerárquica, como se muestra en la figura 1.



Figura 2. Organigrama del Centro de Investigaciones de Ingeniería



Fuente: elaboración propia.

## 1.2. Sección de metales y productos manufacturados

La sección de Metales y Productos Manufacturados del Centro de Investigaciones de Ingeniería es la encargada de realizar ensayos mecánicos y físicos a materiales de construcción y afines, como pueden ser *blocks*, adoquines, ladrillos, varillas de acero corrugadas, madera, tubos de PVC, tubos

de concreto, entre otros. Los ensayos realizados en esta sección se realizan bajo especificaciones de normas Coguanor y ASTM, donde se especifican las características de las muestras a ensayar y el procedimiento de ensayo.

Figura 3. **Área de Laboratorio de la Sección de Metales y Productos Manufacturados**



Fuente: edificio T5, Ciudad Universitaria, zona 12.

### 1.2.1. Ensayos mecánicos

La sección de Metales y Productos Manufacturados cuenta con maquinaria específica para realizar los distintos ensayos mecánicos en los distintos materiales. Esta maquinaria se encuentra normalizada para realizar los ensayos bajo las condiciones que se especifican en las normas. Entre los ensayos más comunes se pueden mencionar los siguientes:

- Tensión: el ensayo de tensión en materiales es la aplicación de una fuerza que tiende a elongar o alargar el material ensayado. Entre los materiales a los que se realiza el ensayo de tensión están: varillas o placas de acero, madera, alambres, flejes, cuerdas, caucho y polímeros.
- Compresión: el ensayo de compresión en materiales es la aplicación de una fuerza que tiende a reducir la longitud de un material ensayado. Entre los materiales que se ensayan a compresión se pueden mencionar: *blocks*, adoquines, madera, placas de caucho y polímeros.
- Flexión: el ensayo de flexión en materiales es la aplicación de una fuerza que genere un momento que flexione la sección de un material, de manera que dicha sección se encuentre a tensión y compresión de forma simultánea. Este ensayo es realizado a vigas de concreto y de madera.
- Desgaste: el ensayo de desgaste o abrasión en materiales determina la capacidad del material a resistir la fricción con un elemento abrasivo, de manera que el elemento a ensayar pierda porción de su material. Este ensayo es aplicado a los adoquines.

### **1.2.2. Equipo de laboratorio**

Para la realización de los ensayos mecánicos, la Sección de Metales y Productos Manufacturados cuenta con el siguiente equipo o maquinaria:

- Máquina universal Baldwin: es utilizada para la realización de ensayos de tensión, compresión y flexión de distintos materiales. Su característica es la carga máxima aplicada de 55 000 Kgf.
- Máquina universal JBA: es utilizada para la realización de ensayos de tensión, compresión y flexión en materiales menos resistentes, ya que la carga máxima que puede aplicar es de 30 000 Kgf.
- Máquina de compresión: es utilizada para la realización de ensayos de compresión en *blocks*, ladrillos y adoquines. La carga máxima que puede aplicar es de 300 000 Lbf.
- Máquina de desgaste: es utilizada únicamente para la realización de ensayos de abrasión en adoquines.

### **1.3. Mantenimiento**

Consiste en el conjunto de acciones realizadas para conservar o reacondicionar un equipo a un estado en el cual sus funciones puedan ser cumplidas. La finalidad del mantenimiento es conservar el equipo o maquinaria en condiciones de cumplir con la función para la cual fueron diseñados con la capacidad y la calidad especificadas, pudiendo ser utilizadas en condiciones de seguridad.

El mantenimiento debe enfocarse hacia el servicio que proporciona la máquina y no a la máquina misma. El servicio que presta una máquina es el conjunto de actividades que se relacionan entre sí para satisfacer una necesidad. Este servicio que presta la máquina debe de contar con una calidad adecuada y aceptada para las exigencias del producto final.

La misión del mantenimiento es garantizar la disponibilidad de la función de los equipos, de tal modo que permita proveer un servicio con calidad, confiabilidad, seguridad y costo adecuado. También su misión es la de prolongar la vida útil de los equipos y reducir su número de fallas o averías.

La confiabilidad de un equipo puede ser definida como la “confianza” que se tiene de que un componente o equipo desempeñe su función básica durante un período de tiempo preestablecido, bajo condiciones estándares de operación.

La disponibilidad puede ser definida como la confianza de que un componente o equipo al que se realizaron acciones de mantenimiento, ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo determinado. Se representa como el porcentaje de tiempo que el equipo está listo para operar luego del mantenimiento realizado.

El mantenimiento se puede dividir en dos clasificaciones: preventivo y correctivo. Será mantenimiento preventivo si los trabajos se ejecutan para evitar que se pierda la calidad de servicio, y correctivo si los trabajos son necesarios porque dicha calidad ya se perdió.

### **1.3.1. Mantenimiento correctivo**

Se conoce como mantenimiento correctivo a toda aquella actividad humana desarrollada en equipos e instalaciones, cuando, a consecuencia de una falla han dejado de prestar la calidad de servicio esperada. Se ocupa de poner en marcha un equipo cuando este ha sufrido una falla y ha dejado de funcionar.

Este tipo de mantenimiento entra en acción hasta que ocurre la falla, ocasionando que el equipo deje de prestar servicio durante el tiempo en que se realiza la reparación. Se realizan arreglos provisionales de forma inmediata luego de la ocurrencia de la falla, para que la calidad del servicio se coloque dentro de los límites esperados.

### **1.3.2. Mantenimiento preventivo**

Se conoce como mantenimiento preventivo a toda aquella actividad humana desarrollada en equipos e instalaciones, con el fin de garantizar que la calidad de servicio que proporcionan continúe dentro de los límites establecidos. Su objetivo es impedir que el equipo tenga una falla o avería que disminuya la calidad del servicio que proporciona, o que la deje fuera de funcionamiento. Este tipo de mantenimiento siempre es programable.

. La conservación del equipo se obtiene mediante revisiones o reparaciones programadas que garanticen el buen funcionamiento del equipo, rutinas de lubricación periódica y cronogramas de mantenimiento.

Dentro del mantenimiento preventivo deben considerarse todos los tipos de mantenimiento que de una u otra forma tengan la misión de conservar la calidad del servicio, tales como mantenimiento periódico, progresivo, analítico, predictivo, entre otros.

Las ventajas del mantenimiento preventivo sobre el correctivo son que se logra disminuir el tiempo muerto de un equipo por alguna avería o falla, ya que con un programa de mantenimiento preventivo se busca que estas fallas o averías no se presenten de manera imprevista. Además, otra ventaja es el aumento de la vida útil de los componentes de los equipos, ya que se reduce el desgaste y fricción mediante la ejecución de rutinas de lubricación.

Las actividades del mantenimiento preventivo son:

- Inspección: consiste en la observación de los recursos para determinar su estado físico o funcionamiento.
- Rutinas de lubricación: consiste en la lubricación de los recursos del equipo que lo necesiten para obtener una mayor vida útil.
- Reparación: trabajos efectuados para corregir los daños que haya tenido el equipo, de manera programada.
- Cambio: consiste en sustituir un equipo o componente cuya fiabilidad haya disminuido.
- Modificación: son trabajos realizados para reformar el diseño del equipo con el fin de eliminar fallas repetitivas originadas por su diseño o fabricación defectuosa.



## **2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL**

En este apartado se describen los criterios necesarios para la realización del plan de mantenimiento preventivo para la Sección de Metales y Productos Manufacturados.

### **2.1. Registro de equipo**

El primer paso para realizar un plan de mantenimiento preventivo, es definir los equipos que se van a tomar en cuenta dentro del plan. Esto se realiza mediante el registro de equipos y sus respectivas fichas técnicas. Las fichas técnicas son documentos escritos donde se reflejan los datos del equipo o máquina, tales como: nombre, modelo, serie, fabricante y otros datos de interés para la elaboración del plan de mantenimiento.

Para la realización de las fichas técnicas es necesario definir los equipos a tomar en cuenta en el plan de mantenimiento. La ficha debe contener los datos más sobresalientes que afecten el mantenimiento de cada uno de los equipos. Luego se procede a recaudar información que todo el equipo tenga en común, para lograr realizar un machote de la ficha técnica que sea capaz de adaptarse a todos los equipos o máquinas.

Realizando la ficha técnica de cada uno de los equipos, es fácil entender la importancia de la realización de este trabajo, ya que se están recopilando datos importantes que ayudarán en otras labores, además de realizar el plan de mantenimiento.

Para la realización de la ficha técnica en este caso, se tomarán en cuenta los siguientes datos de los equipos:

- Nombre del equipo o máquina.
- Modelo.
- Número de serie.
- Fabricante.
- Característica principal del equipo.
- Fuente de alimentación.
- Voltaje y amperaje, si aplica.
- Elementos que lo componen, como motores, bombas y distintos mecanismos.
- Lubricante que utiliza.
- Observaciones.

El apartado de “Observaciones” en la ficha técnica, debe de ser llenado por el personal que utiliza la maquinaria, ya que al ser ellos los operarios, se dan cuenta de cosas específicas de los equipos que deben de ser tomados en cuenta al realizar las rutinas de mantenimiento.

### **2.1.1. Máquina universal**

Esta es la máquina más importante para la sección de Metales y Productos Manufacturados debido a que es la más utilizada, ya que en ella se pueden realizar una gran cantidad de ensayos mecánicos mediante el uso de accesorios.

Para realizar la ficha técnica, se tuvo que observar las placas del equipo que el fabricante coloca, las cuales en su mayoría se encuentran en los motores, ya que son las principales fuentes de potencia. En esta máquina, estas placas se encontraban en el motor de la bomba hidráulica (figura 5) y en la base del puente hidráulico (figura 4), el cual es el que realiza el trabajo en el equipo.

Figura 4. **Placa puente hidráulico**



Fuente: Laboratorio del edificio T5, Ciudad Universitaria, zona 12.

Al observar las placas de los distintos equipos que conforman la máquina universal y sus demás mecanismos y componentes, se puede extraer la siguiente información para realizar la ficha técnica:

- Nombre de la máquina: máquina universal
- Fabricante: Baldwin Lima-Hamilton
- Modelo de la máquina: MA18
- Número de serie: 811

Figura 5. Placa motor de bomba hidráulica



Fuente: Laboratorio del edificio T5, Ciudad Universitaria, zona 12.

- Característica principal: 55 000 Kg de carga máxima.
- Fuente de alimentación: eléctrica y neumática proveniente de un compresor.
- Voltaje: 220 V para los motores que tiene.
- Amperaje: 10 Amp de corriente total para toda la máquina universal.
- Presión neumática: 30 PSI que requiere el sistema indicador de carga.
- Dos motores eléctricos, uno de la bomba hidráulica y uno para el puente móvil.
- Una bomba hidráulica de aceite para el sistema de aplicación de carga.
- Un motorreductor en el puente móvil.
- Cuatro cojinetes de deslizamiento para los tornillos de ajuste de mordazas.
- Dos mecanismos, los cuales corresponden a cada una de las columnas roscadas para el movimiento del puente.

### 2.1.2. Compresor vertical

La máquina universal necesita de alimentación de aire comprimido, ya que el sistema indicador de carga funciona con principios neumáticos. La fuente del aire comprimido es un compresor vertical de cilindro-émbolo de una sola etapa, situado atrás de la máquina universal. Las características técnicas del compresor vertical son las siguientes.

Figura 6. Placa técnica del motor del compresor



Fuente: Laboratorio del edificio T5, Ciudad Universitaria, zona 12.

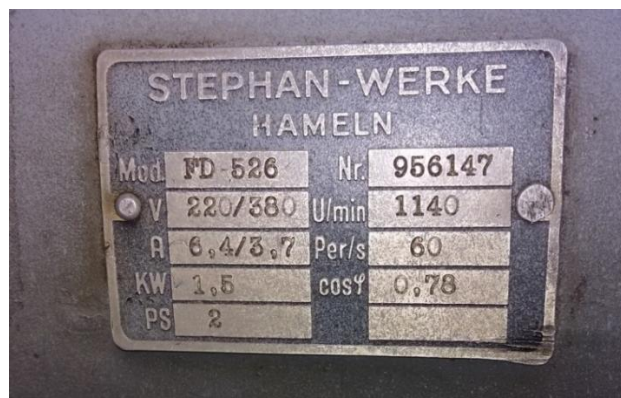
- Nombre de la máquina: compresor vertical.
- Fabricante: Devilbiss Air Power Company.
- Modelo de la máquina: IRLC 6560V-1.
- Número de serie: 2203009240.
- Característica principal: 135 PSI presión máxima, flujo de aire de 15,2 CFM.
- Fuente de alimentación: eléctrica.
- Voltaje: 220 V.

- Amperaje: 14 Amp de corriente del motor.
- Presión neumática: 30 PSI que requiere el sistema indicador de carga.
- Un motor eléctrico que alimenta el compresor cilindro-émbolo.
- Un cojinete en el compresor para el eje cigüeñal del pistón.
- Una faja de transmisión entre el motor eléctrico y el cigüeñal del compresor.
- Un mecanismo de poleas unidas por la faja de transmisión.

### 2.1.3. Máquina para compresión de *blocks*

Aunque la máquina universal y la máquina para compresión de *blocks* funcionen bajo el mismo principio de elevar una plataforma para aplicar carga; los *blocks*, adoquines y ladrillos son ensayados en una máquina distinta que solo realiza compresión y cuya carga máxima aplicada es mayor que la de la máquina universal, ya que su resistencia a la compresión es elevada debido a que son materiales para construcción.

Figura 7. **Placa técnica del motor de bomba hidráulica de la máquina para compresión**



Fuente: Laboratorio del edificio T5, Ciudad Universitaria, zona 12.



Las características técnicas para la elaboración de la ficha de registro de maquinaria de la máquina para compresión son:

- Nombre de la máquina: compresor vertical
- Fabricante: Chemisches Labs Seger Cramer
- Número de serie: 9367
- Característica principal: 300 000 Lbf de carga máxima
- Fuente de alimentación: eléctrica
- Voltaje: 220 V
- Amperaje: 10 Amp de corriente del motor
- Un motor eléctrico en la bomba hidráulica
- Una bomba hidráulica de aceite
- Un mecanismo de barra roscada para ajustar la placa superior

#### **2.1.4. Máquina de ensayo para abrasión**

Esta máquina está diseñada específicamente para la realización del ensayo de abrasión para adoquines de concreto, cuyas probetas deben de ser cúbicas de 7 cm cada arista. Aunque sea poco frecuente la utilización de esta máquina, es necesario mantener en buen estado sus mecanismos para el momento de su utilización.

Para obtener información acerca de esta máquina, se observó la placa del motor eléctrico con el que cuenta, ya que es su única fuente de potencia debido a que todos los demás mecanismos dependen del movimiento de este motor. Las características técnicas recopiladas son las siguientes:

Figura 8. **Placa técnica del motor eléctrico de máquina para ensayo de abrasión**



Fuente: Laboratorio del edificio T5, Ciudad Universitaria, zona 12.

- Nombre de la máquina: máquina de ensayo para abrasión
- Fabricante: Chemisches Labs Seger Cramer
- Número de serie: 5369
- Característica principal: 18 revoluciones, 30 rpm
- Fuente de alimentación: eléctrica
- Voltaje: 220 V
- Amperaje: 5 Amp de corriente del motor
- Un motor eléctrico
- Un motorreductor para girar la placa superior
- Un mecanismo de trinquete para girar el engrane cuenta revoluciones

### **2.1.5. Máquina universal JBA**

La sección de Metales y Productos Manufacturados recibió una donación reciente de una nueva máquina universal de menor capacidad comparada con la otra máquina universal que poseen. La diferencia de esta nueva máquina universal es que tiene la conexión con una computadora que genera una gráfica en tiempo real de los valores de carga y deformación leídos por la máquina.

La información recopilada de esta máquina para realizar la ficha técnica es la siguiente:

- Nombre de la máquina: máquina universal JBA.
- Fabricante: Instruments J. Bot, S. A.
- Modelo: 858.
- Número de serie: 21320.
- Característica principal: 30 000 Kgf de carga máxima.
- Fuente de alimentación: eléctrica.
- Voltaje: 220 V.
- Amperaje: 30 Amp de corriente del motor.
- Un motor eléctrico.
- Un motorreductor para aplicar carga en el puente móvil.
- Una faja que une al motor eléctrico con el motorreductor.
- Dos mecanismos de barras roscadas, uno para el puente móvil y el otro para el ajuste de las mordazas superiores e inferiores por separado.

Figura 9. **Placas técnicas de motores de la máquina universal JBA**



Fuente: Laboratorio del edificio T5, Ciudad Universitaria, zona 12.

Luego de haber obtenido todos estos datos técnicos de cada una de las máquinas a incluir en el programa de mantenimiento preventivo, se procede a realizar las fichas técnicas de cada uno de los equipos, realizando un machote que tenga toda la información de las máquinas; de esta forma cuando la sección de Metales y Productos Manufacturados adquiera nuevos equipos, se pueda realizar de la misma manera su ficha técnica, ya que en el machote se especifica los datos a incluir.

Al tener un machote y que todas las fichas técnicas de registro de equipos se basen en ellas, será más fácil la lectura de las fichas y la comparación de los equipos.

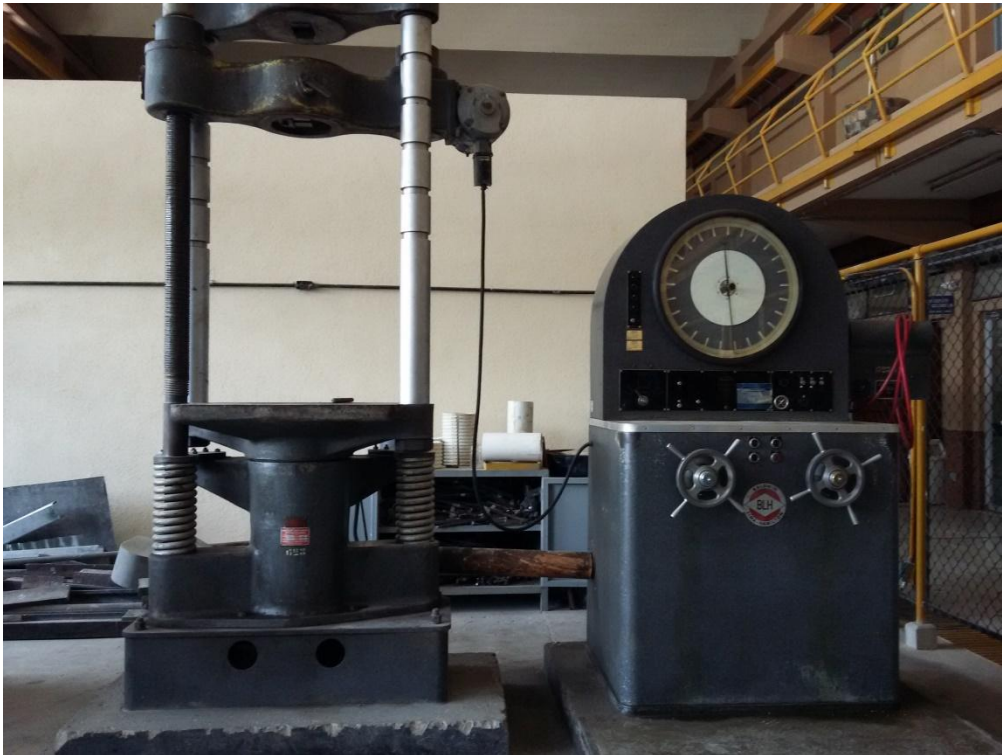
A continuación se presentan las fichas técnicas de registro de maquinaria para la Sección de Metales y Productos Manufacturados.

Tabla I. Registro de la máquina universal

	<b>REGISTRO DE MAQUINARIA</b>	No. <b>01</b>																								
		Fecha: 24/06/2015																								
<b>Sección:</b> metales y productos manufacturados																										
<b>DATOS GENERALES</b>																										
Máquina:	<u>Máquina universal</u>																									
Modelo:	<u>MA18</u>																									
Número de serie:	<u>811</u>																									
Fabricante:	<u>Baldwin Lima-Hamilton</u>																									
Característica:	<u>55 000 Kg carga máxima</u>																									
<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b>																										
Fuente de alimentación:	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; text-align: center; width: 15%;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="border: none; padding: 0 10px;">Eléctrico</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center; width: 15%;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="border: none; padding: 0 10px;">Neumático</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="border: none; padding: 0 10px;">Hidráulico</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="border: none; padding: 0 10px;">Mecánico</td> </tr> </table>		<input checked="" type="checkbox"/>	Eléctrico	<input checked="" type="checkbox"/>	Neumático	<input type="checkbox"/>	Hidráulico	<input type="checkbox"/>	Mecánico																
<input checked="" type="checkbox"/>	Eléctrico	<input checked="" type="checkbox"/>	Neumático																							
<input type="checkbox"/>	Hidráulico	<input type="checkbox"/>	Mecánico																							
Voltaje:	<u>220 V</u>																									
Amperaje:	<u>10 Amp</u>																									
Presión neumática	<u>30 psi</u>																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 35%;">DESCRIPCIÓN</th> <th style="width: 15%;">CANTIDAD</th> <th style="width: 50%;">LUBRICANTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Motor eléctrico</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bomba hidráulica</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">AC-1</td> </tr> <tr> <td>Motorreductor</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">AC-2</td> </tr> <tr> <td>Cojinetes</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">GR-1</td> </tr> <tr> <td>Cadenas</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fajas</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mecanismos</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">GR-1</td> </tr> </tbody> </table>			DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	LUBRICANTE	Motor eléctrico	2		Bomba hidráulica	1	AC-1	Motorreductor	1	AC-2	Cojinetes	4	GR-1	Cadenas			Fajas			Mecanismos	2	GR-1
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	LUBRICANTE																								
Motor eléctrico	2																									
Bomba hidráulica	1	AC-1																								
Motorreductor	1	AC-2																								
Cojinetes	4	GR-1																								
Cadenas																										
Fajas																										
Mecanismos	2	GR-1																								
<b>LUBRICANTES</b>																										
<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MARCA</b>																								
AC-1	Aceite mineral ISO 150	Texaco Regal																								
AC-2	Aceite 85W-140	Texaco Multigear																								
GR-1	Grasa de litio multiuso grado 2	Valvoline																								

Continuación de tabla I.

**IMAGEN DE MAQUINARIA**



**OBSERVACIONES**

OBSERVACIONES

Fuente: elaboración propia, con base en los archivos del Centro de Investigaciones.

Tabla II. Registro del compresor vertical

	<b>REGISTRO DE MAQUINARIA</b>	No. <b>02</b>																								
		Fecha: 24/06/2015																								
<b>Sección: metales y productos manufacturados</b>																										
<b>DATOS GENERALES</b> Máquina: <u>Compresor vertical</u> Modelo: <u>IRLC 6560V-1</u> Número de serie: <u>2203009240</u> Fabricante: <u>Devilbiss Air Power Company</u> Característica: <u>135 psi máxima, 15,2 CFM</u>																										
<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b> Fuente de alimentación: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; text-align: center; width: 10%;">X</td> <td style="border: none; padding-left: 5px;">Eléctrico</td> <td style="border: 1px solid black; width: 10%;"></td> <td style="border: none; padding-left: 5px;">Neumático</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;"></td> <td style="border: none; padding-left: 5px;">Hidráulico</td> <td style="border: 1px solid black;"></td> <td style="border: none; padding-left: 5px;">Mecánico</td> </tr> </table> Voltaje: <u>220 V</u> Amperaje: <u>14 Amp</u>			X	Eléctrico		Neumático		Hidráulico		Mecánico																
X	Eléctrico		Neumático																							
	Hidráulico		Mecánico																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 40%;">DESCRIPCIÓN</th> <th style="width: 20%;">CANTIDAD</th> <th style="width: 40%;">LUBRICANTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Motor eléctrico</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bomba hidráulica</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Motorreductor</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cojinetes</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">AC-1</td> </tr> <tr> <td>Cadenas</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fajas</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mecanismos</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	LUBRICANTE	Motor eléctrico	1		Bomba hidráulica			Motorreductor			Cojinetes	1	AC-1	Cadenas			Fajas	1		Mecanismos	1	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	LUBRICANTE																								
Motor eléctrico	1																									
Bomba hidráulica																										
Motorreductor																										
Cojinetes	1	AC-1																								
Cadenas																										
Fajas	1																									
Mecanismos	1																									
<b>LUBRICANTES</b>																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">CÓDIGO</th> <th style="width: 50%;">DESCRIPCIÓN</th> <th style="width: 30%;">MARCA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">AC-1</td> <td>Aceite mineral ISO 150</td> <td style="text-align: center;">Texaco Regal</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">AC-2</td> <td>Aceite 85W-140</td> <td style="text-align: center;">Texaco Multigear</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">GR-1</td> <td>Grasa de litio multiuso grado 2</td> <td style="text-align: center;">Valvoline</td> </tr> </tbody> </table>			CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	MARCA	AC-1	Aceite mineral ISO 150	Texaco Regal	AC-2	Aceite 85W-140	Texaco Multigear	GR-1	Grasa de litio multiuso grado 2	Valvoline												
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	MARCA																								
AC-1	Aceite mineral ISO 150	Texaco Regal																								
AC-2	Aceite 85W-140	Texaco Multigear																								
GR-1	Grasa de litio multiuso grado 2	Valvoline																								

Continuación de tabla II.

**IMAGEN DE MAQUINARIA**



**OBSERVACIONES**

OBSERVACIONES

Fuente: elaboración propia, con base en los archivos del Centro de Investigaciones.



Tabla III. Registro de la máquina para compresión

	<b>REGISTRO DE MAQUINARIA</b>		No. <b>03</b>																					
			Fecha: 24/06/2015																					
	<b>Sección:</b> metales y productos manufacturados																							
<b>DATOS GENERALES</b>																								
Máquina:	<u>Máquina para compresión</u>																							
Modelo:	-																							
Número de serie:	<u>9 367</u>																							
Fabricante:	<u>Chemisches Labs Seger Cramer</u>																							
Característica:	<u>300 000 Lbf carga máxima</u>																							
<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b>																								
Fuente de alimentación:	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Eléctrico</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Neumático</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Hidráulico</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Mecánico</td> </tr> </table>			<input checked="" type="checkbox"/>	Eléctrico	<input type="checkbox"/>	Neumático	<input type="checkbox"/>	Hidráulico	<input type="checkbox"/>	Mecánico													
<input checked="" type="checkbox"/>	Eléctrico	<input type="checkbox"/>	Neumático																					
<input type="checkbox"/>	Hidráulico	<input type="checkbox"/>	Mecánico																					
Voltaje:	<u>220 V</u>																							
Amperaje:	<u>10 Amp</u>																							
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>CANTIDAD</th> <th>LUBRICANTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Motor eléctrico</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bomba hidráulica</td> <td>1</td> <td>AC-1</td> </tr> <tr> <td>Cojinetes</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cadenas</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fajas</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mecanismos</td> <td>1</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	LUBRICANTE	Motor eléctrico	1		Bomba hidráulica	1	AC-1	Cojinetes			Cadenas			Fajas			Mecanismos	1	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	LUBRICANTE																						
Motor eléctrico	1																							
Bomba hidráulica	1	AC-1																						
Cojinetes																								
Cadenas																								
Fajas																								
Mecanismos	1																							
<b>LUBRICANTES</b>																								
<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MARCA</b>																						
AC-1	Aceite mineral ISO 150	Texaco Regal																						
AC-2	Aceite 85W-140	Texaco Multigear																						
GR-1	Grasa de litio multiuso grado 2	Valvoline																						

Continuación de tabla III.

**IMAGEN DE MAQUINARIA**



**OBSERVACIONES**


Fuente: elaboración propia, con base en los archivos del Centro de Investigaciones.

Tabla IV. Registro de la máquina de ensayo para abrasión

	<b>REGISTRO DE MAQUINARIA</b>		No. <b>04</b>																								
			Fecha: 24/06/2015																								
	<b>Sección:</b> metales y productos manufacturados																										
<b>DATOS GENERALES</b>																											
Máquina:	<u>Máquina de ensayo para abrasión</u>																										
Modelo:	-																										
Número de serie:	<u>5 369</u>																										
Fabricante:	<u>Chemisches Labs Seger Cramer</u>																										
Característica:	<u>18 Revoluciones, 30 RPM</u>																										
<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b>																											
Fuente de alimentación:	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Eléctrico</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Neumático</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Hidráulico</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Mecánico</td> </tr> </table>			<input checked="" type="checkbox"/>	Eléctrico	<input type="checkbox"/>	Neumático	<input type="checkbox"/>	Hidráulico	<input type="checkbox"/>	Mecánico																
<input checked="" type="checkbox"/>	Eléctrico	<input type="checkbox"/>	Neumático																								
<input type="checkbox"/>	Hidráulico	<input type="checkbox"/>	Mecánico																								
Voltaje:	<u>220V</u>																										
Amperaje:	<u>5 Amp</u>																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 35%;">DESCRIPCIÓN</th> <th style="width: 15%;">CANTIDAD</th> <th style="width: 50%;">LUBRICANTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Motor eléctrico</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bomba hidráulica</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Motorreductor</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">GR-1</td> </tr> <tr> <td>Cojinetes</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cadenas</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fajas</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mecanismos</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">GR-1</td> </tr> </tbody> </table>				DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	LUBRICANTE	Motor eléctrico	1		Bomba hidráulica			Motorreductor	1	GR-1	Cojinetes			Cadenas			Fajas			Mecanismos	1	GR-1
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	LUBRICANTE																									
Motor eléctrico	1																										
Bomba hidráulica																											
Motorreductor	1	GR-1																									
Cojinetes																											
Cadenas																											
Fajas																											
Mecanismos	1	GR-1																									
<b>LUBRICANTES</b>																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">CÓDIGO</th> <th style="width: 50%;">DESCRIPCIÓN</th> <th style="width: 30%;">MARCA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">AC-1</td> <td>Aceite mineral ISO 150</td> <td style="text-align: center;">Texaco Regal</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">AC-2</td> <td>Aceite 85W-140</td> <td style="text-align: center;">Texaco Multigear</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">GR-1</td> <td>Grasa de litio multiuso grado 2</td> <td style="text-align: center;">Valvoline</td> </tr> </tbody> </table>				CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	MARCA	AC-1	Aceite mineral ISO 150	Texaco Regal	AC-2	Aceite 85W-140	Texaco Multigear	GR-1	Grasa de litio multiuso grado 2	Valvoline												
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	MARCA																									
AC-1	Aceite mineral ISO 150	Texaco Regal																									
AC-2	Aceite 85W-140	Texaco Multigear																									
GR-1	Grasa de litio multiuso grado 2	Valvoline																									

Continuación de tabla IV.

**IMAGEN DE MAQUINARIA**



**OBSERVACIONES**


Fuente: elaboración propia, con base en los archivos del Centro de Investigaciones.

Tabla V. Registro de la máquina universal JBA

	<b>REGISTRO DE MAQUINARIA</b>	No. <b>05</b>																								
		Fecha: 24/06/2015																								
<b>Sección: metales y productos manufacturados</b>																										
<b>DATOS GENERALES</b>																										
Máquina:	<u>Máquina universal JBA</u>																									
Modelo:	<u>858</u>																									
Número de serie:	<u>21 320</u>																									
Fabricante:	<u>Instruments J. Bot, S.A.</u>																									
Característica:	<u>30 000 Kg carga máxima</u>																									
<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b>																										
Fuente de alimentación:	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Eléctrico</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Neumático</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Hidráulico</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Mecánico</td> </tr> </table>		<input checked="" type="checkbox"/>	Eléctrico	<input type="checkbox"/>	Neumático	<input type="checkbox"/>	Hidráulico	<input type="checkbox"/>	Mecánico																
<input checked="" type="checkbox"/>	Eléctrico	<input type="checkbox"/>	Neumático																							
<input type="checkbox"/>	Hidráulico	<input type="checkbox"/>	Mecánico																							
Voltaje:	<u>230 V</u>																									
Amperaje:	<u>30 Amp</u>																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">DESCRIPCIÓN</th> <th style="width: 33%;">CANTIDAD</th> <th style="width: 33%;">LUBRICANTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Motor eléctrico</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bomba hidráulica</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Motorreductor</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">AC-2</td> </tr> <tr> <td>Cojinetes</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cadenas</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fajas</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mecanismos</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">GR-1</td> </tr> </tbody> </table>			DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	LUBRICANTE	Motor eléctrico	1		Bomba hidráulica			Motorreductor	1	AC-2	Cojinetes			Cadenas			Fajas	1		Mecanismos	2	GR-1
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	LUBRICANTE																								
Motor eléctrico	1																									
Bomba hidráulica																										
Motorreductor	1	AC-2																								
Cojinetes																										
Cadenas																										
Fajas	1																									
Mecanismos	2	GR-1																								
<b>LUBRICANTES</b>																										
<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MARCA</b>																								
AC-1	Aceite mineral ISO 150	Texaco Regal																								
AC-2	Aceite 85W-140	Texaco Multigear																								
GR-1	Grasa de litio multiuso Grado 2	Valvoline																								

Continuación de tabla V.

**IMAGEN DE MAQUINARIA**



**OBSERVACIONES**

OBSERVACIONES

Fuente: elaboración propia, con base en los archivos del Centro de Investigaciones.

## **2.2. Rutina de lubricación**

El objetivo principal de la lubricación es la reducción del desgaste en elementos mecánicos debido a la fricción entre ellos, prolongando la vida útil de los equipos.

Se realizará una rutina de lubricación para cada equipo incluido en el plan de mantenimiento; y con ayuda de las fichas técnicas de los equipos, se puede definir la rutina de lubricación.

Para crear las rutinas de lubricación es necesario definir la máquina o equipo a trabajar, ya que no todas cuentan con partes que requieran lubricación periódica, las partes que requieren de lubricación periódica, la frecuencia de lubricación y los lubricantes utilizados. Para una fácil ejecución de la rutina de lubricación se realizó un diagrama del equipo, indicando las partes que requieren de lubricación.

Los lubricantes utilizados para el equipo se pueden centrar en tres tipos distintos. Aunque el manual del fabricante indique un lubricante en específico a utilizar, generalmente se busca uno con características parecidas, y que pueda ser utilizado por otros equipos también a manera de reducir el inventario de lubricantes. Los lubricantes utilizados por el equipo, y sus características son los siguientes:

- Texaco Regal R&O ISO 150: protege de corrosión, es estable térmicamente, de uso multifuncional y supresor de formación de espuma. Aplicaciones en cojinetes de motores eléctricos, compresores de aire, turbinas hidroeléctricas, turbinas de vapor y sistemas hidráulicos. Índice de Viscosidad 96.

- Texaco Multigear EP 85W-140: soporta aplicaciones severas con larga vida del lubricante. Aumenta la vida de los engranes por su propiedad de extrema presión. Previene la corrosión y formación de espuma. Su aplicación puede darse en diferenciales, volantes hidráulicos, motorreductores y transmisiones en automóviles y camiones.
- Grasa Valvoline Lithium No. 2-EP: amplia gama de temperaturas, buena resistencia al agua; y protege contra el óxido y la corrosión. Gran estabilidad mecánica, aplicación multiusos. Aplicaciones industriales en fábricas y talleres. Grado NLGI 2.

La ejecución de las rutinas de lubricación queda a cargo del personal de la sección de Metales y Productos Manufacturados, ya que el Centro de Investigaciones de Ingeniería no cuenta con un departamento de mantenimiento.

### **2.2.1. Máquina universal**

Para realizar la rutina de lubricación de la máquina universal, se realizó una inspección visual de la máquina para determinar los puntos de lubricación. Los puntos de lubricación determinados son:

- Las columnas roscadas del puente están expuestas al ambiente de trabajo y por esa razón acumulan suciedad y partículas extrañas de residuos de probetas. Dichas columnas utilizan grasa en toda su longitud para la lubricación del puente. Debido a la cantidad de suciedad y partículas extrañas que la grasa recoge, es necesario el cambio de la misma cada seis meses para evitar daños al puente móvil.



- Los tornillos de ajustes de mordazas cuentan con cojinetes de deslizamiento para evitar el desgaste de los tornillos de ajuste, pero debido a la baja velocidad de rotación del tornillo, ya que el ajuste es manual, estos cojinetes se lubrican con grasa. Esta grasa debe de ser reemplazada cada trimestre ya que también recoge partículas extrañas de residuos de probetas ensayadas.
- El motorreductor del puente, el cual gira el eje que conecta los engranes para las dos columnas roscadas, utiliza aceite y tiene su tornillo de drenaje y tornillo para inyectar el lubricante nuevo. Debido a la fuerza a la que es sometido el motorreductor, se recomienda el cambio de aceite cada año.

### **2.2.2. Máquina para compresión**

Al realizar la inspección visual de la máquina para compresión, se logró determinar que la única pieza que necesita lubricación periódica es el tornillo de ajuste de altura de la placa superior, ya que es la única parte que sufre de fricción. Este tornillo de ajuste utiliza grasa, la cual debe de ser cambiada cada semestre, ya que al estar al contacto con el ambiente de trabajo, atrapa suciedad de forma rápida. No se toma en cuenta el cambio de aceite de la bomba hidráulica del sistema que aplica carga, ya que este aceite no es utilizado principalmente para la lubricación de algún elemento, sino que es utilizado como fluido de trabajo.

### **2.2.3. Máquina de ensayo para abrasión**

Esta máquina está compuesta por un mecanismo de leva la cual realiza el movimiento de un mecanismo de trinquete para realizar el conteo de revoluciones del disco. Las partes que requieren de lubricación periódica serían:

- Engrane cónico impulsor el cual funciona como motorreductor, ya que transforma el movimiento de salida del motor eléctrico. Este engrane utiliza grasa como lubricante, ya que se encuentra en contacto con el ambiente exterior.
- Engrane cuentarrevoluciones el cual es girado mediante el movimiento de un impulsor de la leva excéntrica que se encuentra debajo del disco. Este mecanismo también utiliza grasa como lubricante.

### **2.2.4. Máquina universal JBA**

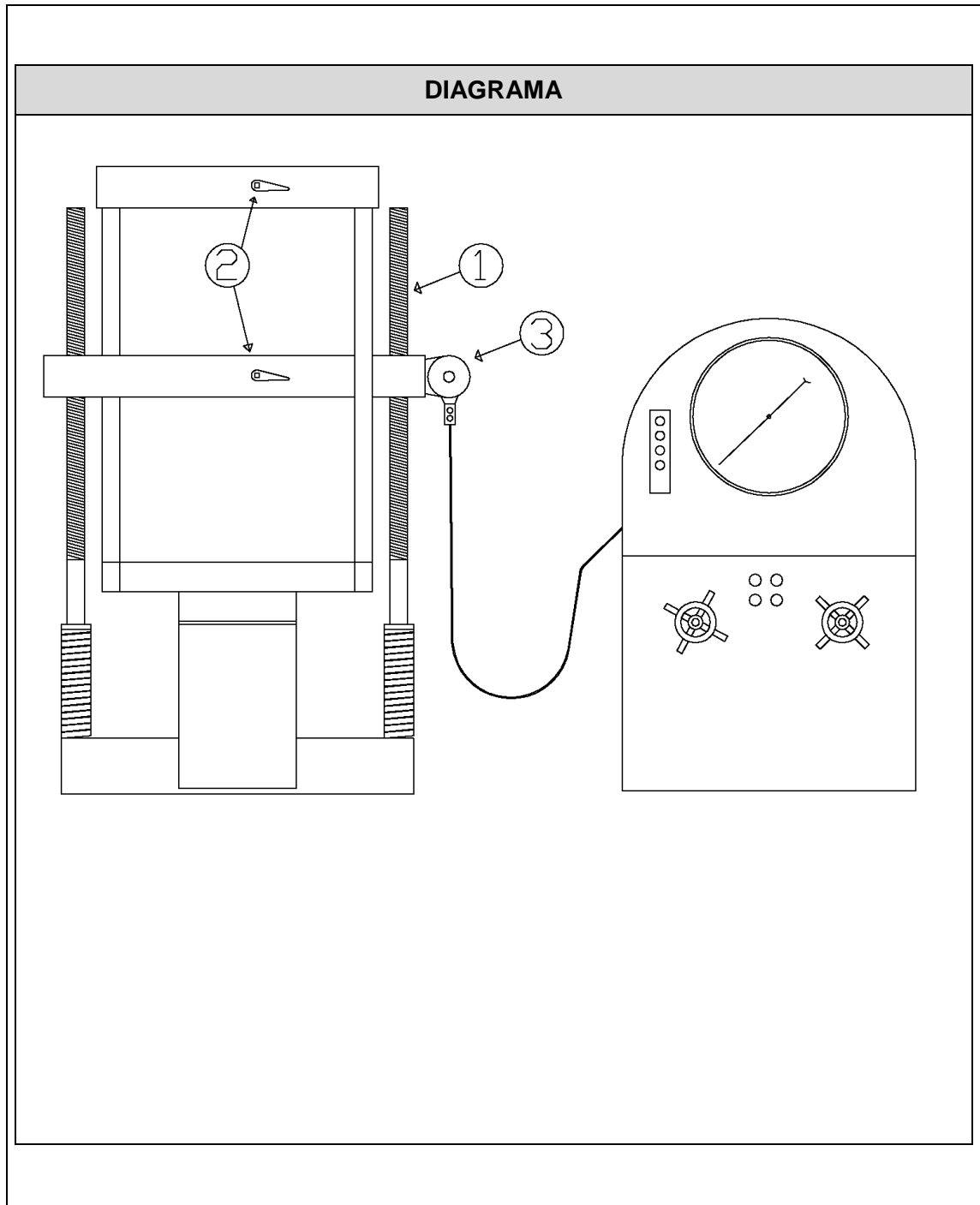
Este equipo necesita lubricación periódica únicamente en las columnas roscadas del puente, y aunque estas estén protegidas del ambiente exterior mediante un elemento protector, es necesario el cambio del lubricante de forma anual. El lubricante que utiliza es grasa debido a la cantidad de fuerza que debe de soportar el lubricante.

A continuación se presentan las rutinas de lubricación de las máquinas, indicando los puntos de lubricación en un diagrama, la frecuencia de lubricación recomendada y el tipo de lubricante a utilizar.

Tabla VI. Rutina de lubricación de la máquina universal

	<b>RUTINA DE LUBRICACIÓN</b>		No. <b>01</b>
			Fecha: 01/07/2015
	<b>Sección:</b> metales y productos manufacturados		
<b>DATOS GENERALES</b>			
Máquina:	<u>Máquina universal</u>		
Modelo:	<u>MA18</u>		
Fabricante:	<u>Baldwin Lima-Hamilton</u>		
<b>NO.</b>	<b>PARTES A LUBRICAR</b>	<b>LUBRICANTE</b>	<b>FRECUENCIA</b>
1	Columnas roscadas del puente	GR-1	SM
2	Tornillos de ajuste de mordazas	GR-1	TM
3	Motorreductor del puente	AC-2	A
<b>LUBRICANTES</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MARCA</b>	
AC-1	Aceite mineral ISO 150	Texaco Regal	
AC-2	Aceite 85W-140	Texaco Multigear	
GR-1	Grasa de litio multiuso grado 2	Valvoline	
<b>DESCIPCIÓN DE PERIODICIDAD</b>			
<b>D</b>	Diario		
<b>S</b>	Semanal		
<b>Q</b>	Quincenal		
<b>TM</b>	Trimestral		
<b>SM</b>	Semestral		
<b>A</b>	Anual		
<b>R</b>	Según desgaste		

Continuación de tabla VI.

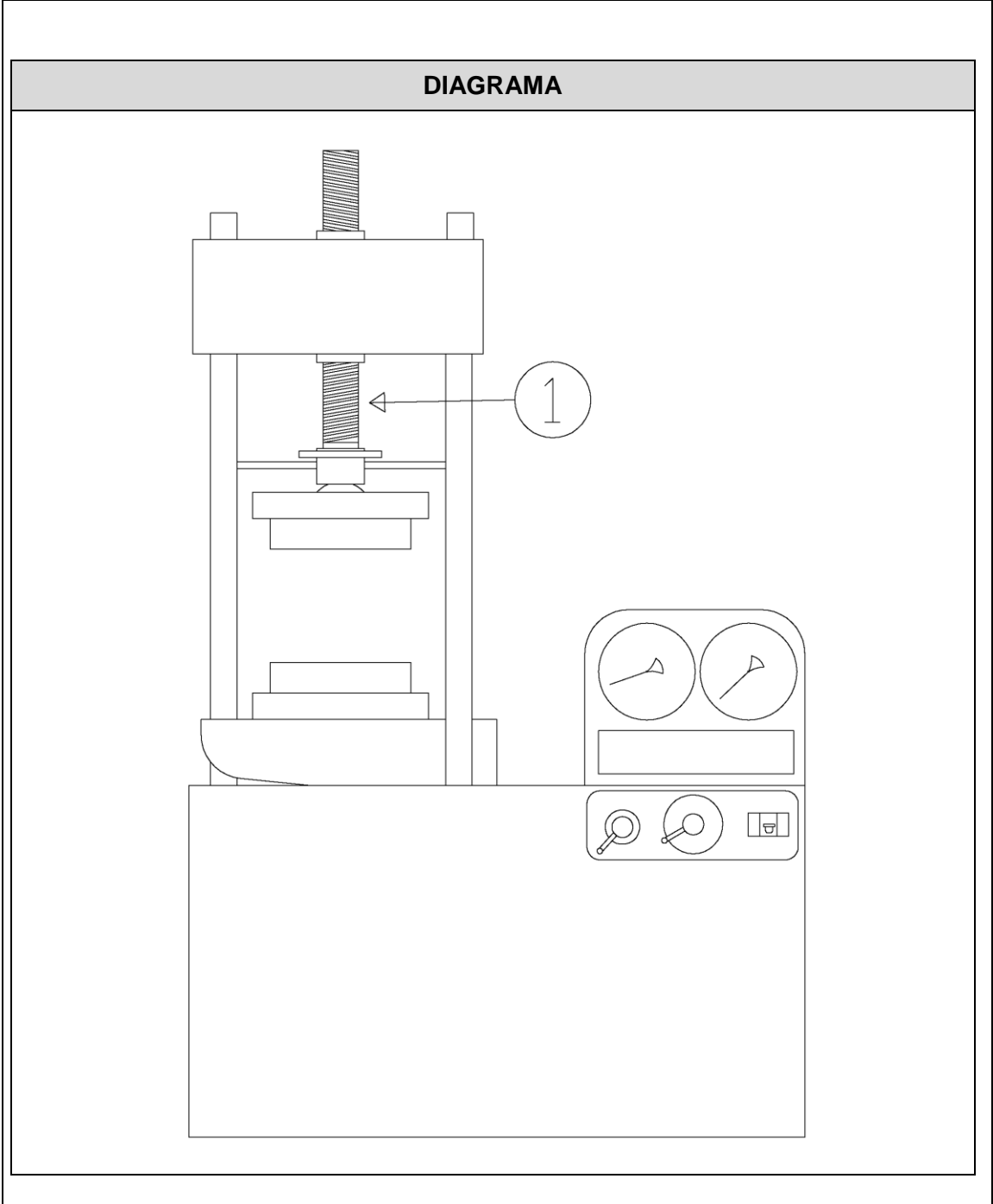


Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla VII. Rutina de lubricación de la máquina para compresión

	<b>RUTINA DE LUBRICACIÓN</b>		No. <b>02</b>
			Fecha: 01/07/2015
	<b>Sección:</b> metales y productos manufacturados		
<b>DATOS GENERALES</b>			
Máquina:	<u>Máquina para compresión</u>		
Modelo:	-		
Fabricante:	<u>Chemisches Labs Seger Cramer</u>		
<b>NO.</b>	<b>PARTES A LUBRICAR</b>	<b>LUBRICANTE</b>	<b>FRECUENCIA</b>
1	Tornillo de ajuste de altura de la placa	GR-1	SM
<b>LUBRICANTES</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MARCA</b>	
AC-1	Aceite mineral ISO 150	Texaco Regal	
AC-2	Aceite 85W-140	Texaco Multigear	
GR-1	Grasa de litio multiuso Grado 2	Valvoline	
<b>DESCRIPCIÓN DE PERIODICIDAD</b>			
<b>D</b>	Diario		
<b>S</b>	Semanal		
<b>Q</b>	Quincenal		
<b>TM</b>	Trimestral		
<b>SM</b>	Semestral		
<b>A</b>	Anual		
<b>R</b>	Según desgaste		

Continuación de tabla VII.

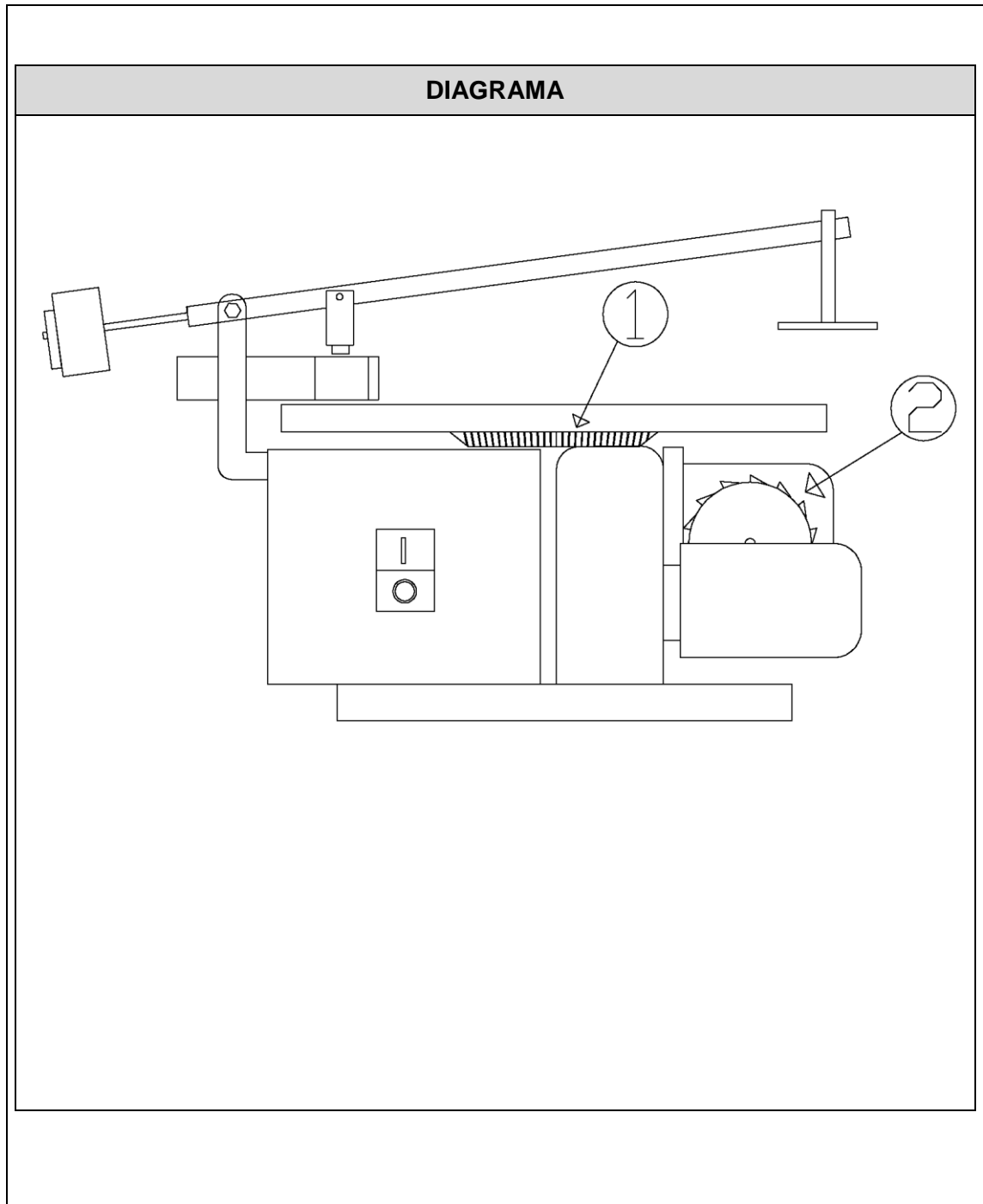


Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla VIII. Rutina de lubricación de la máquina de ensayo para abrasión

	<b>RUTINA DE LUBRICACIÓN</b>		No. <b>03</b>
			Fecha: 01/07/2015
	<b>Sección:</b> metales y productos manufacturados		
<b>DATOS GENERALES</b>			
Máquina:	<u>Máquina de ensayo para abrasión</u>		
Modelo:	-		
Fabricante:	<u>Chemisches Labs Seger Cramer</u>		
<b>NO.</b>	<b>PARTES A LUBRICAR</b>	<b>LUBRICANTE</b>	<b>FRECUENCIA</b>
1	Engrane cónico impulsor	GR-1	SM
2	Engrane cuenta revoluciones	GR-1	SM
<b>LUBRICANTES</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MARCA</b>	
AC-1	Aceite mineral ISO 150	Texaco Regal	
AC-2	Aceite 85W-140	Texaco Multigear	
GR-1	Grasa de litio multiuso grado 2	Valvoline	
<b>DESCIPCIÓN DE PERIODICIDAD</b>			
<b>D</b>	Diario		
<b>S</b>	Semanal		
<b>Q</b>	Quincenal		
<b>TM</b>	Trimestral		
<b>SM</b>	Semestral		
<b>A</b>	Anual		
<b>R</b>	Según desgaste		

Continuación de tabla VIII.



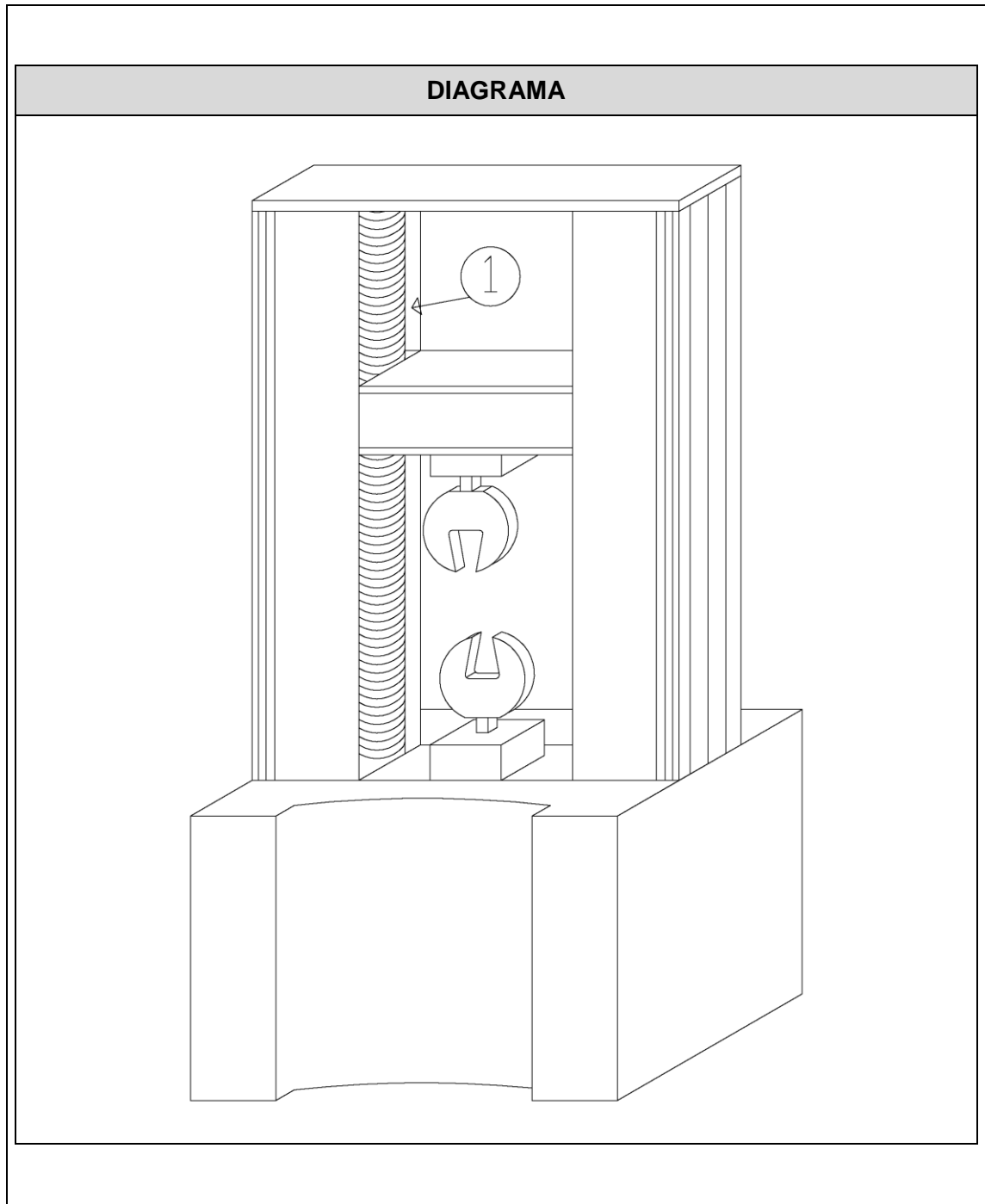
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.



Tabla IX. Rutina de lubricación de la máquina universal JBA

	<b>RUTINA DE LUBRICACIÓN</b>		No. <b>04</b>
			Fecha: 01/07/2015
<b>Sección:</b> metales y productos manufacturados			
<b>DATOS GENERALES</b>			
Máquina:	<u>Máquina universal JBA</u>		
Modelo:	<u>858</u>		
Fabricante:	<u>Instruments J. Bot, S.A.</u>		
<b>NO.</b>	<b>PARTES A LUBRICAR</b>	<b>LUBRICANTE</b>	<b>FRECUENCIA</b>
1	Columnas roscadas del puente	GR-1	A
<b>LUBRICANTES</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MARCA</b>	
AC-1	Aceite mineral ISO 150	Texaco Regal	
AC-2	Aceite 85W-140	Texaco Multigear	
GR-1	Grasa de litio multiuso grado 2	Valvoline	
<b>DESCIPCIÓN DE PERIODICIDAD</b>			
<b>D</b>	Diario		
<b>S</b>	Semanal		
<b>Q</b>	Quincenal		
<b>TM</b>	Trimestral		
<b>SM</b>	Semestral		
<b>A</b>	Anual		
<b>R</b>	Según desgaste		

Continuación de la tabla IX.



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.


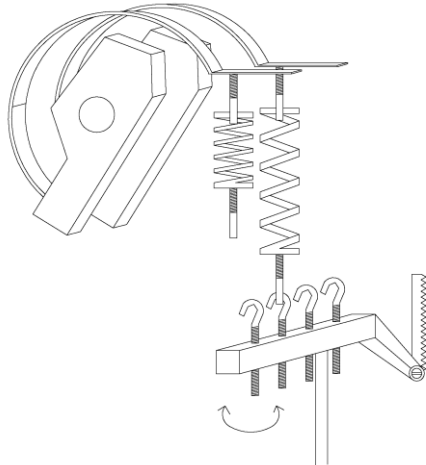
### **2.3. Inspecciones y ajustes**

El objetivo principal del mantenimiento es preservar la calidad del servicio que presta el equipo. Los equipos funcionan mediante mecanismos y otros sistemas que están diseñados, de tal forma que necesitan ajustes exactos para que el servicio sea de la mayor calidad posible.

Las rutinas de inspección y ajustes se concentran en sistemas que son de vital importancia para que el equipo funcione adecuadamente. Estas rutinas orientan a los operarios a la inspección visual de los equipos y sus componentes, así como el ajuste de los elementos que con el uso del equipo se altera el correcto funcionamiento del mismo. También indican la parte del equipo a trabajar, indicándolo con un diagrama, y también indican la descripción del proceso para realizarlo y la frecuencia del mismo. Dichas rutinas serán ejecutadas por el personal de la sección de Metales y Productos Manufacturados.


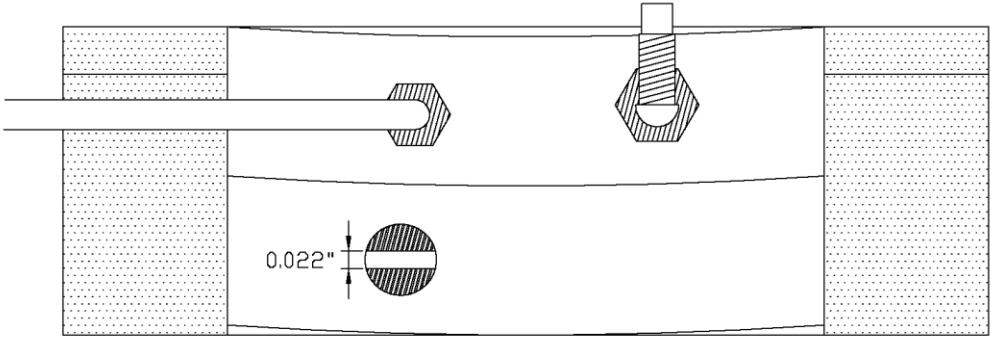
Para el equipo de la sección, solamente una máquina tiene algún sistema que necesite ajuste periódico. Esta máquina es la máquina universal Baldwin Lima-Hamilton. A continuación se presentan las rutinas de inspección y ajuste.

Tabla X. **Formulario de inspecciones y ajustes de la máquina universal I**

	<b>FORMULARIO DE INSPECCIONES Y AJUSTES</b>		No. <b>01</b>
			Fecha: 09/07/2015
<b>Sección:</b> metales y productos manufacturados			
<b>DATOS GENERALES</b>			
Máquina:	<u>Máquina universal</u>		
Modelo:	<u>MA-18</u>		
Fabricante:	<u>Baldwin Lima-Hamilton</u>		
<b>DIAGRAMA</b>			
			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PERIODICIDAD</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	
Ajuste del cero de las escalas del medidor mediante la tensión de los resortes de escalas	Semanal	Revisar que la aguja indicadora llegue al cero de la escala. En caso contrario, ajustar mediante los tornillos de tensión de los resortes	
<b>LUBRICANTES</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MARCA</b>	
AC-1	Aceite mineral ISO 150	Texaco Regal	
AC-2	Aceite 85W-140	Texaco Multigear	
GR-1	Grasa de litio multiuso grado 2	Valvoline	

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla XI. Formulario de inspecciones y ajustes de la máquina universal II

	<b>FORMULARIO DE INSPECCIONES Y AJUSTES</b>		No. <b>02</b>
			Fecha: 09/07/2015
<b>Sección:</b> metales y productos manufacturados			
<b>DATOS GENERALES</b>			
Máquina:	<u>Máquina universal</u>		
Modelo:	<u>MA-18</u>		
Fabricante:	<u>Baldwin Lima-Hamilton</u>		
<b>DIAGRAMA</b>			
			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PERIODICIDAD</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	
Verificar que la distancia entre las platinas sea de 22 milésimas de pulgada mediante el uso de un calibrador de espesores.	Semanal	Si la holgura es mayor, inyectar aceite AC-1 en la válvula superior derecha, utilizando un engrasador, hasta que la holgura sea la especificada.	
<b>LUBRICANTES</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MARCA</b>	
AC-1	Aceite mineral ISO 150	Texaco Regal	
AC-2	Aceite 85W-140	Texaco Multigear	
GR-1	Grasa de litio multiuso grado 2	Valvoline	

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

## **2.4. Cronograma de mantenimiento**

Un cronograma de mantenimiento es el conjunto de tareas programadas realizadas con el fin de mantener la calidad del servicio que un equipo brinda. Estas tareas se realizan fijando una frecuencia para su ejecución. La frecuencia se determina por la importancia de la realización de la tarea para preservar en buen estado el funcionamiento del equipo.


Las actividades descritas en el cronograma de mantenimiento deben de ser ejecutadas en la semana establecida. De no ser posible la ejecución esa semana, su ejecución deberá de retrasarse por un tiempo no mayor a una semana.

El cronograma de mantenimiento realizado, incluye las actividades a realizar en el equipo indicado y la semana o mes de su ejecución, y un diagrama del equipo para tener referencia de la ejecución de las actividades.

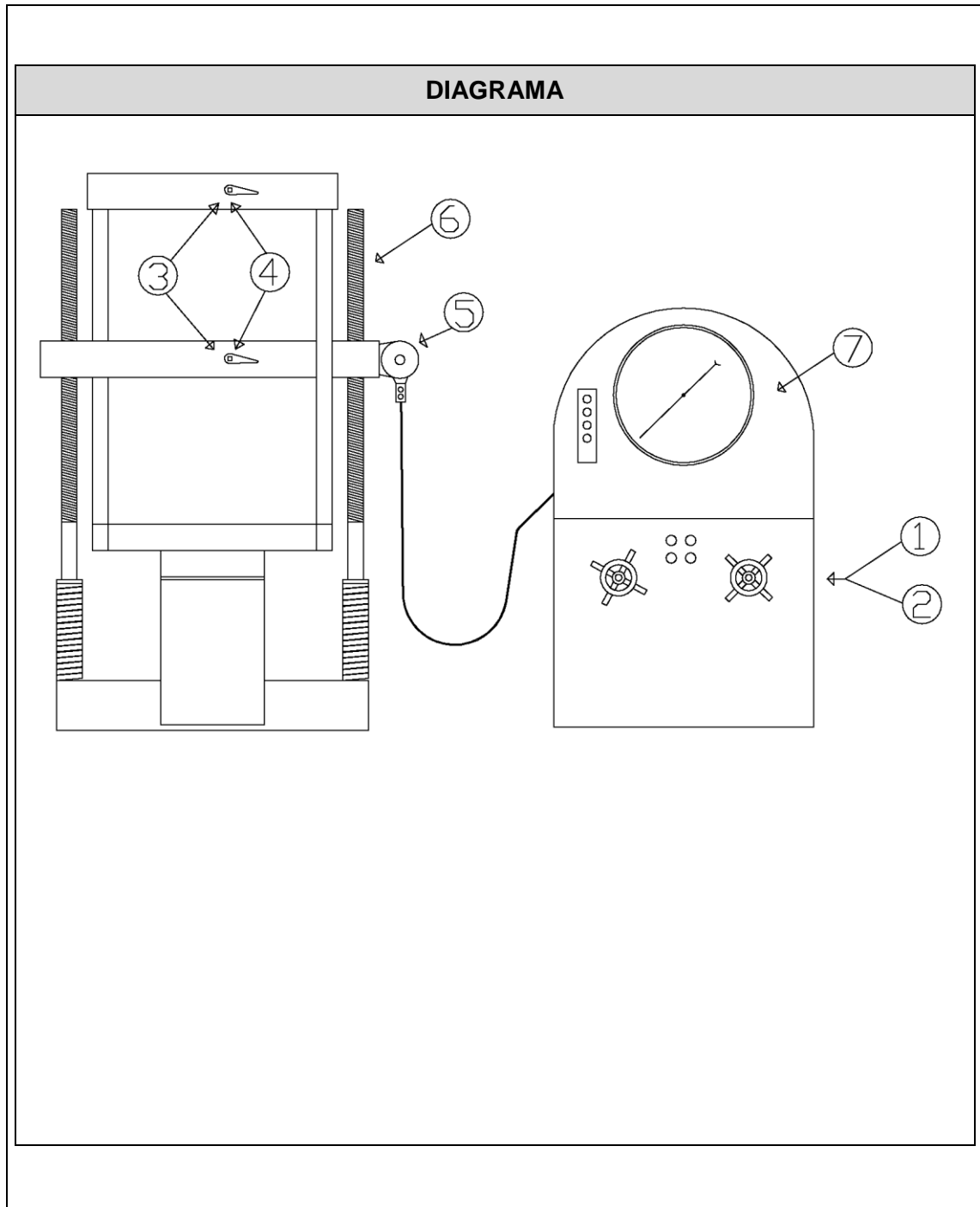
Este cronograma se realizó mediante el análisis de los componentes de las máquinas, el tipo de lubricante adecuado y la importancia del componente. Se da una breve descripción de las actividades a realizar para cada máquina y un cronograma que describe el tiempo de realización de estas actividades en un año.

A continuación se presenta el cronograma de mantenimiento para la maquinaria utilizada en la sección de Metales y Productos Manufacturados.

Tabla XII. **Cronograma de mantenimiento de la máquina universal**

	<b>CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>				No.	<b>01</b>			
					Fecha:	15/07/2015			
<b>Sección:</b> metales y productos manufacturados									
<b>DATOS GENERALES</b>									
Máquina:		<u>Máquina universal</u>							
Modelo:		<u>MA-18</u>							
Fabricante:		<u>Baldwin Lima-Hamilton</u>							
<b>NO.</b>	<b>ACTIVIDAD</b>								
1	Revisar el nivel del aceite hidráulico de la máquina, según nivel incorporado								
2	Cambiar el aceite hidráulico AC-1 anualmente								
3	Revisar el desgaste de los tornillos de ajuste de mordazas. Cambiar, de ser necesario								
4	Lubricar los tornillos de ajuste de mordazas								
5	Cambiar el aceite del motorreductor del puente								
6	Lubricar las columnas roscadas								
7	Inspección visual del sistema indicador de carga								
<b>Cronograma</b>									
<b>MES</b>	<b>SEMANA</b>				<b>FRECUENCIA</b>				<b>ACTIVIDAD</b>
	1	2	3	4	M	TR	SM	A	
ENE			3 y 4	1	7	3 y 4	1	2 y 5	
FEB	7				7				
MAR	7				7				
ABR	7		3 y 4		7	3 y 4			
MAY	7				7				
JUN	7				7	3 y 4			
JUL	7		3 y 4	1	7				
AGO	7				7				
SEP	7				7	3 y 4			
OCT	7		3 y 4		7				
NOV	7		5	2	7	3 y 4			
DIC					7				
En este cronograma se indica la semana de realización de las actividades de mantenimiento correspondientes									


Continuación de la tabla XII.



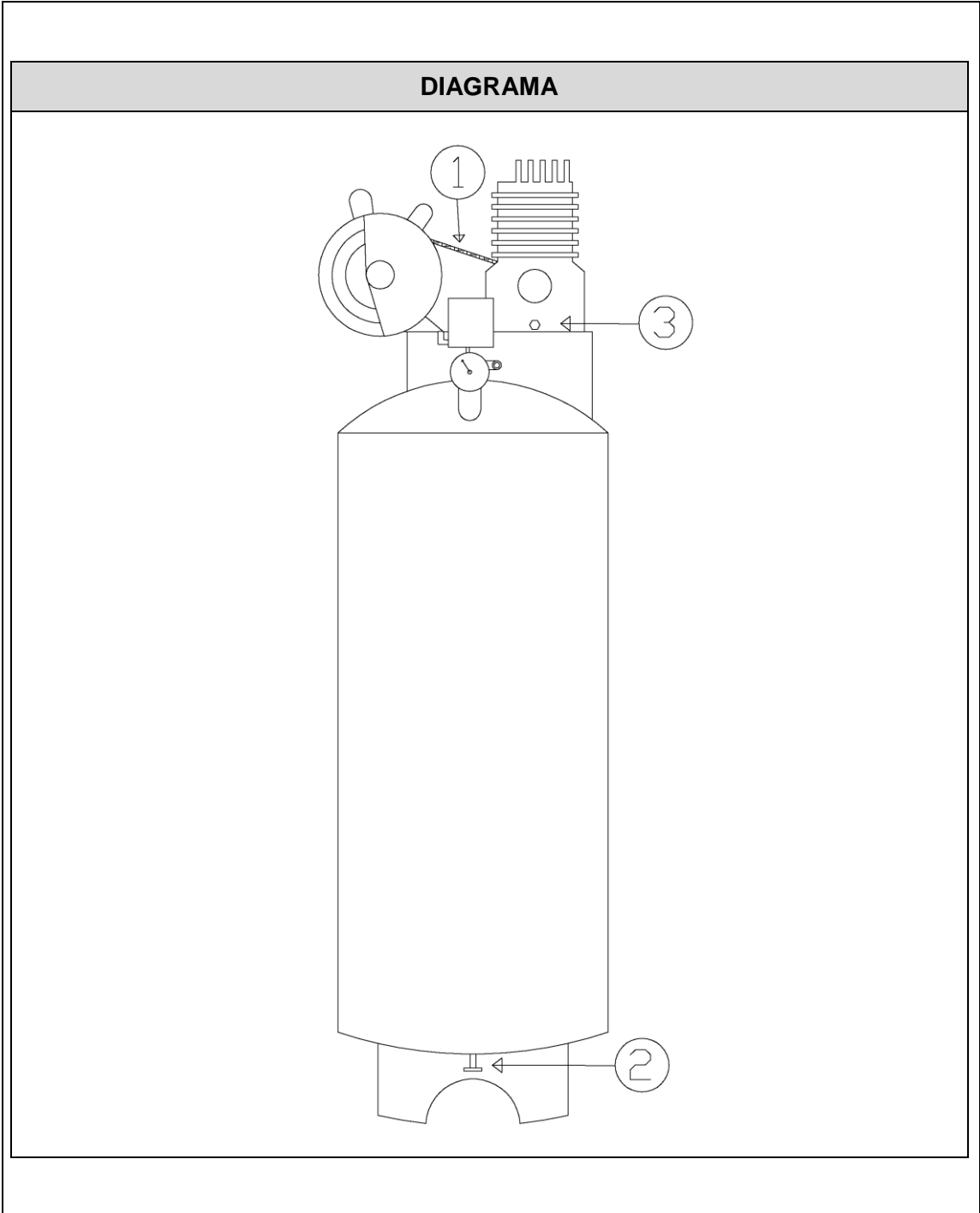
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.



Tabla XIII. **Cronograma de mantenimiento del compresor vertical**

	<b>CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>				No.	<b>02</b>			
					Fecha:	15/07/2015			
	<b>Sección:</b> metales y productos manufacturados								
<b>DATOS GENERALES</b>									
Máquina:	<u>Compresor vertical</u>								
Modelo:	<u>IRLC 6560V-1</u>								
Fabricante:	<u>Devilbiss Air Power Company</u>								
<b>NO.</b>	<b>ACTIVIDAD</b>								
1	Revisar faja de transmisión								
2	Purgar depósito del compresor								
3	Cambiar aceite del compresor, utilizando aceite SAE30								
<b>Cronograma</b>									
MES	SEMANA				FRECUENCIA				ACTIVIDAD
	1	2	3	4	M	TR	SM	A	
ENE									
FEB	2	1			2	1			
MAR	2				2				
ABR	2				2				
MAY	2	1			2	1			
JUN	2				2				
JUL	2				2			3	
AGO	2	1			2	1			
SEP	2				2				
OCT	2				2				
NOV	2	1	3		2	1			
DIC									
<p>En este cronograma se indica la semana de realización de las actividades de mantenimiento correspondientes</p>									

Continuación de la tabla XIII.

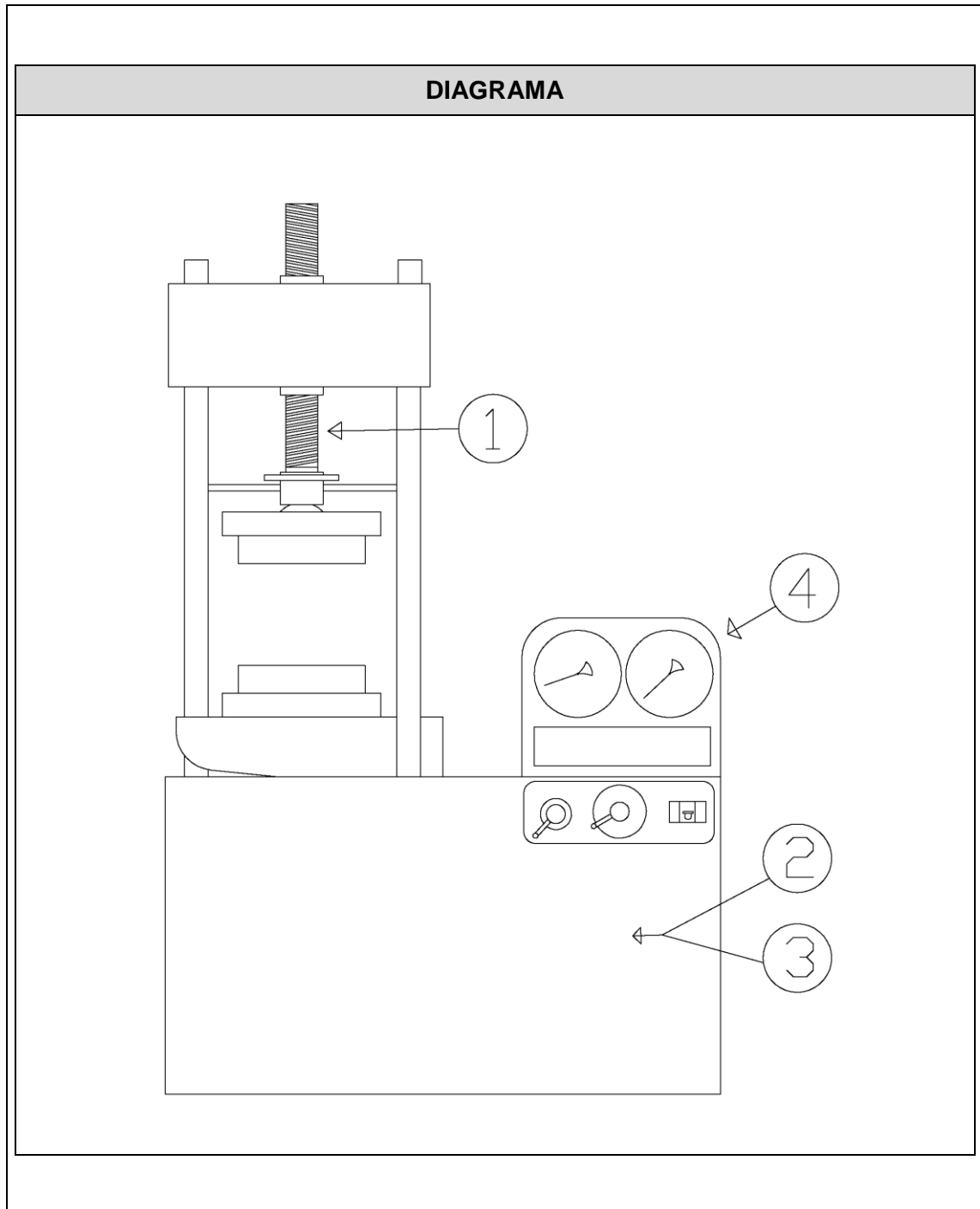


Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla XIV. **Cronograma de mantenimiento de la máquina para compresión**

	<b>CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>				No.	<b>03</b>			
					Fecha:	15/07/2015			
	<b>Sección: metales y productos manufacturados</b>								
<b>DATOS GENERALES</b>									
Máquina:		<u>Máquina para compresión</u>							
Modelo:		-							
Fabricante:		<u>Chemisches Labs Seger Cramer</u>							
<b>NO.</b>	<b>ACTIVIDAD</b>								
1	Lubricar el tornillo de ajuste de altura de las platinas								
2	Revisar el nivel de aceite hidráulico en el sistema								
3	Cambiar el aceite hidráulico del sistema, anualmente								
4	Ajustar el valor cero de los indicadores mediante el vástago superior								
<b>Cronograma</b>									
<b>MES</b>	<b>SEMANA</b>				<b>FRECUENCIA</b>				<b>ACTIVIDAD</b>
	1	2	3	4	M	TR	SM	A	
FEB				1					
MAR									
ABR				4					
MAY				1		1,4			
JUN									
JUL				4					
AGO				1		1,4			
SEP									
OCT				4					
NOV				1		1,4			
DIC									
<p>En este cronograma se indica la semana de realización de las actividades de mantenimiento correspondientes.</p>									

Continuación de la tabla XIV.

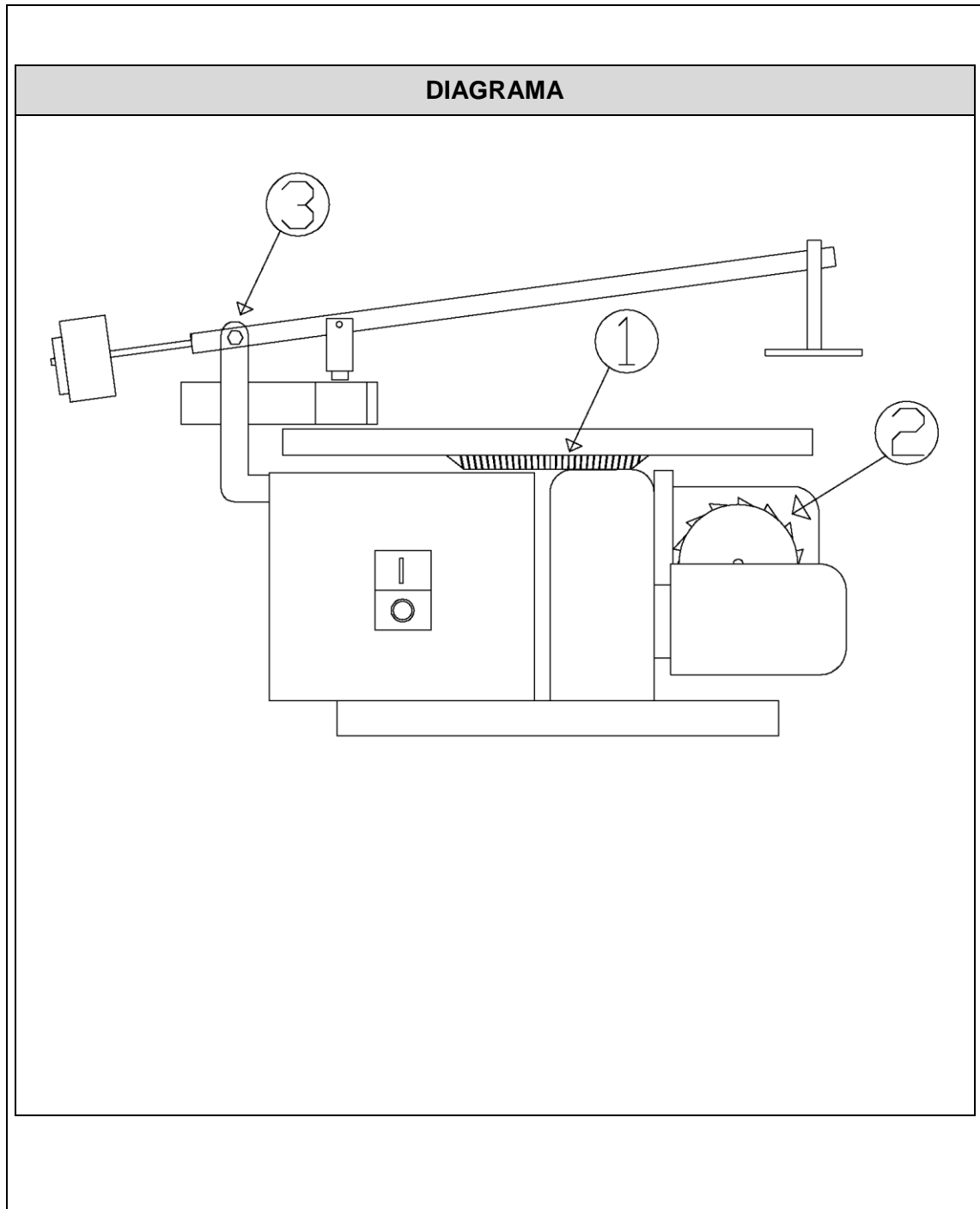


Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla XV. **Cronograma de mantenimiento de la máquina de ensayo para abrasión**


	<b>CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>				No.	<b>04</b>			
					Fecha:	15/07/2015			
	<b>Sección: metales y productos manufacturados</b>								
<b>DATOS GENERALES</b> Máquina: <u>Máquina de ensayo para abrasión</u> Modelo: - Fabricante: <u>Chemisches Labs Seger Cramer</u>									
<b>NO.</b>	<b>ACTIVIDAD</b>								
1	Limpieza y lubricación de engrane motriz								
2	Limpieza y lubricación de sistema cuenta-revoluciones								
3	Ajuste de eje de sujeción del contrapeso								
<b>Cronograma</b>									
MES	SEMANA				FRECUENCIA				<b>ACTIVIDAD</b>
	1	2	3	4	M	TR	SM	A	
ENE		1,2				3	1,2		
FEB			3						
MAR									
ABR						3			
MAY			3						
JUN						3	1,2		
JUL		1,2							
AGO			3						
SEP						3	1,2		
OCT									
NOV			3						
DIC									
En este cronograma se indica la semana de realización de las actividades de mantenimiento correspondientes.									

Continuación de la tabla XV.

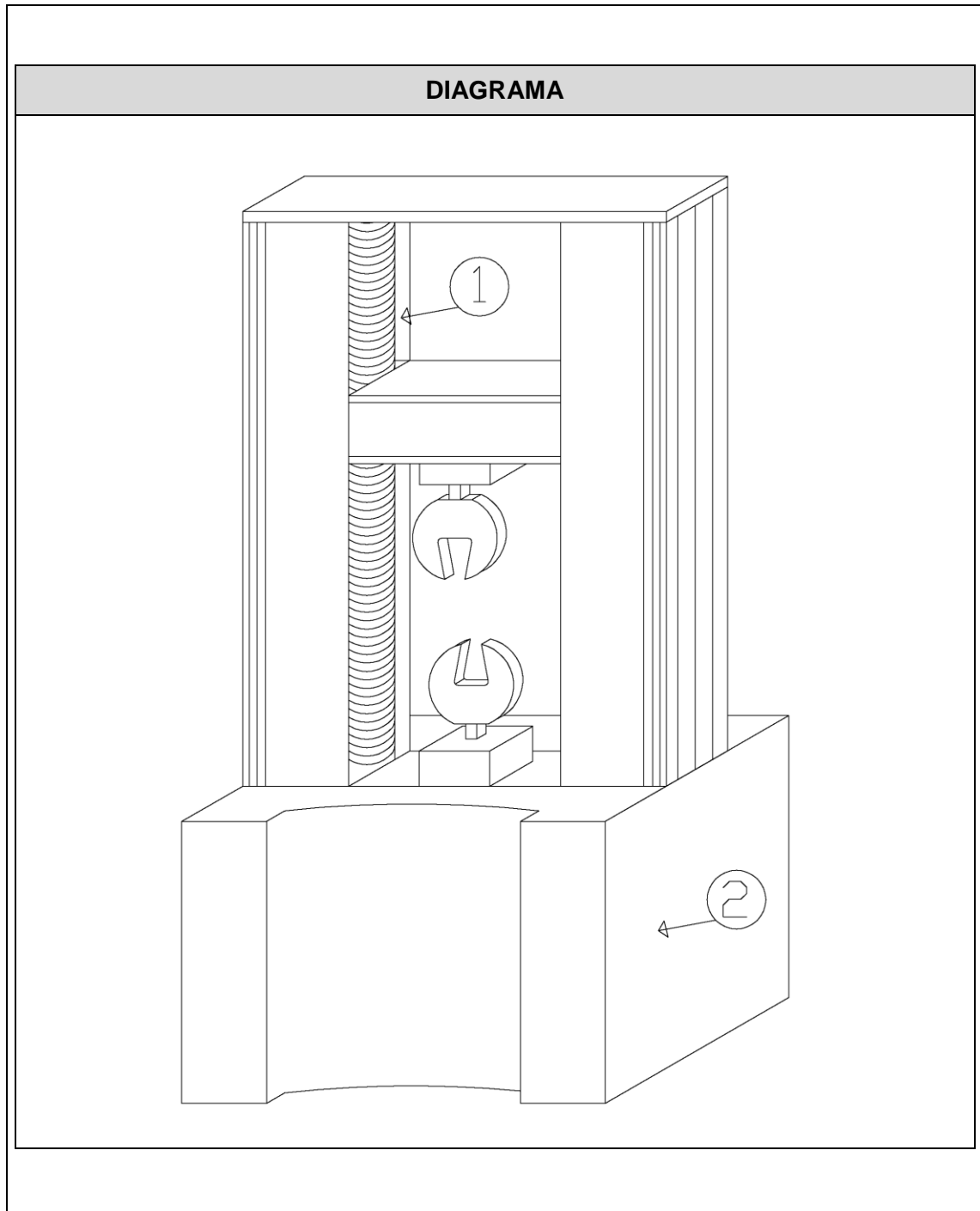


Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla XVI. Cronograma de mantenimiento de la máquina universal JBA

	<b>CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>				No.	<b>05</b>			
					Fecha:	15/07/2015			
	<b>Sección: metales y productos manufacturados</b>								
<b>DATOS GENERALES</b>									
Máquina:		<u>Máquina universal JBA</u>							
Modelo:		<u>858</u>							
Fabricante:		<u>Instruments J. Bot, S.A.</u>							
<b>NO.</b>	<b>ACTIVIDAD</b>								
1	Limpiar y lubricar columnas roscadas								
2	Revisar fajas de transmisión								
<b>Cronograma</b>									
<b>MES</b>	<b>SEMANA</b>				<b>FRECUENCIA</b>				<b>ACTIVIDAD</b>
	1	2	3	4	M	TR	SM	A	
ENE									
FEB			2						
MAR									
ABR									
MAY									
JUN									
JUL									
AGO			2						
SEP									
OCT									
NOV				1					
DIC									
<p>En este cronograma se indica la semana de realización de las actividades de mantenimiento correspondientes.</p>									

Continuación de tabla XVI.



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.



### **2.4.1. Hoja resumen**


A continuación se presenta una hoja resumen del programa de mantenimiento preventivo. Esta consta de un cronograma anual de todas las actividades descritas en el cronograma de mantenimiento de cada equipo, pero unidos en uno solo para que su planeación sea más fácil, ya que en este resumen se pueden observar las semanas asignadas para cada actividad de mantenimiento de cada equipo.

Al observar que en ciertas semanas se deben realizar actividades de mantenimiento a más de una máquina, se puede planear con tiempo de antelación la ejecución de las actividades, de manera que no se traslape y se pueda terminar la actividad de mantenimiento a realizar y no se atrase la ejecución de las siguientes actividades indicadas en el cronograma anual.

Este cronograma indica en cada semana un número, el cual representa al número de equipo determinado en las fichas de registro de equipo. Este número en una semana específica indica que en esa semana hay una tarea de mantenimiento a realizar en el equipo o máquina correspondiente.

Al observar estos números en el cronograma general, los operarios de las máquinas deberán de ir al cronograma de mantenimiento de la máquina que allí se indica y observar el cronograma específico de la máquina, para determinar la actividad de mantenimiento a realizar en la misma.

Tabla XVII. **Plan de mantenimiento general**

		<b>PLAN DE MANTENIMIENTO</b>			
		<b>Sección: Metales y Productos Manufacturados</b>			
<b>Cronograma general</b>					
MES	SEMANA				Num. de máquina
	1	2	3	4	
ENE		4	1	1 y 3	
FEB	1 y 2	2	4 y 5	3	
MAR	1 y 2				
ABR	1 y 2		1	3	
MAY	1 y 2	2	4	3	
JUN	1 y 2				
JUL	1 y 2	4	1	1 y 3	
AGO	1 y 2	2	4 y 5	3	
SEP	1 y 2				
OCT	1 y 2		1	3	
NOV	1 y 2	2	1, 2 y 4	1, 3 y 5	
DIC					

\*Estos números indican que en esa semana existe una actividad de mantenimiento a realizar para la máquina correspondiente a ese número.

Num.	MÁQUINA
1	Máquina universal
2	Compresor vertical
3	Máquina para compresión
4	Máquina de ensayo para abrasión
5	Máquina universal JBA

Fuente: elaboración propia.

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

La capacitación del personal es una tarea de gran importancia en cualquier empresa. La capacitación es la actividad realizada en una organización que busca mejorar la actitud, conocimientos, habilidades o conductas de su personal. Concretamente busca perfeccionar al colaborador en su puesto de trabajo, en función de las necesidades de la empresa.

En la sección de Metales y Productos Manufacturados del Centro de Investigaciones de Ingeniería, se tiene como necesidad la implementación de un plan de mantenimiento preventivo, y es por esto que en este capítulo se presentará el plan de mantenimiento elaborado, la importancia de su ejecución y la capacitación del personal, para que dicho plan pueda ser implementado en un futuro dentro de la institución.

#### **3.1. Presentación del plan de mantenimiento**

Se realizó la presentación del plan de mantenimiento elaborado, al personal de la sección de Metales y Productos Manufacturados. Esta presentación incluyó una explicación acerca de mantenimiento, conceptos acerca del plan elaborado, indicaciones de su ejecución, y las partes que lo componen.

Se presentaron las fichas técnicas de los equipos, indicando los datos que allí se presentan. Luego se dieron a conocer las rutinas de lubricación de los equipos, haciendo énfasis en la ejecución de la misma, las indicaciones de lubricación y el reconocimiento de los lubricantes utilizados. También se

presentaron los formularios de inspección y ajustes, y se realizó la explicación de los objetivos de los ajustes y la realización de los mismos en el equipo.

Por último, se presentó el cronograma de mantenimiento realizado, indicando el procedimiento para la ejecución del mismo y la explicación de los componentes del cronograma para una fácil lectura.

### **3.2. Importancia de la ejecución del plan de mantenimiento**

Debido a que el Centro de Investigaciones de Ingeniería no cuenta con los recursos para crear un departamento de mantenimiento de los equipos, el personal de la Sección de Metales y Productos Manufacturados no está familiarizado con los conceptos de mantenimiento, y en especial con mantenimiento preventivo, ya que han realizado trabajos de mantenimiento correctivo cuando se presentan averías mayores en el equipo, sin el conocimiento de que se pueden evitar mediante un programa de mantenimiento preventivo.

Es necesario que el personal de la sección de Metales y Productos Manufacturados conozca la importancia de la ejecución de un plan de mantenimiento preventivo, para que de esa forma tengan interés en ejecutarlo. Para lograr esto se realizó una presentación acerca de los objetivos y metas de la ejecución del plan de mantenimiento preventivo.

Los objetivos del plan de mantenimiento son:

- Reducir la aparición de fallas o averías en el equipo.
- Prolongar la vida útil de los elementos de las máquinas.
- Reducir el desgaste en elementos mecánicos.

- Mejorar la calidad del servicio que los equipos prestan mediante los ajustes realizados.

Las metas a alcanzar mediante la ejecución del plan de mantenimiento son:

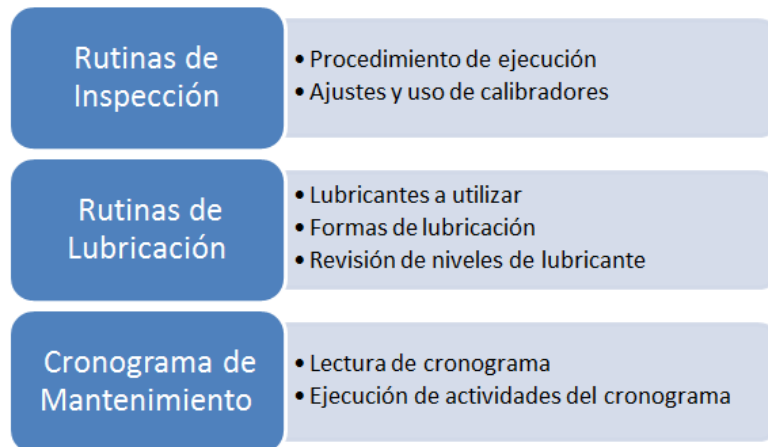
- Aumentar la disponibilidad del equipo para su utilización.
- Prolongar la vida útil de los sistemas al mantener un control de los mismos, así como la lubricación de los sistemas.
- Disminuir los gastos por mantenimiento correctivo del equipo.
- Disminuir la cantidad de repuestos requeridos.

### **3.3. Capacitación**

La capacitación se realizó en torno a las rutinas de inspección, ajustes y lubricación, ya que son las que necesitan de mayor tecnicidad. Esta capacitación consistió en el procedimiento detallado para realizar las rutinas de inspección y ajustes en los equipos necesarios, indicando todos los aspectos que se deben tomar en cuenta para un correcto ajuste de los sistemas, como los métodos de prueba y error, y el uso de calibradores.

Luego se capacitó en la ejecución de las rutinas de lubricación, indicando las propiedades de los lubricantes utilizados y las formas de lubricación, las indicaciones del equipo y la revisión de los niveles de lubricación, así como una inspección visual del estado del lubricante para analizar su cambio.

Figura 10. **Temas de la capacitación del plan de mantenimiento preventivo**



Fuente: elaboración propia.

Por último se realizó la capacitación de la ejecución del cronograma de mantenimiento preventivo, explicando las actividades a realizar en los equipos y la programación para la ejecución de las actividades basándose en el cronograma.

## CONCLUSIONES

1. El plan de mantenimiento fue diseñado para el equipo utilizado por la sección de Metales y Productos Manufacturados, incluyendo registro de equipos, rutinas de inspección y ajustes, y rutinas de lubricación.
2. Se diseñó un registro de los equipos, ya que no se contaba con uno. Este se realizó mediante la utilización de fichas técnicas en las cuales se indicaban las características y propiedades importantes de los equipos, datos que fueron útiles en el diseño del plan de mantenimiento.
3. Indicando el procedimiento para realizar el ajuste y la frecuencia para hacerlo, se definieron las rutinas de inspección debido a que la máquina universal Baldwin Lima-Hamilton era la única que poseía un sistema que requiere ajuste periódico.
4. Se definieron las rutinas de lubricación para cada equipo que tiene un sistema que necesita de lubricación periódica. Se indicaron los puntos y frecuencia de lubricación.
5. Se realizó el cronograma de mantenimiento para cada uno de los equipos registrados en las fichas técnicas, definiendo las actividades de mantenimiento específicas para cada equipo, así como la frecuencia con que se deben de realizar, según el calendario anual.

6. Se capacitó al personal de la sección de Metales y Productos Manufacturados, ya que son ellos quienes se encargarán de ejecutar el plan de mantenimiento. Se realizaron presentaciones del plan de mantenimiento al personal para que se familiaricen con el procedimiento de ejecución del plan.



## RECOMENDACIONES

1. Ya que el equipo que utiliza la sección de Metales y Productos Manufacturados es de vital importancia para la ejecución de sus labores, es necesaria la pronta implementación y ejecución del plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad del equipo.
2. Ejecutar todas las actividades de mantenimiento utilizando equipo de protección industrial, para evitar accidentes o daños al equipo.
3. Utilizar herramienta adecuada para realizar las actividades de mantenimiento y así evitar daños al equipo, y utilizar los lubricantes recomendados por los fabricantes de los equipos, ya que estos trabajan bajo ciertas condiciones, por lo que los lubricantes deben tener propiedades específicas para soportar esas condiciones de trabajo.
4. Capacitar constantemente al personal que ejecutará el plan de mantenimiento, para facilitar una ejecución eficiente de las actividades de mantenimiento.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC. *Información oficial mayo de 2011*. [en línea]. Universidad de San Carlos. <<http://www.lac-database.eu/pdf/387.pdf>> [Consulta: agosto de 2015].
2. MESA GRAJALES, Darío H. *La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento*. Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira, 2006. 6 p.
3. PRANDO, Raúl. *Manual gestión de mantenimiento a la medida*. Guatemala: Editorial Piedra Santa, 1996. 99 p.
4. SILICEO AGUILAR, Alfonso. *Capacitación y desarrollo de personal*. 4a ed. México: Limusa, 2004. 246 p.
5. VILLANUEVA, Enrique Dounce. *La productividad en el mantenimiento Industrial*. 2a ed. México: Grupo Editorial Patria, 2007. 350 p.



# ANEXOS

## Anexo 1. Ficha técnica lubricante Texaco Regal ISO 150



### REGAL<sup>®</sup> R&O

22, 32, 46, 68, 100, 115, 150, 220, 320, 460, 680

---

#### PRODUCT DESCRIPTION

Regal<sup>®</sup> R&O oils are turbine oils designed to give outstanding performance in steam and hydroelectric turbines.

#### CUSTOMER BENEFITS

Regal R&O oils deliver value through:

- **Long lubricant life** provided by excellent thermal and oxidation stability. Formulated with an ashless, zinc-free formulation.
- **Excellent demulsibility** helps ensure good lubricant film strength and minimal wear through quick water separation.
- **Excellent air release** in turbine oil reservoir systems by the foam inhibitor hastening the release of foam and entrained air.
- **Rust protection** of metal surfaces due to the use of an effective rust and corrosion inhibitor.
- **Environmental benefits** – All grades are ashless. This facilitates reclaiming and recycling of the used oils.

#### FEATURES

Regal R&O oils provide rust protection, oxidation inhibition, and foam suppression.

They pass the Fresh Water Corrosion Test (ASTM D665, Procedure A), and the severe Synthetic Sea Water Rust Test (ASTM D665, Procedure B).

The thermal and oxidation stability of these lubricants, due to their high level of refinement, has been further enhanced by their unique ashless, zinc-free formulation. The high thermal and oxidation stability help protect against oxidation deposit formation or the generation of acidic material.

Regal R&O oils have very good demulsibility characteristics allowing quick release of moisture.

Regal R&O oils minimize entrained air which otherwise could result in low lubricant film strength between moving parts and pump cavitation.

Product(s) manufactured in the USA, Colombia and El Salvador.

Always confirm that the product selected is consistent with the original equipment manufacturer's recommendation for the equipment operating conditions and customer's maintenance practices.

A Chevron company product

30 April 2015  
IO-185

© 2008-2015 Chevron U.S.A. Inc. All rights reserved.  
Chevron, the Chevron Hallmark, Regal, Rando and GST are trademarks owned by Chevron Intellectual Property LLC. All other trademarks are property of their respective owners.

13-65

## Continuación del anexo 1.

### Regal<sup>®</sup> R&O – Continued

---

#### APPLICATIONS

Regal<sup>®</sup> R&O oils ISO 32 through ISO 150 are recommended for use in most electric motor bearings, air compressors, gears, hydroelectric turbines, steam turbines, marine turbines, and non-heavy duty hydraulic systems where OEM recommends R&O type oils (for heavy duty hydraulic systems, customers should consider Rando<sup>®</sup> HD oils).

These products can also be used as a general purpose machine oil for shop use when R&O type oil is needed or is recommended. The multifunctional characteristics of Regal R&O type oils may allow them to replace other special application lubricants, which can result in reduced inventory and operating cost.

#### Regal R&O 32

- meets:
  - **Alstom** HTGD 90117
  - **ASTM** D4304 Type I, **British Standard** 489, and **DIN** 51515 standard organization requirements for new lubricants used in gas and steam turbines and auxiliary equipment
  - **General Electric** GEK 28143b, GEK 46506D
  - **MAG Cincinnati, Cincinnati Machine** P-3E
  - **Siemens** TLV 901304

#### Regal R&O 46

- meets:
  - **Alstom** HTGD 90117
  - **ASTM** D4304 Type I, **British Standard** 489, and **DIN** 51515 standard organization requirements for new lubricants used in gas and steam turbines and auxiliary equipment
  - **General Electric** GEK 28143b
  - **MAG Cincinnati, Cincinnati Machine** P-55
  - **Siemens** TLV 901304

#### Regal R&O 68

- meets:
  - **ASTM** D4304 Type I, **British Standard** 489, and **DIN** 51515 standard organization requirements for new lubricants used in gas and steam turbines and auxiliary equipment
  - **MAG Cincinnati, Cincinnati Machine** P-54
- suitable for use in **General Electric, Alstom,** and **Westinghouse** hydroelectric turbines, land and marine steam turbines, and associated reduction gears when OEM recommends R&O type oil

#### Regal R&O 100

- meets:
  - **ASTM** D4304 Type I, **British Standard** 489, and **DIN** 51515 standard organization requirements for new lubricants used in gas and steam turbines and auxiliary equipment
  - suitable for use in **General Electric, Alstom,** and **Westinghouse** hydroelectric turbines, land and marine steam turbines, and associated reduction gears when OEM recommends R&O type oil

Do not use Regal R&O in large and high temperature gas turbines. GST<sup>®</sup> Oils are recommended for these gas turbines.

Do not use Regal R&O 32, 46, or 68 in high pressure systems in the vicinity of flames, sparks and hot surfaces. Use only in well ventilated areas. Keep container closed.

Do not use in breathing air apparatus or medical equipment.

Note that finished lubricants may affect the adherence of applied protective coatings (such as paint). If this product is used where coating applications are performed, the coating manufacturer should be consulted regarding adequate surface preparation.

Always confirm that the product selected is consistent with the original equipment manufacturer's recommendation for the equipment operating conditions and customer's maintenance practices.

30 April 2015  
IO-185

Continuación del anexo 1.

**TYPICAL TEST DATA**

	ASTM	115 <sup>a</sup>	22	32	46	68
Product Number		277311	277312	273209	273210	273211
SDS/MSDS Number						
USA		23566	23566	23566	23566	23566
Colombia		—	—	33490	33490	33490
El Salvador		—	—	33491	33491	33491
API Gravity <sup>b</sup>	D287	30.5(27.6)	34.2(32.1)	32.9(31.3)	31.7(30.2)	31.2(29.1)
Viscosity, Kinematic	D445					
cSt at 40°C		115	23.1	30.4	43.7	64.6
cSt at 100°C		12.2	4.4	5.2	6.5	8.4
Viscosity, Saybolt	D445					
SUS at 100°F		602	120	157	226	335
SUS at 210°F		68.5	41.2	43.7	48.0	54.5
Viscosity Index	D2270	96	102	100	98	99
Flash Point, °C(°F)	D92	278(532)	220(428)	222(432)	224(435)	245(473)
Pour Point, °C(°F)	D97	-15(+5)	-15(+5)	-30(-22)	-27(-17)	-24(-11)
Rust Test, Procedure B, 24 h	D665	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
Oxidation Stability <sup>b</sup>						
Hours to 2.0 mg KOH/g acid number	D943	— (>2000)	>6000 (>3000)	>6000 (>3000)	>6000 (>3000)	>5500 (>2500)
Minutes to 25 psi pressure drop	D2272	— (>400)	>1000 (>600)	>900 (>600)	>900 (>500)	>900 (>400)
FZG, Pass Stage <sup>c</sup> , DIN 51354		—	—	10	10	10

a Available in the Midwest and East.

b Typical values for products from the "East of the Rockies" plants (Bayonne, Charleston, Cicero, Louisville, and Port Arthur) are in parentheses.

c FZG, Pass Stage, DIN 51354 is not applicable to products manufactured in Colombia and El Salvador.

Minor variations in product typical test data are to be expected in normal manufacturing.

Always confirm that the product selected is consistent with the original equipment manufacturer's recommendation for the equipment operating conditions and customer's maintenance practices.

## Continuación del anexo 1.

Regal® R&O – Continued

### TYPICAL TEST DATA

	ASTM	100	150	220	320	460	680
Product Number		273212	273213	273215	273214	273275	277313
SDS/MSDS Number							
USA		23566	23566	23569	23569	23569	23569
Colombia		33482	33482	33482	—	—	—
El Salvador		33484	33484	33484	—	—	—
API Gravity <sup>a</sup>	D287	30.7(28.1)	29.8(27.1)	28.5(26.1)	27.5(25.4)	26.4	26.3
Viscosity, Kinematic cSt at 40°C cSt at 100°C	D445	95.0 10.8	143 14.2	220 19.0	304 23.2	460 31.3	646 39.6
Viscosity, Saybolt SUS at 100°F SUS at 210°F	D445	495 63.1	750 76.4	1163 96.8	1618 116	2463 152	3474 193
Viscosity Index	D2270	97	96	97	95	97	99
Flash Point, °C(°F)	D92	262(504)	284(543)	294(561)	298(568)	310(590)	312(594)
Pour Point, °C(°F)	D97	-15(+5)	-15(+5)	-12(+10)	-12(+10)	-12(+10)	-12(+10)
Rust Test, Procedure B, 24 h	D665	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
Oxidation Stability <sup>a</sup> Hours to 2.0 mg KOH/g acid number	D943	>5500 (>2000)	>3500 (>1500)	>2200 (>1200)	>1800 (>1100)	>900 (>900)	>900
Minutes to 25 psi pressure drop	D2272	>900 (>400)	>450	>425	>400	>275	>275
FZG, Pass Stage <sup>b</sup> , DIN 51354		10	—	—	—	—	—

a Typical values for products from the "East of the Rockies" plants (Bayonne, Charleston, Cicero, Louisville, and Port Arthur) are in parentheses.

b FZG, Pass Stage, DIN 51354 is not applicable to products manufactured in Colombia and El Salvador.

Minor variations in product typical test data are to be expected in normal manufacturing.

Always confirm that the product selected is consistent with the original equipment manufacturer's recommendation for the equipment operating conditions and customer's maintenance practices.

30 April 2015  
IO-185



## Anexo 2. Ficha técnica grasa de litio Valvoline

# Product Information

A PRODUCT OF ASHLAND CONSUMER MARKETS, A COMMERCIAL UNIT OF ASHLAND INC.



Lubricants – Greases

Version: 602/05

## Valvoline™ Lithium No. 2 – EP grease

*Universal, lithium EP grease, developed for lubrication of automotive and industrial equipment, can be applied over a wide temperature range.*

The product has a good water resistance and protects against rust and corrosion. Mechanically very stable and easily pumpable due to its smooth structure.

### Performance levels

NLGI grade:	2
SKF Emscor test: DIN 51802	pass
Copper corr. Test: ASTM D-4048	pass

### Applications

Suitable for many applications like; machinery, winches, light open gears etc.

Suitable for diverse equipment like; Automotive equipment, hinges, sliding surfaces, chains & cables etc.

Agricultural and forestry machines.

Industrial applications in factories and workshops.

Steel ropes and cables of machinery and lifts.

### Features and Benefits

#### Superior performance

The product lubricates and protects under the most severe circumstances like high pressure industrial and/or dusty conditions.

#### Superior protection

Lithium No. 2 – EP grease protects against rust and corrosion and is resistant against oxidation.

The grease has a good mechanical stability so that it will not be pressed out of bearings.

#### Multi purpose applications

Lithium No. 2 – EP grease was developed for those companies that require a product for general lubrication of the most diverse mechanical equipment, using only one grease.

#### Severe working conditions

Lithium No. 2 – EP grease can even be used in unfavorable working conditions, like damp atmosphere or dusty surroundings. Being a Lithium Grease, the product can handle warm and cold conditions.

Continuación del anexo 2.

## Product Information



A PRODUCT OF ASHLAND CONSUMER MARKETS, A COMMERCIAL UNIT OF ASHLAND INC.

### Health and Safety

This product is not likely to present any significant health or safety hazards when used correctly in the right application. A Material and Safety Data Sheet (MSDS) is available on request via your local sales office or via the internet @ <http://msds.ashland.com>

### Protect the Environment

Take used oil or grease to an authorized collection point. Do not discharge into drains, soil or water.

### Typical Properties

Typical property characteristics are based on current production. Whilst future production will conform to Valvoline™ specifications, variations in these characteristics may occur.

Lithium No. 2 EP Grease	
NLGI grade	2
Soap type	Lithium
Worked penetration, 25°C. ASTM D-217	265-295
Oil Viscosity, mm <sup>2</sup> /s @ 40°C. ASTM D-445	200
Oil Viscosity, mm <sup>2</sup> /s @100°C. ASTM D-445	16.5
Dropping Point °C. ASTM D-566	198
Application temperature °C.	-20 to + 140
Colour	Yellow/amber
Texture	Smooth
Specific Gravity @ 15.6°C.	0.950

This information only applies to products manufactured in the following location(s): Europe

### People Who Know, Use Valvoline™

Serving more than 100 countries around the globe, Valvoline is a leading marketer, distributor and producer of quality branded automotive and industrial products and services. Products include automotive lubricants including MaxLife™, the first motor oil specifically formulated for higher-mileage vehicles; transmission fluids; gear oils; hydraulic lubricants; automotive chemicals; specialty products; greases, and cooling system products.

For more information on Valvoline products, programs and services please visit [www.valvolineurope.com](http://www.valvolineurope.com)

### Author:

AdG  
Replaces – 602/04

\*Trademark owned by a third party ™ Trademark of Ashland or its subsidiaries, registered in various countries © 2011, Ashland

All statements, information and data presented herein are believed to be accurate and reliable, but are not to be taken as a guarantee, an express warranty, or an implied warranty of merchantability or fitness for a particular purpose, or representation, express or implied, for which Ashland Inc. and its subsidiaries assume legal responsibility.

## Anexo 3. Ficha técnica lubricante Texaco Multigear



### TEXACO MULTIGEAR® EP SAE 80W-90, 85W-140

#### CUSTOMER BENEFITS

Texaco Multigear EP oils deliver value through:

- **Improved durability** — Specially formulated to stand up to the demands of severe service applications.
- **Extended gear life** — Extreme pressure properties protect hypoid and other types of gears from scuffing and wear under heavily loaded conditions.
- **Long lubricant life** — Outstanding thermal and oxidation stability allow high temperature operation with long lubricant life without the formation of sludge and deposits.
- **All-weather protection** — Multiviscosity characteristics assure proper gear lubrication at both low and high ambient temperatures.
- **Corrosion and rust protection** — Effective inhibitor package prevents rusting or corrosion of gears and bearings surfaces.

#### FEATURES

Texaco Multigear EP oils are multipurpose lubricants.

They are made with:

- highly refined base stocks
- a carefully balanced additive package to provide maximum gear protection, long lubricant life and excellent field performance
- sulfur-phosphorus extreme pressure additives that provide superior thermal and oxidation stability
- rust and corrosion inhibitors, a foam inhibitor, and a pour point depressant

The highly refined base stocks and various inhibitors in the additive package assure a well-balanced lubricant and long gear and bearing life with maximum durability.

#### APPLICATIONS

Texaco Multigear EP oils are recommended for use in all spiral bevel and hypoid differentials, power dividers, and oil-lubricated steering axle wheel bearings.

They are designed for complete refill and make-up of all passenger car, light duty and heavy duty truck transmissions, conventional differentials and steering gears.

Their multiviscosity characteristics allow their use in equipment operating over a broad ambient temperature range. This means good cold flow properties and gear protection.

Texaco Multigear EP oils meet the performance requirements of:

- **API Service Categories** MT-1, GL-4, and GL-5
- are qualified for **SAE J 2360** (formerly known as MIL-PRF-2105E)

They also meet the requirements of:

- a **Mack** GO-J fluid
- **Rockwell** 0-76D (SAE 80W-90), 0-76-A (SAE 85W-140)

#### TYPICAL TEST DATA

SAE Grade	80W-90	85W-140
CPS Number	222316	222317
MSDS Number	8628	8628
API Gravity	28.4	25.9
Viscosity, Kinematic cSt at 40°C cSt at 100°C	145 14.2	341 25.0
Viscosity, Saybolt SUS at 100°F SUS at 210°F	762 76.4	1819 124
Viscosity, Brookfield cP at -12°C cP at -26°C	- 118,000	102,000 -
Viscosity Index	95	95
Flash Point, °C(°F)	221(430)	229(444)
Pour Point, °C(°F)	-33(-27)	-15(+5)

Typical test data are average values only. Minor variations which do not affect product performance are to be expected in normal manufacturing.

©2002-2005 ChevronTexaco Products Company-San Ramon, CA. All rights reserved.

A **ChevronTexaco** Company

10 February 2005

GL-2260

Fuente: Chevron Texaco Products Company.

