



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

ESTUDIO DE LUBRICACIÓN DIVECO, S.A. PARA CAMAS OLYMPIA, S.A.

Gerber Rony Ortiz Pérez

Asesorado por el Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda

Guatemala, agosto de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESTUDIO DE LUBRICACIÓN DIVECO, S.A. PARA CAMAS OLYMPIA, S.A.

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

GERBER RONY ORTIZ PÉREZ

ASESORADO POR EL ING. EDWIN ESTUARDO SARCEÑO ZEPEDA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, AGOSTO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

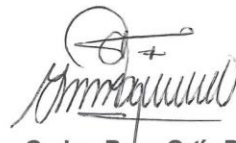
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Roberto Guzmán Ortiz
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Presento a su consideración mi informe trabajo de graduación titulado:

ESTUDIO DE LUBRICACIÓN DIVECO, S.A. PARA CAMAS OLYMPIA, S.A.

Tema que fue asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 14 de septiembre de 2005.



Gerber Rony Ortiz Pérez

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 02 de mayo de 2018
REF.EPS.DOC.379.05.18.

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

Estimada Ingeniera Classon de Pinto.


Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Gerber Rony Ortíz Pérez** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. 9516659, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **ESTUDIO DE LUBRICACIÓN DIVECO, S.A. PARA CAMAS OLYMPIA, S.A.**

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. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica

c.c. Archivo
EDSZ/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 02 de mayo de 2018
REF.EPS.D.165.05.18

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

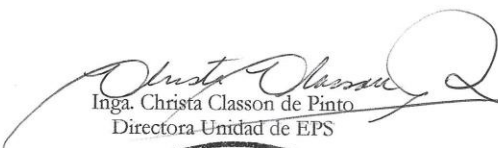
Estimado Ingeniero Pérez Rodríguez:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado: **ESTUDIO DE LUBRICACIÓN DIVECO, S.A. PARA CAMAS OLYMPIA, S.A.**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Gerber Rony Ortíz Pérez** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Edwin Estuardo Sarceño Zepeda.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS

CCdP/ra





Ref.E.I.M.203.2018

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor-Supervisor y del Director de la Unidad de EPS, al trabajo de graduación titulado: **ESTUDIO DE LUBRICACIÓN DIVECO, S.A. PARA CAMAS OLYMPIA, S.A.** del estudiante **Gerber Rony Ortiz Pérez, CUI No. 2442923611401, Reg. Académico No. 9516659** y luego de haberlo revisado en su totalidad, procede a la autorización del mismo.

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Julio César Campos Paiz
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica

Guatemala, agosto de 2018
/aej



Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.270.2018

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: **ESTUDIO DE LUBRICACIÓN DIVECO, S.A. PARA CAMAS OLYMPIA, S.A.**, presentado por el estudiante universitario: **Gerber Rony Ortiz Pérez**, 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, agosto de 2018

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por darme el privilegio de vivir una hermosa niñez, una linda juventud y una dorada adultez al lado de mis seres queridos, brindándome sabiduría e inteligencia y paciencia para recibir cada peldaño que ha puesto en este hermoso transitar, el cual estoy dispuesto hacerlo junto a Él, y mi hermosa familia.

Mis padres

Manuel Isauro Ortiz Reyes y Esperanza Pérez de Ortiz por ser ejemplo de vida, valores familiares, a su larga edad, al día de hoy, son ayuda idónea como esposos unidos bajo el amor de nuestro Dios, asimismo, por su amor y confianza, por sus cuidados y por ser ejemplo de fortaleza y lucha.

Mi esposa

Marta Ávila, con amor Marty, por acompañarme en cada momento feliz y difícil de la vida, dándome ánimo y recordándome siempre de quien es el mundo y su plenitud. Por su amistad, compañerismo, su solidaridad, paciencia y comprensión, por cuidarme, amarme y ser ejemplo de optimismo, responsabilidad, honradez y humildad.

Mis hijos

Fernando Emmanuel y Ana Ruth Ortiz Ávila, por ser parte muy especial de mi vida, por regalarme esos hermosos momentos, al darme el privilegio de ser padre al cuidarles, amarles y ser su ejemplo desde el primer día de su vida, hasta el día de hoy, este peldaño sea motivo, para incentivar el deseo de Fer, al ser el Doctor Neurólogo que ayudará a muchos niños, mujeres y hombres, con la ayuda de Dios.

Mis hermanos

Odilia, Alicia, Cloni, Vilma, Yoli, Jamilton, Bercy y Byron Ortiz Pérez, por estar conmigo siempre, apoyarme, amarme y brindarme el privilegio de amarlos incondicionalmente en cada momento.

Mi familia

Por su apoyo y cariño.

Mis amigos

Por el apoyo y aprecio que me han mostrado, y compartir conmigo en los buenos y malos momentos.

AGRADECIMIENTOS A:

Facultad de Ingeniería

Por permitirme ser instruido por los mejores catedráticos, quienes siempre estuvieron dispuestos a dar lo mejor de ellos para mi formación.

Universidad de San Carlos de Guatemala

Por abrirme sus puertas y permitirme obtener los conocimientos académicos para mi desarrollo profesional en la carrera que desde niño quise estudiar.

Camas Olympia

Por permitirme realizar el trabajo de investigación en sus instalaciones y brindar todo tipo de apoyo, a través de los ingenieros a cargo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Descripción del área de mantenimiento.....	1
1.1.1. Área de alambre	2
1.1.2. Área de revestido.....	4
1.1.3. Área de esponja.....	6
1.2. Historia de la lubricación.....	8
1.2.1. Historia de la elaboración de camas en Guatemala	9
1.2.2. El procedimiento de fabricación.....	10
1.2.3. Importancia de lubricación.....	11
1.2.4. Habilidad de proteger y lubricar	15
1.2.5. Lubricantes para engranajes	16
1.2.6. Lubricantes para cojinetes:.....	27
1.2.7. Lubricantes para cajas reductoras.....	28
1.2.8. Lubricantes para chumaceras.....	30
1.2.9. Lubricantes para tornillos de potencia:	32
1.2.10. Lubricantes para cadenas y <i>sprocket</i>	33

2.	FASE TÉCNICO PROFESIONAL	37
2.1.	Lubricantes minerales y sintéticos	37
2.1.1.	Aditivos de los lubricantes	39
2.2.	Selección correcta de un aceite industrial	40
2.2.1.	Parámetros que se deben tener en cuenta	42
2.2.2.	Catálogo del fabricante del equipo	42
2.2.3.	Selección del grado ISO del aceite	43
2.2.4.	Sistema ISO	44
2.2.5.	Características del sistema ISO	45
2.2.6.	Curvas características de los aceites industriales ...	45
3.	ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE LUBRICACIÓN DIVECO, S.A.	49
3.1.	Fichas de mantenimiento y limpieza (lubricación)	49
3.2.	Código y simbología de los componentes	53
3.3.	Puntos de lubricación	54
3.4.	Equivalencia de lubricantes	78
3.5.	Costos	84
3.5.1.	Efectos en la fabricación por paros inesperados	87
3.5.1.1.	Paros no programados por daños y deformidad en la fabricación	88
3.5.2.	Estudio de lubricación realizado a Diveco, S.A.	89
3.6.	Proveedores de grasas y aceites lubricantes	91
3.7.	Se propone capacitar al personal operario y mecánico directamente por proveedores	93
3.8.	Limpieza del aire ambiente contaminado por sedimentos volátiles de hilo y ruptura de tela, hilo y esponja en el proceso de hilvanado	94

CONCLUSIONES	97
RECOMENDACIONES	99
BIBLIOGRAFÍA.....	101
APÉNDICES	103

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación taller de mantenimiento	2
2.	Máquina fabricante de resorte	4
3.	Máquina Gribetz de revestido	6
4.	Máquina corrugadora de esponja.....	8
5.	Relación engranajes cilíndricos rectos	16
6.	Rodamiento o cojinete cónico	27
7.	Motoreductor carro de perímetro de colchón	28
8.	Relación por faja compuerta espumadora.....	30
9.	Eje guía y tornillo de potencia carro Gribetz.....	32
10.	Cadena <i>sprokets</i> eje cabezal agujas Gribetz	33
11.	Costo de mantenimiento semanal en dólares	96

TABLAS

I.	Ficha de mantenimiento resortera.....	50
II.	Ficha de mantenimiento de enguatadora	51
III.	Ficha de mantenimiento corrugadora de esponja	52
IV.	Código y simbología de los componentes.....	53
V.	Puntos de lubricación en el máquinas fabricantes de resortes	55
VI.	Área de alambre, inspección y lubricación bimestral.....	57
VII.	Área de alambre, inspección y lubricación trimestral	58
VIII.	Área de alambre, inspección y lubricación semestral.....	61
IX.	Área de alambre, inspección y lubricación anual	62

X.	Área de alambre, inspección y lubricación cada dos años	63
XI.	Mecanismos en lubricación.....	65
XII.	Puntos de lubricación en el máquinas fabricadoras de revestido	66
XIII.	Área de revestido, inspección y lubricación cada mes.....	67
XIV.	Área de revestido inspección y lubricación cada trimestre	69
XV.	Área de revestido, inspección y lubricación cada seis meses	70
XVI.	Área de revestido, inspección y lubricación cada dos años.....	71
XVII.	Área de esponja, inspección y lubricación cada tres meses.....	72
XVIII.	Área de esponja, inspección y lubricación cada cuatro meses.....	73
XIX.	Área de esponja, inspección y lubricación cada seis meses	74
XX.	Área de esponja, inspección y lubricación cada año	76
XXI.	Equivalencia de lubricantes para máquinas fabricadoras de resortes.....	80
XXII.	Equivalencia de lubricantes para máquinas fabricadoras de revestimiento	81
XXIII.	Equivalencia de lubricantes para máquinas corrugadoras de esponja	83
XXIV.	Resultado en la deficiencia en la lubricación de encuesta a operadores.....	85
XXV.	Resultado en la deficiencia en la lubricación de encuesta a mecánicos.....	86
XXVI.	Historial de paros inesperados.....	87
XXVII.	Interpretación de paros Inesperados (5 paros al mes en área de resortes).....	87
XXVIII.	Costos de la solución planteada	95

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
LHMT 68	Aceite para cadenas, lubricación límite
cm	centímetro
EP	Extrema presión
°C	Grados centígrados
°F	Grados Fahrenheit
mm²/s	Milímetros cuadrados por segundo
CFM	Pies cúbicos por minuto
%	Porcentaje
PAO	Polialfa olefinas
PIB	polisobotuleno
SSU	Segundos saybolt universales
UC	Sistema de atomización electrónica
GVP	Sistema de detección de proximidad
PSI	Libras por pulgada cuadrada
cSt	Viscosidad cinemática en centistokes

GLOSARIO

ACEA	Asociación de Constructores Europeos.
AGMA	Asociación Americana de manufactura de engranajes.
Anticorrosivo	Es un material que sirve para proteger una superficie de un proceso de degradación llamado corrosión.
API	Asociación de Ingenieros del Petróleo.
Compatibilidad	Compatibilidad para los lubricantes es que cada lubricante contenga los parámetros necesarios idénticos para actuar, operar y cumplir con las exigencias en la lubricación.
Fricción	Rozamiento entre dos cuerpos en contacto, uno de los cuales está inmóvil.
Helicoidales	Son los elementos con diseño de forma de hélice.
Homologación	Igualación o comparación de una cosa con otra por tener ambas características en común referidas a su naturaleza, función o clase.

Involuta	Que tiene los márgenes enrollados sobre la cara superior del diente del engranaje.
ISO	Organización Internacional de la Estandarización.
JASO	Organización Japonesa Estándar Automovilística.
Levas	Pieza mecánica que sirve para transformar el movimiento circular continuo en movimiento rectilíneo alternativo o viceversa.
Lubricación	Como consecuencia del rozamiento, los engranajes se gastan y se deforman, y se provoca recalentamiento en los motores por lo que es necesaria la aplicación de aceites o grasas a este acto se le denomina lubricación.
SAE	Sociedad de Ingenieros Automotrices.
<i>Sprokets</i>	Plural <i>sprokets</i> que en español significa piñones. Cada una de varias proyecciones sobre el borde de una rueda que se acoplan con los eslabones de una cadena o con agujeros en la película.
Velocidad angular	Se define como el ángulo girado por una unidad de tiempo y se designa mediante la letra griega ω . Su unidad en el sistema internacional es el radián por segundo (rad/s).

Viscosidad

La viscosidad de un fluido es una medida de su resistencia a las deformaciones graduales.

RESUMEN

No existe en el mundo máquina alguna que por sencilla que sea no requiera lubricación, ya que con esta se mejora tanto el funcionamiento, como la vida útil de los equipos y maquinarias.

Históricamente, el primer lubricante fue el sebo. Se utilizaba para engrasar las ruedas de los carros romanos, en el año 1 400 a.C. En la actualidad los lubricantes suelen clasificarse de acuerdo con sus necesidades, en grasas y aceites. Estas dos clases de lubricantes aparecieron teniendo en cuenta factores, tales como velocidades de operación, temperaturas, cargas, contaminantes en el medio ambiente, tolerancias entre las piezas a lubricar, períodos de lubricación y tipos de mecanismos; la grasa generalmente se utiliza en la lubricación de elementos tales como cojinetes de fricción y antifricción, levas, guías, correderas y piñonearía abierta.

El aceite, por su parte, tiene su mayor aplicación, en la lubricación de compresores, motores de combustión interna, reductores, motoreductora, transformadora y sistemas de transferencia de calor, piñonearía abierta, cojinetes de fricción y antifricción y como fluidos hidráulicos.

La lubricación en Camas Olympia ha evolucionado de acuerdo a las necesidades que han presentado cada uno de los componentes de las máquinas. Al inicio los problemas se dan por la falta de un programa de mantenimiento completo, por aplicar lubricantes que no cumplen con las especificaciones y exigencias que se dan en el funcionamiento de las maquinas. Lo anterior se da también por la falta del manual del fabricante, esto

no afecta a la lubricación en Camas Olympia. Hoy en día las máquinas tienen una lubricación buena, esto es muestra del estado de cada uno de los componentes de las máquinas, tales como rodamientos, chumaceras engranajes, guías deslizantes, tornillos de potencia, cadenas, *sprockets*, cajas reductoras y levas. Esto por la capacitación del personal de mantenimiento y operación, ambos cuentan con una guía de lubricación. Lo que si ha afectado de alguna forma es la definición de los lubricantes que deben comprarse, claro por la equivalencia, compatibilidad, entre otros.

Esto porque hoy en día hay muchas marcas, que no cumplen con lo que presenta el lubricante, y es por esto que se ha visto en la necesidad de un estudio de los lubricantes, para tener pocos lubricantes que cumplan con las exigencias de las máquinas y un almacenamiento adecuado, al menor costo posible.

OBJETIVOS

General

Hacer un análisis de los lubricantes utilizados actualmente para determinar las respectivas implementaciones futuras, aprovechar la inversión en el mantenimiento para darle un buen servicio de lubricación a la maquinaria, elaborando la documentación respectiva, documentar a todo el personal de mantenimiento y operación, para hacer de su conocimiento, los métodos en cuanto a la lubricación de las máquinas.

Específicos

1. Recopilar toda la información posible de los lubricantes de cada equipo asignado al proyecto Diveco, S.A.
2. Estandarizar los lubricantes para los equipos asignados al proyecto
3. Elaborar las tablas de equivalencia de los lubricantes y tablas.
4. Documentar a los trabajadores sobre la buena aplicación de los lubricantes

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto consolida la planificación del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) y se enfoca básicamente en las actividades que a continuación se presentan.

El proyecto consiste en elaborar un equivalente para cada lubricante utilizado en el programa de lubricación para las máquinas asignadas, en su caso las máquinas que fabrican resortes (resorteras), máquinas de revestido (enguatadora), corrugadora (esponja) para Camas Olympia, que pueda ser aplicado como un manual básico para realizar la lubricación y así alargar la vida útil de las máquinas, logrando con ello rentabilidad de los productos para sobrepasar la satisfacción del cliente.

La necesidad de una óptima lubricación de los equipos crea la disponibilidad de las máquinas ininterrumpida, con ello también minimiza los costos propios de mantenimiento, acentúa esta necesidad de lubricación y una línea de equivalencia de lubricantes, la introducción de controles adecuados de costos de los lubricantes y auxilia en los controles de tiempos necesarios para la lubricación de los equipos y máquinas asignadas a este estudio.

Lo cual requiere tener controles, registros, conocimiento técnico general, ubicación de las máquinas, historial de fallas, existencia de lubricantes para detectar anomalías o puntos potenciales de problemas, y con ello avanzar en pro de especializarse en la labor de lubricación.

Con los controles en los costos se requiere estimular la optimización de la mano de obra, calidad de los lubricantes, minimizar tiempos de paro, estableciendo objetivos atractivos desde el punto de vista potencial en el costo de lubricación, para verificar la contribución de estas máquinas en el producto final.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Descripción del área de mantenimiento

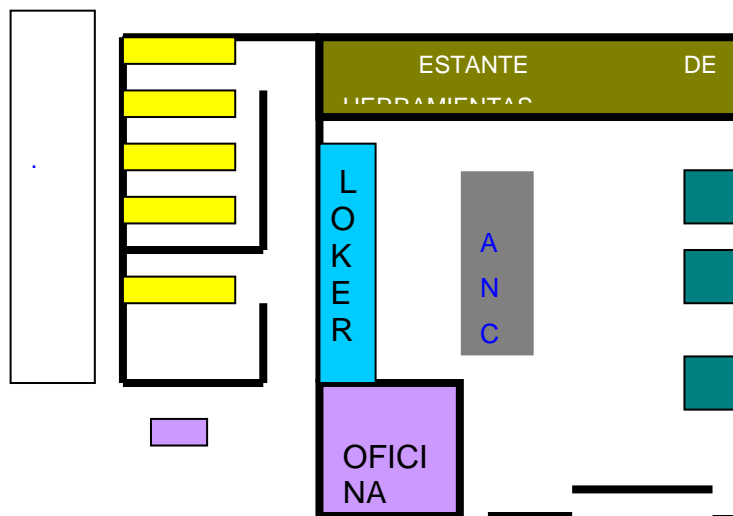
El área de mantenimiento se identifica con uno de los casos más comunes de cualquier empresa, parece ser que tener un amplio espacio y buena ventilación en este departamento no es buena idea, por ejemplo este es un espacio reducido sin ventilación, esto crea desorden y accidentes, aun cuando existan normas de seguridad industrial. Cada uno de los mecánicos desea un lugar donde llevar a cabo las operaciones a su cargo de una manera efectiva, es increíble la incomodidad cuando un empleado está soldando otro está taladrando, otro cortando a una distancia muy cercana. Ciertamente buena parte de sus operaciones se llevaban a cabo en la máquina, pero muchas veces es necesario inspeccionar elementos de máquina muy detenidamente, y diseñar o rediseñar y esto requiere de espacio y ventilación. En este caso los mecánicos siempre cumplieron con sus labores.

Para toda empresa es necesario poner más interés en este espacio y ventilación, ya que cabe mencionar que la productividad lejos del desempeño de los operarios y supervisores, depende en su mayoría de este departamento es aquí donde se determina el mantenimiento que amerita la máquina para no caer en lo que se llama improductividad.

En esta área siendo de 10 x 7 metros, se encuentra el jefe de mantenimiento, el espacio para las máquinas y herramientas, un estante de algunos repuestos, este lugar alberga a los mecánicos, electricistas, pegado a este espacio hay un lugar independiente para la bodega repuestos y accesorios

de las máquinas de 6 x 2,5 metros, el equipo de cómputo es solo para el jefe de mantenimiento y el bodeguero.

Figura 1. **Ubicación taller de mantenimiento**



Fuente: elaboración propia.

1.1.1. **Área de alambre**

En esta área es donde todo lo que se elabora llega en forma de alambre, por ello su nombre. Es un lugar muy limpio, es un área bastante ajustada al total de máquinas y operadores.

El área esta compartida de la siguiente forma, al fondo las resorterías, intermedio se encuentran las ensambladoras de resortes, al frente las espiraladoras de los extremos u orillas del armado de los colchones.

Las resorterías de marca alemana, son las que se encargan de formar el resorte, en estas máquinas entra el alambre por medio de poleas que conducen

el alambre a los dados formadores del espiral, luego dentro del mismo recorrido después de ser formado el espiral es templado a través de una inducción de corriente, esto es lo que define al resorte en su durabilidad y efectividad en el colchón.

La ensambladora es la que une cada uno de los resortes que contienen los colchones, esto colocando los resortes en fila, luego una espiral pasa por todos los resortes de la fila anterior y posterior para unirlos, para darle al colchón una sedencia a lo ancho y evitar rupturas por tensión.

Las espiraladoras su función es fabricar espirales de diámetro de ¼” de pulgada para adherir al perímetro del colchón un alambre, este alambre es más grueso por servir de marco al colchón, también está cortado con las puntas pasadas hasta 10cm, para dar más sedencia al peso que tenga que soportar.

Todos funcionan en serie para cada máquina resortera hay una ensambladora y una espiraladora lo cual facilita la secuencia para la fabricación de colchones esto en acero, ya que de este departamento dependen todos los demás departamentos que intervienen en su elaboración.

Figura 2. **Máquina fabricadora de resorte**



Fuente: Camas Olympia, S.A.

1.1.2. **Área de revestido**

El área de revestido es donde se encuentran las máquinas que cosen al unísono de treinta a setenta agujas en fila y forman la costura impresa en las capas de tela con un intermedio de esponja, estas máquinas al mismo tiempo que cosen van cortando los extremos de acuerdo a la medida del cobertor que necesiten para los diferentes tamaños de las marcas de camas. Los extremos son usados para los cobertores laterales o perimetrales del colchón.

El área de revestido es bastante grande debido al tamaño de las máquinas, tienen un mejor ambiente de trabajo más ventilado, debido a la mota

que suelta la incrustación del hilo por las agujas y por estar junto a los químicos que maneja el área de esponja y debido a su trabajo es necesario usar vibradores para contrarrestar el movimiento que genera. Estas máquinas no solo cosen en línea recta, sino que tienen la capacidad de hacerlo en rombos, círculos, espirales, entre otros. Para hacer cada estilo, se le ordena a la máquina por medio de un sistema computarizado.

La máquina la alimentan tres bobinas: una de tela, otra de esponja y una de fieltro, por eso se dice que el cobertor está formado de tres capas esenciales para dar cuerpo y forma para cada colchón, dependiendo siempre a la marca para que se elabore. Debido a la gama de marcas que maneja esta empresa hay máquinas exclusivas para las de alta calidad y definición en su fabricación.

Los operadores están para hilvanar cada vez que se rompa un hilo, realmente es normal la ruptura de hilo cuando se trabaja un cobertor demasiado grueso, y se interrumpe la máquina para corregir el hilo o los hilos rotos o la aguja o agujas quebradas o cuando una de las bobinillas de contra costura se termina, es obligación del operador sustituirla por una nueva.

Hasta la lubricación de la máquina se lleva a cabo por bombeo o autolubricación, es decir, la máquina casi trabaja sola, pero por ese casi, el operador esta para lo dicho anteriormente y hacer que tenga continuidad en su funcionamiento.

Figura 3. **Máquina Gribetz de revestido**



Fuente: Camas Olympia, S.A.

1.1.3. Área de esponja

El área de esponja se encuentra ventilada y retirada, debido a que en esta área se manejan químicos los cuales sirven para la elaboración de la esponja, aquí se elabora la esponja, se corta en planchas y en bobinas, también se reciclan los restos y se comprimen para elaborar planchas que posteriormente sirven para las camas prestigio o las que tienen un costo muy alto en el mercado.

La sección de químicos es donde se hace la formulación para determinar cuál es la densidad requerida para la esponja a fabricar, los operadores protegen con equipo especial para evitar accidentes con el manejo de estos, ya

que el vapor que se produce en este sector es muy peligroso, y si un operador decide no usar los lentes puede ocasionarles ceguera de por vida, de igual forma si no usan sus guantes peligran con ocasionarse daños en la piel, y de esta misma forma con cada uno de los accesorios necesarios para el uso en el manejo de cada formulación para la fabricación de esponja.

Los moldes donde es depositada la formulación química pueden ser cilíndricos, cúbicos, paralelepípedos. Cada forma tiene su uso en la fabricación de camas, por ejemplo los cilíndricos son cortados para formar la bobina que posteriormente se utilizará, en el área de revestido, en la elaboración de los cobertores. Los cuadrados y paralelepípedos para colocarlos en los camastrones o armazones del colchón y de la plataforma.

La sección de molino y compactado es donde se recicla todo aquello que sobra, del corte de la esponja y corte de revestido, en la forma siguiente: primero todo pasa por el molino para hacer que todo esté cortado de un solo tamaño, luego es trasladado al silo para mezclarlo con adhesivo y pasa a la compactadora donde se obtienen bloques, con una mejor densidad y soporte para camas que requieren una alta consistencia en su fabricación.

Figura 4. **Máquina corrugadora de esponja**



Fuente: Camas Olympia, S.A.

1.2. **Historia de la lubricación**

No existe en el mundo máquina alguna que por sencilla que sea no requiera lubricación, ya que con esta se mejora tanto el funcionamiento como la vida útil de los equipos y maquinarias.

Históricamente el primer lubricante fue el sebo. Se utilizaba para engrasar las ruedas de los carros romanos en el año 1 400 a.C. En la actualidad los lubricantes suelen clasificarse de acuerdo con sus necesidades, en grasas y aceites. Estas dos clases de lubricantes aparecieron teniendo en cuenta factores, tales como velocidades de operación, temperaturas, cargas, contaminantes en el medio ambiente, tolerancias entre las piezas a lubricar,

períodos de lubricación y tipos de mecanismos; la grasa generalmente se utiliza en la lubricación de elementos, tales como cojinetes de fricción y antifricción, levas, guías, correderas y piñonería abierta. El aceite, por su parte, tiene sus mayores aplicaciones en la lubricación de compresores, motores de combustión interna, reductores, motoredutoras, transformadoras y sistemas de transferencia de calor, piñonería abierta, cojinetes de fricción y antifricción y como fluidos hidráulicos.

1.2.1. Historia de la elaboración de camas en Guatemala

La industria de camas empezó a desarrollarse en 1940. En esta década prevaleció la fabricación de camas de tipo artesanal y se utilizaban las siguientes materias primas:

- Residuos de trigo (paja)
- Manta
- Hilo plástico

Agujas de mano (capotera)

- Tiza, tijeras y metro

En un inicio se utilizaba el residuo de trigo por ser de bajo costo y se consideraba cómodo para el descanso. El procedimiento de fabricación era completamente manual y consistía en los siguientes pasos:

- Recolectar los restos de trigo, seleccionar el material, limpiarlo y dejarlo secar.

- Hacer la cubierta del colchón en forma de bolsa y llenarla completamente con restos de trigo seco y limpio.
- El material utilizado para la cubierta del colchón era de tejido ordinario (manta), el cual se utilizaba por su resistencia y facilidad para trabajar.
- El colchón se hacía en tamaño imperial y matrimonial.
- Cerrar la bolsa, este procedimiento se hacía completamente manual.

La cama era formada por un colchón y una estructura rígida de madera o metal, diez años después, los productores empezaron a fabricar camas de desperdicio de algodón. El algodón sustituyó al desperdicio de trigo por considerarse más suave y cómodo para el descanso; adicionalmente, las camas se empezaron a producir a un ritmo más acelerado, se utilizaba como apoyo una máquina industrial de pedal. La materia prima y el equipo que se utilizaban eran los siguientes:

- Residuo de algodón
- Lona
- Hilo poliéster
- Máquina industrial mecánica
- Tiza, tijeras y metro

Esta cama desplazó levemente a la tradicional cama de paja. Los colchones de algodón eran más confortables, las materias primas de mejor calidad y el costo más accesible para el consumidor.

1.2.2. El procedimiento de fabricación

- Recolectar el algodón.

- Hacer la bolsa de lona a máquina (procedimiento similar a la producción de camas de paja).
- Cuando el algodón estaba seco y libre de desperdicio, se procedía a llenar la bolsa de lona y cerrar el colchón manualmente.
- La cama consistía en una base de madera desarmable y un colchón.

Hoy en día las camas tienen ciencia en su elaboración para ello Camas Olympia se especializa en su construcción, las fases que cubre son extensas desde la madera, alambre, hilo, esponja que deben utilizar hasta la puntada que debe abrochar cada elemento utilizado en la trayectoria del enguatado de ambos elementos cama y colchón.

1.2.3. Importancia de lubricación

A primera vista parece que el título es muy largo para cubrir su aspecto que todos los automovilistas dominan, además se conoce que los aceites lubricantes son derivados del petróleo y que en los últimos años aparecieron los lubricantes sintéticos, los cuales son más eficientes y duraderos.

Pero si se sigue con atención esta serie de artículos se descubrirá que los aceites y la lubricación son un poco más que eso.

Los objetivos primarios de la lubricación en los motores de combustión son: reducir a un mínimo la fricción, mantener la temperatura de las partes móviles tolerables.

Para lograr los objetivos antes citados se necesita que el lubricante cumpla con una serie de funciones que se conocerán más adelante. En la acción del lubricante ninguna superficie es completamente lisa. Aún las

superficies altamente pulidas cuando son examinadas bajo un microscopio muestran formas de picos y valles. Si una pieza gira dentro de otra, sin lubricación, habrá considerable fricción debido a la tendencia al acoplamiento entre picos y valles. La fricción genera calor y la elevada temperatura reduce las cualidades de resistencia al desgaste, hasta el punto en que se inicia el deterioro de las superficies en contacto. El lubricante que se interpone entre las piezas, figuras, reduce la fricción debido a una película que evita el contacto entre las superficies. La disminución de la fricción permite mayor libertad de movimiento y reduce enormemente la cantidad de calor generado.

Estructura básica de los lubricantes la mayoría de los lubricantes es derivada de hidratos de carbono (hidrocarburos), Hay lubricantes basados en otras químicas, pero en general son para usos muy especializados, donde lubricantes comunes no se pueden usar.

La materia prima para lubricantes puede ser derivada de grasas y aceites animales vegetales o aceites crudos del petróleo, se prepara con unos procesos de refinado. El refinado es una especie de destilación de elementos componentes de la materia prima que son evaporados a distintas temperaturas y condensados en distintos receptáculos. A este lubricante básico se le agregan aditivos antioxidantes y anticorrosivos.

Estos aditivos son absolutamente necesarios en todos los lubricantes base o básicos para brindar resistencia a la corrosión a los metales con los que el lubricante va a estar en contacto y resistencia a la oxidación para el lubricante mismo. La oxidación es muy común entre los aceites, y es fácilmente reconocida, por ejemplo, en la cocina de casa (la manteca y otras cosas que contienen aceite y se ponen rancias. Todos los lubricantes base eventualmente se oxidan y se degradan. Esto es lo que hace que la grasa vieja se oscurezca y

se endurezca. Los aditivos son importantísimos y esenciales para brindar durabilidad y consistencia a los lubricantes.

Una vez que el lubricante base ha sido combinado con los dos aditivos mencionados anteriormente (antióxido y anticorrosión), lo que se hace inmediatamente después de refinarse, se la agrega un segundo paquete de aditivos. Este paquete provee a cada lubricante sus características. Lo que es interesante saber es que la materia prima afecta la calidad final, tanto como cada uno de los aditivos que integran la mezcla. Una materia prima de baja calidad va a pasar los requerimientos legales para la venta, pero se va a degradar mucho más rápido que un lubricante hecho con los mismos aditivos, pero con una mejor materia prima. A su vez, una buena materia prima combinada con aditivos de baja calidad va a producir un lubricante que no posee todo su potencial.

Debido a las presiones extremas que se desarrollan en engranajes y rodamientos, y la incapacidad de los lubricantes convencionales de petróleo para lubricar adecuadamente estas partes, es necesario fortificar los aceites y las grasas con diversos componentes que aumenten la capacidad de carga de los lubricantes. La mayoría de las compañías usan químicos para lograr esto. A pesar de que estos químicos aumentan temporalmente la resistencia a la carga, pueden convertirse en abrasivos que contrarrestan la capacidad deslizante del lubricante en sí. Cuando estos químicos entran en contacto con el agua y el calor, forman ácidos que atacan las partes móviles y sus bases de petróleo bases sintéticas y sólidos. Estos ácidos llegan a ser tan fuertes que pueden producir corrosión y desgaste a menos que el lubricante sea cambiado con frecuencia. La fricción causa que los lubricantes se deterioren.

Sea el tipo de lubricante que sea, siempre se empieza con la base. La base es la literatura sobre la importancia de la lubricación es muy extensa y un tratamiento metálico del tema va más allá del alcance de cualquier libro. Pero *spotts* explica que su importancia es extrema, ya que sin ella no se podría reducir la fricción en todo elemento o mecanismo que se desplaza por cojinetes y superficies de deslizamiento y disminuir así el desgaste, calor y la posibilidad de trabazón entre las partes. Aunque una capa de aceite eliminará la fricción excesiva en el contacto de metal con metal, es importante mencionar que la fricción que se produce por el aceite es necesario tomarla en cuenta, ya que para cada mecanismo o parte móvil, las Normas ISO tienen una nomenclatura dada en determinar dependiendo de los metales y medio en que opera la viscosidad necesaria para evitar que el lubricante sea factor en el desgaste del elemento o máquina. El estudio de la lubricación y el diseño de cojinetes y engranajes tienen que ver, por tanto, con fenómenos relacionados principalmente con la película de aceite entre las partes móviles.

Los lubricantes son tan importantes en el desempeño de las máquinas ya que de ellos depende en gran manera la vida útil de cada parte que la compone, es por ello que los lubricantes se seleccionan de acuerdo a la situación o el ambiente en el que todos los elementos son expuestos y el trabajo que ejecutan dependiendo de las horas de trabajo efectivas, debido a ello un lubricante bien seleccionado no solo garantiza que la máquina no sufrirá daño alguno en su desempeño, sino que también la producción no será detenida por calentamiento de la máquina, solo en mantenimiento programado, algo muy importante en esto es que el beneficio no es solo para la máquina, y para todos los que intervienen en la conducción de la misma.

1.2.4. Habilidad de proteger y lubricar

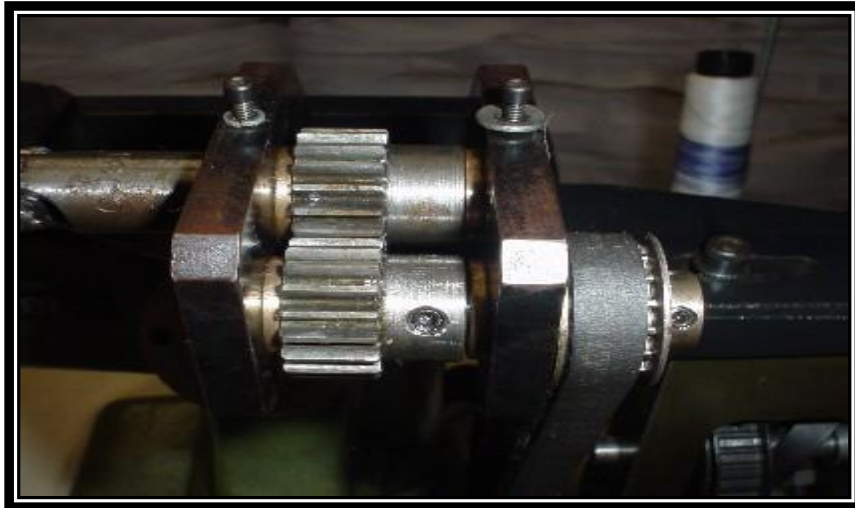
Algunos lubricantes derivan su capacidad de manejo de carga y capacidad deslizando de metálicos autolubricantes, que son química y térmicamente estables. Estos fortificadores metálicos o sólidos metálicos autolubricantes, están divididos en partículas micrónicas y submicrónicas, para luego ser científicamente suspendidas o mezcladas en aceites y grasas. Debido a que los aceites sintéticos o los hidroprocesados tienen una vida útil mayor, y gracias a la estabilidad de los sólidos metálicos, estos tipos de lubricantes no necesitan ser cambiados tan frecuentemente como los convencionales.

Uno de los sólidos metálicos más importantes contenido en estos lubricantes es el disulfuro de molibdeno (o MOLY) de la fórmula química es: MoS_2 , El Comité Nacional de Consejeros de Aeronáutica (USA) descubrió que el disulfuro de molibdeno, en su búsqueda de lubricantes para ser usados en aviación, plataformas de lanzamiento de cohetes y otras aplicaciones de alta temperatura y alta carga, tenía uno de los más altos niveles de lubricidad que cualquier otra sustancia descubierta hasta la fecha. Hace rodar la carga como si fuera un rodamiento.

Cuando una película completa de MoS_2 se forma en una superficie, puede soportar cargas de hasta 500,000 PSI (libras por pulgada cuadrada). Su punto de goteo es de 1 185 °C (2 165 °F) y solamente es soluble en ácido sulfúrico, agua regia, y ácido clorhídrico. Estos factores hacen del disulfuro de molibdeno uno de los más eficientes lubricantes que se conocen....pero debe ser transportado a las superficies a ser lubricadas, por algún medio líquido (aceite básico) o pastoso (grasa).

1.2.5. Lubricantes para engranajes

Figura 5. Relación engranajes cilíndricos rectos



Fuente: Camas Olympia, S.A.

Para conocer los tipos de lubricantes para engranajes es necesario entender y estudiar los tipos de engranajes, ya que de esto depende su uso ya sea por, la carga que se maneje o el ambiente en el que se trabaje. Es importante mencionar que estos se utilizan ampliamente en mecanismos y máquinas desde un abrelatas hasta barcos portaaviones. Siempre que es necesario un cambio en la velocidad o en el torque de un dispositivo rotatorio generalmente siempre se usará un engranaje, o bien uno de sus primos la transmisión de banda o la de cadena.

Ley fundamental del engranaje expresa que la relación de velocidad angular entre los elementos de transmisión de engranes debe permanecer constante en toda la conexión, o sea que la normal común a los perfiles de los dientes en todos los puntos de contacto dentro del engranado, deben pasar

siempre en un punto fijo de la línea de centros, llamado punto de paso. El perfil de involuta para dientes de engrane, es una curva como la que se genera al enrollar un cordel en un cilindro. Ángulo de presión, es el que se encuentra entre el eje de transmisión (normal común) y la dirección de la velocidad en el punto de contacto (punto de paso), juego se define como la holgura entre dientes engranantes medida sobre la circunferencia del círculo de paso.

Estructuración del engranaje y su terminología estándar, el círculo de paso (o primitivo) y el círculo base, la altura total de un diente es la suma de las distancias radiales llamadas adendo, y círculo de paso nominal, siendo este ligeramente mayor y quedando por dentro de la circunferencia de paso, además es el que proporciona la holgura o claro que es la separación entre el tope de un diente y el fondo del espacio entre dientes del engrane conectado.

La altura de trabajo de un diente es su altura menos la holgura. El grosor de diente es su extensión medida sobre el círculo de paso, y el ancho de espacio es la separación de dientes contiguos, medida también en el círculo de paso, es ligeramente mayor que el grosor, y la diferencia respecto a este da el juego. Ancho de cara se mide a lo largo del eje del engranaje. El paso circular es la longitud de arco en circunferencia de paso que va desde un punto dado en un diente, hasta en el punto análogo en el diente contiguo. Se debe mencionar además que los engranajes son fabricados y manufacturados por las Normas AGMA ha establecido una gama de valores de calidad y tolerancia que van de la mínima a la más alta presión, desde luego el costo de los engranajes va de acuerdo a la calidad que se requiera en su fabricación.

Engranajes rectos son los de contorno cilíndrico en el que los dientes son paralelos al eje de simetría del engrane. Es la rueda dentada más simple y de

menor costo de fabricación. Solo pueden conectarse si solo sus ejes son paralelos al movimiento.

Engranajes helicoidales, en estas ruedas cilíndricas la configuración de sus dientes es en forma de hélice con un ángulo de orientación, su conexión puede darse paralelamente, cruzados o a un ángulo de 90° , los ángulos de hélice se pueden diseñar de modo que permitan un cierto ángulo de desvío entre los ejes de rotación no intersectantes, estos son de manufactura costosa. Estos engranajes ofrecen ventajas como menos ruido, debido al contacto suave y gradual entre las superficies anguladas de los dientes cuando estos entran en contacto. En los engranajes rectos, los dientes entran de inmediato en contacto sobre todo el ancho de la cara, el impacto de diente contra diente produce una vibración particular que se oye como el gemido característico de los engranajes rectos en operación, el cual no se percibe en los engranajes helicoidales cuando trabajan. De igual modo, para los mismos diámetros de engrane y paso diametral, un engranaje helicoidal es más resistente debido a la forma ligeramente más gruesa del diente, en un plano perpendicular al eje de rotación.

Engranajes bihelicoidales (o espinales) se constituyen, en principio, al unir cara a cara, o adorsar dos engranes helicoidales de idéntico paso diametral, o diámetro pero con orientaciones distintas, montadas sobre el mismo eje o árbol. Los dos conjuntos de dientes en esquina, suelen formarse en la misma pieza base engrane. La configuración de dientes angulados en un mismo sentido, en forma de espina de arranque (en inglés, *herringbone*) es la que da su otro nombre a estos engranes espinales, llamados también de diente en V. Su conveniencia con respecto a los helicoidales simples, es la cancelación internas del empuje axial, que se manifiesta en engranes de este último tipo, pues en cada mitad helicoidal, de una rueda dentada espinal, se presenta una carga axial opuesta a la de la otra, de modo que no se necesitan cojinetes contra el

empuje axial sino solo de soporte transversal para el eje. Este tipo de engrane es mucho más costoso que uno helicoidal, y tiende a ser utilizado en aplicaciones de gran potencia de transmisión, como en la impulsión de barcos, en donde las perdidas por fricción derivadas de cargas axiales, resultarían prohibitivas.

Engranajes cónicos rectos, un engranaje cónico provisto de dientes con bordes rectilíneos que apunten hacia la misma posición en su eje a este se le determina engranaje cónico recto. Pero si los dientes no son rectos, sino que son curvos, y siguen una configuración de espiral en la superficie cónica se determina un engranaje cónico de espiral o análogo helicoidal, en ambos tipos de ruedas dentadas los ejes de los conos deben cortarse y sus vértices coincidir. Los engranajes cónicos tanto rectos como de espiral, tienen el mismo principio que los engranajes cilíndricos rectos y de espiral, ya que los cilíndricos se basan en cilindros rodantes conectados y los cónicos rodantes conectados.

Las ventajas y desventajas de los engranes cónicos rectos y de espiral son los mismo que de los engranes rectos cilíndricos y espiral, en lo que respecta a resistencia, silenciosidad y costo.

El perfil de los dientes de los engranes cónicos no es de involuta, sino que está basado en curva llamada octoidal deben ser adquiridos o reemplazados en pares, pues no son universalmente intercambiables, y sus distancias interdentales deben de ser mantenidas con exactitud.

Engranajes hipoidales son aquellos que permiten una conexión de ejes no paralelos. Sus engranes están basados en superficies denominadas hiperboloide de revolución, (el término hipoide es una contracción del término hiperboloide.), son parecidos a los cónicos, pero como ya se explicó

anteriormente su conexión es en ejes no paralelos. Su aplicación por ejemplo se da en la impulsión final de un automóvil con motor al frente y tracción en ruedas traseras, con el fin de hacer descender el eje geométrico del árbol del motor por debajo del centro del eje trasero y reducir así la giba y joroba causado por tal árbol en la localización del asiento posterior.

Engranés no circulares, estos se basan en los centroides o (líneas centrodicadas) de un eslabonamiento o de cuatro barras de doble manivela Grashof. Los centroides son los lugares geométricos instantáneos del eslabonamiento. Esto es muy importante tener en cuenta que las revoluciones en este caso no son constantes, esto indica que si desea mantener tal relación no es conveniente.

Ahora que se tienen nociones más amplias de algunos engranajes se puede introducir de una mejor manera a los lubricantes para cada uno de ellos.

Los lubricantes proveen todo lo necesario para conseguir mantener las características de los engranajes, esto basado en sus ventajas y desventajas dependiendo del tipo del engranaje que se requiera cuidar.

Los engranajes son dispositivos mecánicos que permiten la transmisión de fuerza (potencia) y movimiento rotativo, generalmente, para convertirlo en trabajo. Existen en una gran diversidad de formas, materiales y tamaños, ya que son muy específicos a cada aplicación. A su vez, las velocidades, las cargas y la temperatura de trabajo también determinarán las características de los engranajes a utilizar en cada máquina o sección de ella. Según lo anterior y dada la enorme variedad de elementos y situaciones con engranajes, la lubricación de estas piezas mecánicas deberá adecuarse individualmente según cada caso, a fin de obtener las mejores condiciones de operación.

La lubricación de los engranajes puede llevarse a cabo mediante varios sistemas: lubricación a presión por circulación centralizada, por baño o salpique, por goteo y manual. En los dos primeros el aceite circula o está confinado en un cárter y su uso es continuo y prolongado. En tanto que la lubricación manual y la lubricación por goteo, sugieren una pérdida total del lubricante, una vez aplicado.

Los factores más importantes que deben ser considerados en la selección de aceites lubricantes para engranajes son: velocidad, carga, temperatura de operación, material de los componentes, forma o tipo del engranaje ambiente de trabajo, sistema de aplicación, cada uno de los factores enunciados propone un producto lubricante específico de allí, que siempre deben ser considerados en su conjunto. Para la selección final del lubricante se debe optar por aquellos factores que se identifiquen como características críticas de la aplicación.

Los fabricantes de equipos, generalmente incluyen en los manuales de operación o de mantenimiento, sus indicaciones sugerencias o referencias, acerca del tipo de lubricante a emplear. En ocasiones hasta señalan la marca y el nombre comercial del producto.

Muchos equipos se lubrican con varios tipos de aceites dado que áreas específicas de ellos o secciones, requieren lubricantes con propiedades diferentes, en virtud del material o diseño de los engranajes, entre otros.

Es necesario subrayar la importancia de seleccionar un producto de calidad con las propiedades adecuadas y ajustadas a la aplicación. Los engranajes requieren de la presencia de una resistente película de lubricante entre sus dientes, cuyo grosor permita una óptima operación, reduciendo la fricción y evitando soldaduras entre los elementos constituyentes. En virtud de

lo anterior, la escogencia de la viscosidad correcta es fundamental para una mayor vida de los engranajes. En este punto, podemos indicar una especie de regla: la viscosidad de un aceite lubricante para engranaje es directamente proporcional a la carga que deba soportar e inversa a la velocidad de trabajo.

En sistemas cerrados, o en aquellos donde el aceite sea recirculado, seguramente se desea también otras propiedades complementarias que podrán ser alcanzados a través del paquete de aditivo contenido en el lubricante apropiado. Por ejemplo: antioxidantes, anticorrosivos/antiherrumbrantes, extrema presión, demulsificantes, antidesgaste son algunos de los aditivos contenidos en los aceites y grasas lubricantes para engranajes.

La escogencia entre productos con bases minerales o sintéticas, dependen de los períodos de cambio, la temperatura de operación, del grado de contaminación del ambiente, entre otros. Pero hay que tomar muy en cuenta que a pesar de ser más costosos, los aceites sintéticos tienen un rendimiento mucho mayor, dado su resistencia a la oxidación y temperatura.

Se recuerdan las características de los engranajes, aplicación y el lubricante recomendado para que su funcionamiento sea aceptable dentro de los rangos que especifica la lubricación se tiene lo siguiente:

- Cilíndricos de dientes rectos: es el tipo de engranaje más común. Se utilizan generalmente en aplicaciones a bajas y medianas velocidades. Pueden lubricarse con aceites minerales puros del tipo R&O o de turbinas (cuando se tengan altas velocidades).
- Cilíndricos de dientes helicoidales: tienen un dentado oblicuo con relación al eje de rotación. Suelen colocarse paralelos o cruzados a 90 grados y en

cuanto a la transmisión de movimiento, son más eficientes que los de dientes rectos, por mantener tanto la potencia como la velocidad. Son duraderos y silenciosos, pero más costosos. El ángulo de los dientes o ángulo beta dependerá de la velocidad, en caso de ser lenta, se encuentran los dientes entre 5 y 10 grados, en tanto que a altas velocidades se encontrarán alrededor de los 30 grados. Para lubricarlos se utilizan aceites hidráulicos con propiedades antidesgaste y, dependiendo otros factores como carga, choque, entre otros, aceites con aditivos cloro-fosforados para extrema presión o EP.

- Helicoidales dobles (engranajes de espina): este tipo de engranajes se utilizan para eliminar el empuje axial que tienen los engranajes helicoidales simples y sus dientes forman una especie de V. Su creación es atribuida al francés André Citroën, fabricante de automóviles.
- Cónicos de dientes rectos: estos engranajes son utilizados en acoples cuyos ejes se cortan en el mismo plano, en ángulo de 90 grados; así como también en transmisiones lentas. En su lubricación, también se requieren aceites con aditivos cloro-fosforados o de extrema presión.
- Cónicos de dientes helicoidales: el diseño de este tipo de engranajes permite la transmisión de movimiento de forma más silenciosa que los engranajes cónicos de dientes rectos. Se utilizan en aplicaciones donde se requieren reducciones de velocidad, con ejes que corten o en 90 grados. También se lubrican con los mismos productos que los rectos, habida cuenta de las cargas y choques presentes.
- Cónicos hipoidales, los engranajes cónicos helicoidales (espiral): están conformados por un piñón reductor de pocos dientes y una rueda de

muchos dientes. Una aplicación típica la constituyen las transmisiones automotrices. Este diseño permite un mayor contacto entre los dientes del piñón y la corona. El material y las condiciones de cargas determinarán el lubricante a emplear, generalmente se requieren aceites con aditivos EP.

- Coronas y tornillos sin fin: la interacción de estos elementos mecánicos permite la transmisión de grandes cantidades de fuerza y potencia, generalmente, entre ejes perpendiculares que se cortan a 90 grados. Consiste en una rueda dentada, tallada helicoidalmente que se puede acoplar a un piñón o corona. Son eficaces como reductores de velocidad. En muchas aplicaciones la corona está elaborada de bronce, en tanto que el tornillo sin fin, de acero templado (esto permite la reducción del rozamiento). Dada la posibilidad de momentos de tensión altas, en su lubricación se utilizan aceites compuestos, tales como los requeridos para cilindros de vapor. La presencia de metales amarillos (bronce), impide la recomendación de productos con aditivos EP. En aquellas aplicaciones de trabajo pesado y con temperaturas elevadas, es conveniente la utilización de aceites sintéticos.

Descripción lubricantes para engranajes de grandes fabricantes conocidos mundialmente entre estos.

Castrol Op. BM es un aceite para engranajes libre de sólidos para presiones extremadamente altas, contiene una combinación de aditivos desarrollada recientemente, diseñada para reducir el desgaste superficial provocado por la fatiga, *pitting*, *spalling*, *scuffing*, *scoring* y otras irregularidades ocurridas durante la operación, dónde los aceites de engranajes con aditivos EP convencionales o sólidos metálicos fallan.

Microflux trans (TRANS=triple acción no lastima la superficie) mejora la superficie de fricción hasta un nivel imposible de lograr con un proceso de mecanizado normal, o con lubricantes convencionales EP. Mediante un proceso tropológico los aditivos polarizados microflux crean instantáneamente una película estable en las superficies de fricción, antes de que la fricción ocurra. A un nivel de carga determinado, los aditivos liberan sus componentes formando una resistente capa protectora en la superficie de fricción. Bajo cargas severas los componentes de la combinación de aditivos.

Microflux trans son activados y esparcidos en la superficie de trabajo inician un mejoramiento de las características de fricción a través de una deformación plástica. Los productos de la reacción orgánica se transforman en componentes del sistema de tribopolímeros. A diferencia de los lubricantes convencionales, los tribopolímeros formados por Microflux trans son compuestos de cadena larga con excelente lubricidad y adherencia. El área que soporta la carga es mejorada, y una lubricación hidrodinámica es más fácil de mantener.

Esta única reacción física química es ingeniería de superficie optimol y logra un microalistamiento de la superficie de fricción sin sacrificio de materia. La tecnología del aditivo Microflux trans provee una óptima protección al desgaste y un extremadamente bajo coeficiente de fricción, incluso en condiciones de extrema presión, vibraciones, cargas de choque, a velocidades altas y bajas o en condiciones de operación variables.

Se pueden describir algunas de las ventajas de este lubricante según el fabricante.

- Cortos períodos de rodaje, permite el rodaje de las superficies bajo un régimen de plena carga.
- Sobresaliente capacidad de carga.
- Óptima protección al desgaste en un alto rango de cargas.
- Excelentes propiedades antidesgaste.
- Suavizado del *pitting* existente.
- Mejoramiento de la superficie a un nivel no posible de lograr hasta ahora.
- Aumento de la superficie de contacto real y la capacidad de carga de (60 –80 % luego del rodaje inicial).
- Reducción del nivel de ruido.
- Período de cambio de lubricante extremadamente alto.
- Baja tendencia a espumar.
- El extremadamente bajo coeficiente de fricción se traduce en un ahorro de energía.
- Compatible con metales no ferrosos.
- Compatible con pinturas y sellos convencionales.
- Excede la especificación AGMA 250.04 para aceites de engranaje EP.

Su uso se da en todos los tipos de engranajes industriales, especialmente los operando bajo cargas extremadamente altas, incluso en dónde los aceites convencionales EP fallan:

- Engranajes expuestos a alta fricción deslizante y presión superficial hertz sobre los 2 000 N/mm². (ascensores, molinos, extrusoras, equipos de vibración, chancadores, harneros).
- Cajas de engranajes altamente cargadas y con nivel térmico alto (mejoramiento de la eficiencia).
- Excéntricas, engranajes planetarios.

- Engranajes.

En todos los tipos de rodamientos, especialmente para rodamientos de bolas, rodillos, axiales.

Para acoplamientos de engranajes sellados.

1.2.6. Lubricantes para cojinetes

Para que un rodamiento funcione a pleno rendimiento, debe estar lubricado adecuadamente y protegido contra la corrosión y la entrada de contaminantes.

Figura 6. **Rodamiento o cojinete cónico**



Fuente: Rodamiento o cojinete cojinete cónico.[https://www -si-rifa.com](https://www-si-rifa.com). Consulta: 20 de febrero de 2018.

Cuando un elemento de máquina está soportado por un segundo elemento, y hay un movimiento relativo entre ellos, de tal forma que las superficies en contacto deslizan una sobre la otra, el conjunto constituye un cojinete. Pero comúnmente se ha dado en llamar cojinete al elemento que soporta o sobre el cual se mueve el otro elemento, el cual puede ser un gorrón, un collar de empuje, zapatas.

Los cojinetes se clasifican por lo general según el tipo de rozamiento que experimentan y por el tipo de carga que soportan.

Según el tipo de rozamiento se distinguen los cojinetes de fricción o de deslizamiento, y los cojinetes de antifricción o de rodadura. Entre los primeros se cuentan los cojinetes de casquillo completo o buje y los de casquillo partido. Entre los segundos los de bolas o rodillos.

Según la carga que soportan se tiene: cojinetes radiales, que soportan cargas radiales transmitidas por ejes horizontales rotantes o gorriones, cojinetes axiales o de empuje, que soportan cargas axiales transmitidas por ejes verticales rotantes o pivotes, cojinetes de guías, que soportan cargas de distintos tipos, guiando los elementos móviles con trayectoria rectilínea, como son los patines de deslizamiento y colizas.

1.2.7. Lubricantes para cajas reductoras

Los lubricantes más adecuados a utilizar en cajas reductoras de velocidad y como punto de partida ideal son las especificaciones y las indicaciones del fabricante.

Figura 7. **Motoreductor carro de perímetro de colchón**



Fuente: Camas Olympia, S.A.

Se denomina caja reductora a un mecanismo que consiste generalmente, en un grupo de engranajes, con el que se consigue mantener la velocidad de salida en un régimen cercano al ideal para el funcionamiento del generador.

Usualmente una caja reductora cuenta con un tornillo sin fin, el cual reduce en gran cantidad la velocidad.

Los lubricantes para cajas reductoras en su mayoría contienen aditivos de azufre-fósforo, estos crean una película de sacrificio para proteger los dientes de los engranajes. Dicha película se forma cuando el aditivo se descompone y reacciona químicamente con la superficie de hierro. Bajo condiciones de elevada carga de trabajo, cuando la capa de aceite es penetrada, la película de azufre-fósforo proporciona una capa de protección contra el contacto directo entre los metales. No obstante, en dicho proceso la película protectora puede gastarse, de ahí el nombre de película de sacrificio. Cuando la película del aditivo se gasta, se lleva consigo algunas de las partículas de hierro o bronce adheridas a la misma, lo que impide que pueda volverse a adherir a la superficie de los engranajes como capa protectora. Esto significa que la combinación de aditivos de azufre-fósforo disueltos en el aceite, al cabo del tiempo, pierde su efecto, especialmente en condiciones de trabajo pesado.

Hoy día para mejorar la lubricación en cajas reductoras se usa un aditivo llamado borato de cinc, tiene forma de diminutas esferas que son atraídas eléctricamente por la superficie metálica de los engranajes, formando una película protectora que constantemente es renovada, incluso en condiciones de trabajo pesado. Debido a que la capa de borato es resistente y relativamente gruesa, impide la formación de herrumbre en la superficie de los engranajes. De hecho, la capa de borato es cuatro veces más gruesa que la película de azufre-fósforo. La dureza y la baja fricción que ofrece la capa de

borato hacen que se produzcan muy pocas fallas en la película protectora. Gracias a la durabilidad de la película de borato, las partículas de dicho aditivo dispersas en el lubricante para engranajes se desgastan a un ritmo mucho menor que las de los aditivos a base de azufre-fósforo, lo que aumenta la vida útil del lubricante, Además de un desgaste más lento del lubricante.

Un ejemplo de lubricante para cajas reductoras de velocidad es el aceite Shell Omala HD para reductores que operan en condiciones severas y para sistemas que requieren una lubricación permanente.

1.2.8. Lubricantes para chumaceras

En la selección de estos lubricantes es importante tomar en cuenta ciertos factores que son: pérdidas por juntas, velocidad de trabajo, cargas o vibraciones, temperatura de trabajo y por su ambiente de desempeño, aceite o grasa.

Figura 8. Relación por faja compuesta espumadora



Fuente: Camas Olympia, S.A.

Al considerar el interés que ha despertado en la actualidad, el empleo de grasa lubricantes en las chumaceras ubicadas en ejes de alto desempeño, este

trabajo recoge los resultados del comportamiento friccional de este par lubricado con el aceite A y la grasa.

Lisan 3M realiza un análisis experimental de la influencia de la presión nominal de contacto y la velocidad de deslizamiento sobre el coeficiente de fricción para uno y otro tipo de lubricante.

Los menores valores del coeficiente de fricción se obtienen cuando se lubrica con la grasa Lisan 3M, con lo que se logra una disminución del consumo energético del par, mejores condiciones de limpieza, menor consumo de lubricante y una mayor durabilidad de la unión tribológica.

Entre los lubricantes de chumaceras también se tiene:

El aceite Guijo.

La grasa tipo Esso Gear Cover 40 (1) registró una reducción del consumo de lubricante en un 60 %, así como una disminución del coeficiente de fricción. Este lubricante es de base litio de alta viscosidad con aditivos de extrema presión y combinación de grafito y disulfuro de molibdeno.

Estudios realizados por Lima, D. (2) muestran la efectividad del empleo de lubricantes semisólidos en las chumaceras y engranajes abiertos de la industria azucarera.

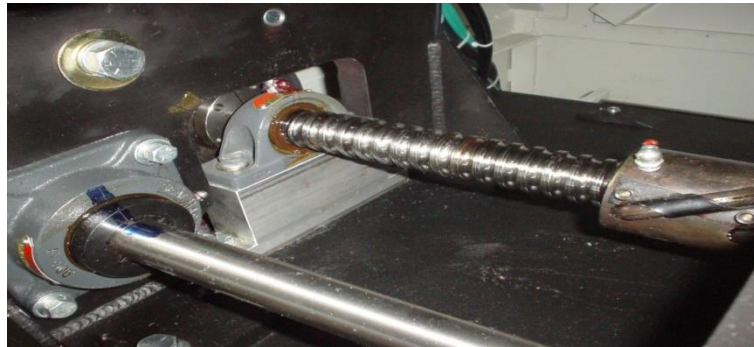
Del mismo modo estudios realizados (3) dan claridad en los beneficios de la utilización de diferentes tipos de grasas cubanas en la lubricación de las chumaceras se tiene (disminución de las pérdidas por fricción, incremento de la durabilidad y disminución del consumo de lubricante en un 40 - 60 %).

El lubricante Unilub BG de la firma Castrol ha sido diseñado para lubricar los sistemas de chumaceras, coronas y engranajes abiertos que trabajan a bajas velocidades y altas cargas. Este lubricante contiene aditivos sólidos (MoS₂) y de extrema presión, mezclados en un aceite básico viscoso. El objetivo de este trabajo es evaluar el comportamiento friccional de las chumaceras al ser lubricadas con la grasa Lisan 3M.

1.2.9. Lubricantes para tornillos de potencia

Es importante entender que la eficiencia mecánica de un tornillo de potencia se define igual que otros sistemas donde hay pérdidas debido a la fuerza de fricción, que es donde entra a aliviar dicha pérdida o hacerla más pequeña.

Figura 9. **Eje guía y tornillo de potencia carro Gribetz**



Fuente: Camas Olympia. S.A.

Shell Casida Fluid W G 220, 320, 460, 680 son fluidos antidesgaste de muy altas prestaciones destinados a la lubricación de reductores de tornillo sin fin y otros sistemas de engranajes cerrados muy cargados.

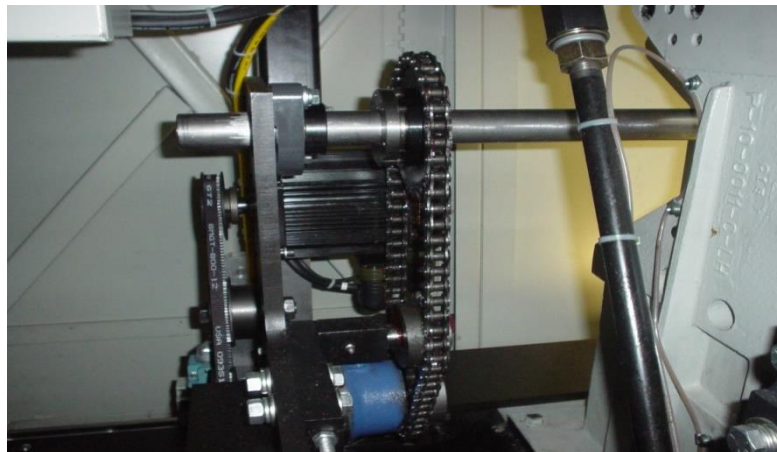
API-GL1 usado para transmisiones de ejes con engranaje helicoidal, y tornillo sin fin y en determinadas transmisiones manuales. Pueden contener aditivos: antioxidantes, antiherrumbre, antiespuma y agentes que rebajen el punto de solidificación.

API- GL2 usado para transmisiones con tornillo sin fin en las que un aceite GL-1 no es suficiente.

1.2.10. Lubricantes para cadenas y *sprocket*

A continuación se describen los lubricantes para cadenas y *sproket* y su utilización.

Figura 10. Cadena *sprokets* eje cabezal agujas Gribetz



Fuente: Camas Olympia, S.A.

El sistema de lubricación por niebla de aceite tiene aproximadamente 65 años de existencia y ha surgido en medio de una gran receptibilidad en todos los sectores industriales tales como el petroquímico, las textileras, las siderúrgicas,

automotriz, entre otros, que poseen equipos con gran número de elementos a lubricar.

Este sistema centralizado de lubricación reduce las fallas en los rodamientos, entre un (80 y 90 %) y el consumo de lubricantes baja hasta la mitad o sea un 50 %, comparado con los sistemas convencionales.

- Aplicaciones: la industria del automóvil utiliza tanto cadenas de arrastre como cadenas transportadoras en líneas de pintura, hornos, línea de chapa, montaje, sistemas de transporte, etc. La industria alimentaria utiliza cadenas para sistemas de esterilización, mataderos, hornos, transportadores de botellas y envasadoras, entre otros. Las cadenas se usan en multitud de industrias.
- Principio: se puede aplicar el aceite directamente al exterior (sistemas UC), inyectar la grasa dentro de los rodillos de los transportadores con la ayuda de un sistema de transporte (sistema GVP) o con un rociado de aerosol directamente a los puntos de lubricación (Vectolub). Opcionalmente se puede elegir un sistema de control para monitorizar la cantidad exacta de lubricante, incluso cuando la cadena está en pleno movimiento
- Sistemas UC: una bomba electromagnética de pistón alimenta las toberas de aceleración con aceite, que reparten cantidades exactas (20, 40 o 60 mm³) directamente en el punto de lubricación.
- Sistemas GVP: un detector de proximidad detecta el paso de la cadena y acciona una cabeza de inyección alimentada desde una bomba que

lubrica dentro del punto de engrase del rodillo del carro transportador (0,35 a 1 cm³).

- Vecto-lub: el lubricante suministrado por un microbomba se mezcla con una corriente de aire a presión en la tobera de proyección. Esto produce micro partículas de aceite que son transportadas por la corriente de aceite al punto de fricción, sin la formación de niebla, sus ventajas son:
 - Lubricación automática completa de la cadena sin interrupciones.
 - Cantidades medidas de lubricante.
 - Estudios personalizados de procesos de lubricación.
 - Lubricación precisa y ecológica.
 - Cantidad de aire-aceite (CFM) necesarios para lubricar.

La lubricación de transmisión de cadena *sprocket* debe efectuarse con el fin de minimizar, el contacto metal con metal tanto entre *sproket* y cadena como de los elementos de la cadena. Si la lubricación se suministrada en cantidad suficiente, esta actúa también como refrigerante y como amortiguador de choques de velocidades elevadas. Los efectos anteriores son razones más que suficiente para que las recomendaciones de lubricación sean atendidas.

La información suministrada en cuanto a los regímenes de potencia y velocidad que una transmisión puede manejar se cumplen, siempre y cuando el tipo de lubricación indicado en estas sea tenido en cuenta.

La transmisión debe protegerse contra la mugre y la humedad y el aceite debe mantenerse exento o libre de contaminantes. El aceite a usar debe ser derivado del petróleo y no contener detergentes y con el grado adecuado de viscosidad, según la temperatura. El uso de grasas, lubricantes más viscosos

no cumplen la función debido a que son muy gruesos como para poder entrar a los intersticios.

Existen tres tipos básicos de lubricación para la transmisión de cadena; el tipo recomendado es el que satisface los requerimientos mínimos para el funcionamiento adecuado de ésta, dentro de las condiciones de potencia, velocidad y vida útil esperada. A manera de ejemplo, cuando la lubricación pedida es la tipo B, la lubricación tipo C perfectamente puede ser utilizada generando incluso condiciones que pueden alargar la vida de la transmisión, pero la tipo A definitivamente hará que la transmisión no opere adecuadamente y que su deterioro sea acelerado.

Algunos lubricantes de cadenas y *sprockets*:

La marca puede variar lo que debe considerarse es el grado iso y que no sea del tipo grasa, esto para evitar la contaminación y por ende el deterioro prematuro de los componentes de la cadena

Una opción de lubricante para cadenas es la marca 601 Chesterton es un lubricante liviano cuyas características son las ideales en su caso, compuesto de aditivos para extremas presiones, detergentes, antioxidantes e inhibidores de la corrosión.

Aceites para cadenas LHMT 68 está especialmente desarrollado para temperaturas medias y entornos cargados de polvo, como en las industrias del cemento y puede darse en manipulación de materiales, donde se requiere una alta penetración y una ligera película de aceite

2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Lubricantes minerales y sintéticos

Lubricantes minerales son los más usados y baratos de las bases parafínicas. Se obtiene tras la destilación del barril de crudo después del gasóleo y antes que el alquitrán, comprendiendo un 50 % del total del barril, este hecho, así como su precio hacen que sea el más utilizado.

Existen dos tipos de lubricantes minerales clasificados por la industria, grupo 1 y 2 atendiendo a razones de calidad y pureza predominando el grupo 1. Es una base de bajo índice de viscosidad natural (SAE 15) por lo que necesita de gran cantidad de aditivaje para ofrecer unas buenas condiciones de lubricación. El origen del lubricante mineral por lo tanto es orgánico, puesto que proviene del petróleo.

Los lubricantes minerales obtenidos por destilación del petróleo son fuertemente aditivados para:

- Soportar diversas condiciones de trabajo
- Lubricar a altas temperaturas
- Permanecer estable en un amplio rango de temperatura
- Tener la capacidad de mezclarse adecuadamente con el refrigerante (visibilidad)
- Tener un índice de viscosidad alto.
- Tener higroscopicidad definida como la capacidad de retener humedad.

Aceites sintéticos son de base artificial y por lo tanto del orden de 3 a 5 veces más costosa de producir que la base mineral. Se fabrica en laboratorio y puede o no provenir del petróleo. Poseen unas excelentes propiedades de estabilidad térmica y resistencia a la oxidación, así como un elevado índice de viscosidad natural (SAE 30). Poseen un coeficiente de tracción muy bajo, con lo cual se obtiene una buena reducción en el consumo de energía.

Existen varios tipos de lubricantes sintéticos:

- Hidrocrack. es una base sintética de procedencia orgánica que se obtiene de la hidrogenización de la base mineral mediante el proceso de hidrocracking. Es el lubricante sintético más utilizado por las compañías petroleras debido a su bajo costo en referencia a otras bases sintéticas y a su excedente de base mineral procedente de la destilación del crudo para la obtención de combustibles fósiles.
- PAO. es una base sintética de procedencia orgánica pero más elaborada que el hidrocrack, que añade un compuesto químico a nivel molecular denominado polialfa olefinas que le confieren una elevada resistencia a la temperatura y muy poca volatilidad (evaporación).
- PIB. es una base sintética creada para la eliminación de humo en el lubricante por mezcla en motores de 2 tiempos. Se denomina polisobutileno.
- Ester: es una base sintética que no deriva del petróleo sino de la reacción de un ácido graso con un alcohol. Es la base sintética más costosa de elaborar porque en su fabricación por corte natural se rechazan 2 de cada 5 producciones. Se usa principalmente en

aeronáutica donde sus propiedades de resistencia a la temperatura extrema que comprenden desde -68 °C a +325 °C y la polaridad que permite al lubricante adherirse a las partes metálicas debido a que en su generación adquiere carga electromagnética, hacen de esta base la reina de las bases en cuanto a lubricantes líquidos. El ester es comúnmente empleado en lubricantes de automoción en competición.

2.1.1. Aditivos de los lubricantes

La base de un lubricante por sí sola no ofrece toda la protección que necesita un motor o componente industrial, por lo que en la fabricación del lubricante se añade un compuesto determinado de aditivos atendiendo a las necesidades del fabricante del motor (homologación o nivel autorizado) o al uso al que va a ser destinado el lubricante en cuestión.

Los aditivos usados en el lubricante son:

- Antioxidantes: retrasan el envejecimiento prematuro del lubricante.
- Antidesgaste extrema presión (EP): forman una fina película en las paredes a lubricar. Se emplean mucho en lubricación por barboteo (cajas de cambio y diferenciales)
- Antiespumantes: evitan la oxigenación del lubricante por cavitación reduciendo la tensión superficial y así impiden la formación de burbujas que llevarían aire al circuito de lubricación.
- Anti herrumbre: evita la formación de óxido en las paredes metálicas internas del motor y la condensación de vapor de agua.

- Detergentes: son los encargados de arrancar los depósitos de suciedad fruto de la combustión.
- Dispersantes: son los encargados de transportar la suciedad arrancada por los aditivos detergentes hasta el filtro o carter del motor.
- Espesantes: es un compuesto de polímeros que por acción de la temperatura aumentan de tamaño aumentando la viscosidad del lubricante para que siga proporcionando una presión constante de lubricación.
- Diluyentes: es un aditivo que reduce los microcristales de cera para que fluya el lubricante a bajas temperaturas.

2.2. Selección correcta de un aceite industrial

Existen diversos tipos de clasificaciones de lubricantes según el ámbito geográfico, según sus propiedades y según el fabricante de la maquina a lubricar.

Según el ámbito geográfico se puede encontrar la clasificación americana API , la clasificación Japonesa JASO y la Europea ACEA.

Según sus propiedades se clasifican según la Norma SAE que básicamente separa el comportamiento del lubricante a temperatura de 18 °C y la define con una letra W proveniente del inglés *winter* (invierno-frío) y otra letra que define el comportamiento del lubricante en temperatura de trabajo 95 °C-105 °C. SAE hace referencia a las tolerancias que debe llenar el lubricante tanto a temperatura ambiente como a temperatura de trabajo, siempre teniendo en cuenta la temperatura interna del motor y como adicional la temperatura

exterior que si bien influye algo en el comportamiento, no es la más importante a la hora de elegir un lubricante adecuado.

Según el fabricante del motor o componente a lubricar existen las normativas de fabricante con diversas nomenclaturas tipo VW505,01, GM Dexos2, Dexron III, MB229,51, LL-01. Los fabricantes de motores y componentes conocen al detalle su producto y son conscientes de la importancia de un lubricante adecuado y de las consecuencias en caso de un lubricante inadecuado. Con la finalidad de protegerse y distinguirse de sus competidores hace ya muchos años comenzaron a definir estándares de fabricación de los lubricantes aptos para sus productos. Son las llamadas homologaciones del fabricante, que es la prueba de que el lubricante ha sido testado por el fabricante en el motor y por ello expide su correspondiente certificado de homologación.

Lamentablemente son muchas las marcas de lubricantes que no homologan sus productos conformándose con el nivel de homologación que no es más que un certificado de la compañía que ha fabricado el compuesto de aditivos de que estos están sujetos a la norma del fabricante, con lo que técnicamente no ofrecen un lubricante aprobado por el fabricante ni poseen el correspondiente certificado. Los acuerdos comerciales de los responsables de cada marca de vehículos, motores o componentes en cada país con las diferentes empresas petroleras hacen que estas últimas presenten los certificados de homologación exclusivamente de los fabricantes con los que ha llegado a acuerdo dificultando la diagnóstico del lubricante adecuado para cada vehículo.

En todo caso cabe destacar que usando un lubricante con la homologación del fabricante de la máquina o vehículo las demás clasificaciones

son complementarias. Hay más de 72 homologaciones en el sector de lubricación automotriz debido a la reciente incorporación de filtros de partículas y sistemas anticontaminación y hay fabricantes que disponen de varias normativas de homologación.

2.2.1. Parámetros que se deben tener en cuenta

En el equipo industrial se debe tener presente utilizar un aceite de especificación ISO, y que cualquier recomendación que se dé, se debe llevar a este sistema. Los siguientes son los pasos que se deben dar para la selección del aceite en un equipo industrial.

- Consultar en el catálogo del fabricante del equipo, las recomendaciones del aceite a utilizar.
- Selección del grado ISO del aceite requerido a la temperatura de operación en el equipo.
- Selección del aceite industrial, de la misma marca que los lubricantes que se están utilizando en la empresa y su aplicación en el equipo.

2.2.2. Catálogo del fabricante del equipo

El fabricante del equipo en su catálogo de mantenimiento especifica las características del aceite que se debe utilizar, para que los mecanismos del equipo trabajen sin problema alguno hasta que alcancen su vida de diseño. Es muy importante que el fabricante, sea claro al especificar el aceite, de lo contrario el usuario del equipo debe ponerse en contacto para que le aclare las dudas en cuanto al tema de lubricación del equipo.

Las recomendaciones del aceite a utilizar el fabricante del equipo las puede dar de las siguientes maneras:

- Dar el grado ISO del aceite y las demás propiedades fisicoquímicas del aceite, como índice de viscosidad, punto de inflamación, punto de fluidez, entre otros.
- Dar la viscosidad del aceite en otras de clasificación de viscosidad como AGMA, o SAE.

2.2.3. Selección del grado ISO del aceite

Toda recomendación de lubricación para un equipo industrial debe estar orientada hacia la selección del grado ISO del aceite en función de la temperatura de operación del aceite en el equipo y de la temperatura ambiente. En este caso es necesario tener en cuenta lo siguiente:

- Si el fabricante especifica el nombre y la marca de un aceite, estos deben ser comerciales, en el país donde vaya a operar el equipo, de no ser así, se debe hallar el aceite equivalente a este, hasta donde sea posible, de la misma marca que la que se utiliza en la lubricación de los demás equipos de la empresa, si no se utilizan lubricantes equivalentes a los recomendados, al cabo del tiempo se tendrán un buen número de marcas de lubricantes que dificultan la correcta lubricación de los equipos y que se hace un análisis minucioso de ellos se encontrara que muchos de ellos son equivalentes entre si y que el número final de lubricantes a utilizar es mucho menor.
- Cuando el fabricante especifica el aceite a utilizar en un sistema diferente al ISO, como el ASTM (hoy en día en desuso), AGMA o SAE se debe hallar el equivalente entre estos y el ISO, en este caso se puede utilizar la

tabla, por ejemplo que el fabricante recomiende para un reductor de velocidad un aceite AGMA 5EP a una temperatura de operación de 60 grados centígrados y para una temperatura ambiente de 30 grados centígrados. El grado ISO correspondiente de la tabla 1, en un grado ISO 220EP en las mismas condiciones de temperatura, tanto de operación como de ambiente.

- Cuando el fabricante recomienda el tipo de aceite a utilizar en cualquier sistema de unidades de viscosidad, referenciados a una temperatura específica, es necesario hallar el grado ISO correspondiente (recuérdese que el grado ISO de un aceite está dado en cSt a 40 °C) para lo cual es necesario, en primer lugar, convertir las unidades de viscosidad dadas a cSt (si éstas se dan en unidades diferentes a cSt), Se puede utilizar la figura 1 para este efecto.

2.2.4. Sistema ISO

La Organización Internacional para la Estandarización (ISO) estableció desde 1975 el sistema ISO para especificar la viscosidad de los aceites industriales, pero solo hasta 1979 fue puesta en práctica por la mayoría de los fabricantes de lubricantes. El sistema ISO clasifica la viscosidad de los aceites industriales en cSt a 40 °C, mediante un número estándar que se coloca al final del nombre del aceite industrial. Este sistema reduce las posibilidades de que el usuario se equivoque en la selección del aceite a utilizar o que mezcle lubricantes de diferentes viscosidades; facilita además hallar de manera inmediata el equivalente en viscosidad de un aceite con otro puesto que el nombre del aceite debe traer al final el grado ISO correspondiente. Así por ejemplo, si se tiene el aceite hidráulico 68 de marca Chevron y se sabe que este fabricante está utilizando la clasificación ISO en sus aceites industriales, entonces el número 68 del aceite Chevron indica que tiene una viscosidad de

68 cSt a 40°C. Para saber si el número que acompaña el nombre del aceite es un grado ISO es necesario conocer la clasificación ISO, ya que se puede presentar el caso de aceites que al final del nombre traen un número y sin embargo este no corresponde a un grado ISO como podría ser el caso de aceites como el Tellus 41, Teresso 72, Macoma 45, DTE *Light*, entre otros, estos aceites se colocan a manera de ejemplo, ya que hoy en día se especifican de acuerdo a la clasificación ISO. En la tabla 2 se especifican los diferentes grados de viscosidad en el sistema ISO; los grados básicos de viscosidad están comprendidos entre el 2 y el 68, los siguientes grados ISO después del 68 se obtienen añadiendo uno o dos ceros a partir del 10 hasta llegar al 1 500, el límite mínimo y máximo de un grado ISO es el 10 % de dicho grado.

2.2.5. Características del sistema ISO

Algunos aspectos importantes que es necesario tener en cuenta con la clasificación ISO son:

- Únicamente clasifica la viscosidad de los aceites industriales.
- Clasifica la viscosidad en cSt a 40 °C.
- Sólo se relaciona con la viscosidad del aceite industrial y no tiene nada que ver con su calidad.
- El grado ISO aparece al final del nombre del aceite industrial, cualquiera que sea su marca.

2.2.6. Curvas características de los aceites Industriales

La viscosidad-temperatura para cualquier aceite industrial derivado del petróleo, entre un grado ISO 10 y 1 500, con un índice de viscosidad (IV) entre

50 y 95. En la escala vertical de la izquierda se da la viscosidad del aceite en cSt (o en mm²/s) y en la escala horizontal inferior, la temperatura en °C y en °F respectivamente. Para hallar el grado ISO correspondiente a un aceite industrial se ubica la viscosidad del aceite en cSt en la escala vertical de la izquierda y se traza una horizontal hasta que corte la vertical correspondiente a la temperatura dada; el punto de intersección de las líneas trazadas puede coincidir con alguna de las curvas que aparecen en la figura 2, en cuyo caso, el número que la identifica sería el grado ISO del aceite industrial correspondiente, de lo contrario, se selecciona la curva más cercana al punto.

Si el punto de intersección queda ubicado en la mitad de dos curvas se selecciona la curva del mayor grado ISO, en este caso es posible que se incremente ligeramente el desgaste erosivo del elemento lubricado debido al exceso de fricción fluida, pero no el adhesivo como podría ocurrir si se seleccionara la curva del aceite de menor grado ISO. La elevación de temperatura y el incremento en el consumo de energía, en caso que se seleccione el mayor grado ISO, no son críticos, ya que el exceso de viscosidad no es lo suficientemente alto como para que esto llegue a ser significativo.

Las curvas graficadas se pueden prolongar dentro de un rango comprendido cerca del punto de fluidez hasta el punto de inflamación del aceite.

Toda planta industrial, cualquiera que sea su magnitud debe utilizar lubricantes industriales. En equipos industriales al emplear lubricantes de tipo automotor no quiere decir necesariamente que se vaya a producir una falla catastrófica de los mismos, pero si puede dar lugar a una disminución considerable de su vida de servicio o a que se presenten problemas que hacen inoperable la máquina como es el caso, por ejemplo, de utilizar aceites para motores de combustión interna (que cuentan con aditivos detergentes-

dispersantes) en compresores alternativos de dos o más etapas en los cuales la presencia de agua puede llegar a ser crítica dando lugar al emulsionamiento del aceite automotor o en equipos donde en lugar de utilizar un aceite industrial, por ejemplo, de un grado ISO 100 se utiliza un SAE 90 o un 140. En este último caso el exceso de viscosidad dará lugar a un incremento considerable en las pérdidas de energía por fricción fluida, a elevación de la temperatura de operación que acelerará la oxidación del aceite y la dilatación de los retenedores del equipo haciendo que se presenten fugas de aceite.

Adicionalmente se tiene el sobre costo en la lubricación de la planta porque los aceites automotores son entre 1,5 y 2 veces más costosos que los de tipo industrial. Por consiguiente, si una máquina industrial se está lubricando, o se especifica en su lubricación un aceite de clasificación SAE, es recomendable hallar, de la tabla I, su equivalente en el sistema ISO e implementar su utilización.

3. ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE LUBRICACIÓN DIVECO S.A.

3.1. Fichas de mantenimiento y limpieza (lubricación)

Las fichas de mantenimiento es necesario que contengan, toda la información pertinente sin dejar detalle alguno de la máquina o elemento al cual pertenezca, debido a que sin la misma llevaría mucho tiempo identificar los puntos a limpiar y de esta misma forma los puntos a lubricar.

Las máquinas en su manual de operación contienen un resumen de los puntos de limpieza y lubricación, el cual hace que el mantenimiento de las mismas sea más fácil, pero en cuanto a aquellas máquinas que no cuentan con un manual, es necesario dar estudio a cada componente o elemento de la máquina para determinar su estructura, funcionamiento y vulnerabilidad al operar, esto ayuda a determinar de qué forma de alargar la vida útil de cada mecanismo o elemento en función.

Tabla I. **Ficha de mantenimiento resortera**

Registro de las máquinas	FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA RESORTERA			Inventario	
Descripción:				Sección núm:	
Fabricante:				Piso:	
Proveedor:				Edificio:	
Ficha motor eléctrico				Dir y tel:	
Hp:				Ord. Comp. O instal:	
Modelo núm:				Fecha y /o intal	
Rpm trabajo: marca:	RPM:	VOLT:	AMP:	Fase:	Lubri, cat:
Ø eje motor:	FABRI:	TIPO:	COD:	Tipo de piso:	Lubri equi:
Fabricante:	TEMP:		COD. ROD:		

Descripción de la máquina:

Descripción del lubricante de catálogo:

Descripción del lubricante equivalente:


TIPO DE PROPULSOR:	RPM:	#ALABES	CÓDIGO DE ROD:	
CÓDIGO (MANGUITO DE FIJACIÓN):	CÓDIGO DE BANDA V:		CÓDIGO DE CHMACERAS.	
CÓDIGO DE POLEAS: MOTOR: VENTILADOR:	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO			
	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN DE MP:			

ANÁLISIS DE CRITICIDAD

TIPO DE EQUIPO	SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	PRODUCCIÓN	CALIDAD	MANTENIMIENTO
A CRITICO				
B IMPORTANTE				
C PRESCINDIBLE				
MODELO DE MITO	CORRECTIVO	CONDICIONAL	PREVENTIVO	ALTA DISPO.
SUB. CONTRA. NECESARIO	PREVENTIVO	SISTEMATICO	SUSTITUTIVO	INSPECCIONES

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. Ficha de mantenimiento de enguatadora

REGISTRO DE LAS MÁQUINAS	FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA GRIBETZ			INVENTARIO	
DESCRIPCIÓN:				SECCIÓN NÚM:	
FABRICANTE:				PISO:	
PROVEEDOR:				EDIFICIO:	
FICHA MOTOR ELÉCTRICO				DIR Y TEL:	
HP:				ORD. COMP. O INSTAL:	
MODELO NÚM:				FECHA Y /O INTAL	
RPM Trabajo:	RPM:	VOLT:	AMP:	FASE:	LUBRI, CAT:
MARCA:					
Ø EJE MOTOR:	FABRI:	TIPO:	COD:	TIPO DE PISO:	LUBRI EQUI:
FABRICANTE:	TEMP:		COD. ROD:		

Descripción de la máquina:

Descripción del lubricante de catálogo:

Descripción del lubricante equivalente:

TIPO DE PROPULSOR:	RPM:	#ALABES	CÓDIGO DE ROD:	
CÓDIGO (MANGUITO DE FIJACIÓN):	CÓDIGO DE BANDA V:		CÓDIGO DE CHUMACERAS.	
CÓDIGO DE POLEAS:	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO			
MOTOR:	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN DE MP:			
VENTILADOR:				

ANÁLISIS DE CRITICIDAD

TIPO DE EQUIPO	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento
A Crítico				
B Importante				
C Prescindible				
Modelo de la Máquina	Correctivo	Condicional	Preventivo	Alta disposición.
Subcontratación. Necesario	Preventivo	Sistemático	Sustitutiva	Inspección

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. Ficha de mantenimiento corrugadora de esponja

REGISTRO DE LAS MAQUINAS	FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA CORRUGADORA			INVENTARIO	
DESCRIPCIÓN:				SECCIÓN NÚM:	
FABRICANTE:				PISO:	
PROVEEDOR:				EDIFICIO:	
FICHA MOTOR ELÉCTRICO				DIR Y TEL:	
HP:				ORD. COMP. O INSTAL:	
MODELO NÚM:				FECHA Y /O INTAL	
RPM Trabajo: MARCA:	RPM:	VOLT:	AMP:	FASE:	LUBRI, CAT:
Ø EJE MOTOR:	FABRI:	TIPO:	COD:	TIPO DE PISO:	LUBRI EQUI:
FABRICANTE:	TEMP:		COD. ROD:		

Descripción de la máquina:

Descripción del lubricante de catálogo:

Descripción del lubricante equivalente

TIPO DE PROPULSOR:	RPM:	#ALABES	CODIGO DE ROD:
CÓDIGO (MANGUITO DE FIJACIÓN):	CÓDIGO DE BANDA V:		CODIGO DE CHMACERAS.
CÓDIGO DE POLEAS:	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO		
MOTOR:	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN DE MP:		
VENTILADOR:			

ANÁLISIS DE CRITICIDAD

TIPO DE EQUIPO	SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	PRODUCCIÓN	CALIDAD	MANTENIMIENTO
A CRITICO				
B IMPORTANTE				
C PRESCINDIBLE				
MODELO DE MITO	CORRECTIVO	CONDICIONAL	PREVENTIVO	ALTA DISPO.
SUB. CONTRA. NECESARIO	PREVENTIVO	SISTEMATICO	SUSTITUTIVA	INSPECCIONES

Fuente: elaboración propia.

3.2. Código y simbología de los componentes

Tabla IV. Código y simbología de los componentes

ELEMENTO	CÓDIGO	SÍMBOLO
ENGRANAJE:)*(
CILINDRICO	ENG-CIL	1
CONICO	ENG-CON	2
CILINDRICO HELICOIDAL	ENG-HEL	3
CONICO HELICOIDAL	ENG-CON-HEL	4
CONICO HIPOIDAL	ENG-CON-HIP	5
TORNILLO SIN FIN	TOR-S-F	6
CORONAS	COR	
RODAMIENTO:		%
DE BOLA	ROD-BOL	1
DE AGUJA	ROD-AGU	2
DE FRICCIÓN	ROD-FRIC	3
CAJAS REDUCTORAS		°|°
ABIERTAS:	CAJ-ABI	1
CERRADAS:	CAJ-CER	2
EJES		===
CILINDRICOS	EJE-CIL	1
CUADRADOS	EJE-CUA	2
ARTICULADOS	EJE-ART	3
INTERSECTADOS	EJE-INT	4
SPROCKETS	SPK	*|*
CADENAS		
ESLABONADA	CAD-ESL	+++
FAJAS		><<><
LISAS	FAJ-LIS	1
TRAPESOIDALES	FAJA-TRAP	1
POLEAS		(0)
SIMPLES	POL-SIM	1
DOBLES	POL-DOB	2
TRIPLES	POL-TRI	3
CUATRUPLES	POL-CUA	4
CILINDROS HIDRAHULICOS	CIL-HID	
MECANICOS	CIL-MEC	
LEVAS		(0)
SIMPLES	LEV-SIM	1
MULTIPLES	LEV-MUL	2
BUJES		=0=
GOSNES	BUJ-GOS	1
ELEVADORES		VV
ESTACIONARIOS	ELE-EST	1
MOBILES	ELE-MOB	2
CORTADORES LISOS	COR-LIS	VV
VERTICALES	COR-VER	2
CIRCULARES	COR-CIR	3
CIERRAS HORIZONTALES Y VERTICALES	CIER-VER CIER-HOR	>>>
CIRCULARES	CIER-CIR	2
MULTIPLES	LEV-MUL	2
BUJES		=0=
GOSNES	BUJ-GOS	1
ELEVADORES		VV

Continuación de la tabla IV.

ESTACIONARIOS	ELE-EST	1
MOBILES	ELE-MOB	2
CORTADORES LISOS	COR-LIS	∕∕
VERTICALES	COR-VER	2
CIRCULARES	COR-CIR	3
CIERRAS HORIZONTALES Y VERTICALES	CIER-VER CIER-HOR	>>>
CIRCULARES	CIER-CIR	2

Fuente: elaboración propia.

3.3. Puntos de lubricación

Los puntos de lubricación se consideraron a partir de los componentes de la máquina en acción, los cuales tenían un alto, mediano y bajo funcionamiento constante, como medir cada uno de los componentes en función mencionados anteriormente, para esto se basó en las horas de funcionamiento y la temperatura que podían alcanzar en horas pico de producción.

En estas máquinas asignadas al estudio de lubricación en Camas Olympia, se tomaron en particular para ser una muestra del global de máquinas en funcionamiento, debido a que sus componentes a lubricar son diversos.

Hoy día es importante mencionar que existen muchos componentes que se fabrican para funcionar a altas temperaturas, claro en apariencia son de un mayor costo, pero al hacer dicho análisis algunos suelen ser económicos. Entre las empresas que se dan a la tarea en esto se puede mencionar, BRL *Bearings* SL, que se dedican a la fabricación y distribución de rodamientos, la cual radica en la provincia de Barcelona, está especializada en soluciones de rotación a alta temperatura mediante la aplicación de las series de

rodamientos (6 000-6 200-6 300), que pueden trabajar desde (150 °C hasta 330 °C).

Las temperaturas alcanzadas en el estudio se tomaron lecturas de no mayores a 80 °C porque las cargas no son tan pesadas y estas temperatura se encontraron en los husillos de las máquinas que fabrican resortes, los husillos son cortadores del alambre que forma el resorte, en el final interviene el mismo y corta esto con una rapidez de 69 cortes por minuto.

Tabla V. **Puntos de lubricación en el máquinas fabricadoras de resortes**

DIVECO, S.A.					CÓDIGO 001	
ÁREA DE ALAMBRE					FECHA:	
HOJA DE INSPECCIÓN Y LUBRICACIÓN MENSUAL					HORA: RESPONSABLE:	
Núm.	Hoja de inspección y lubricación mensual	Horas laboradas	Tiempo prom. en opera. Horas	Necesita lubricar ajustar o Cambiar en horas	Orden de trabajo	Observaciones
	DEVANADORA					
1	DESCONECAR ALIMENTACION ELECTRICA					
2	DESTENSAR Y DESMONTAR CADENA DE LA DEVANADERA	12	208	1		
3	LAVAR CADENA	12		½		
4	LUBRICAR CADENA	12				
5	DESMONTAR PLATO DE LA DEVANADERA	12	208	1		
6	REVISIÓN DE FAJAS DE LA DEVANADERA	12	208	1/2		
7	CAMBIAR FAJAS SI FUERA NECESARIO	12		1		
8	REVISAR EL ESTADO DE LOS RODOS Y COJINETES DE LA DEVANADERA	12	208	1/2		
9	CAMBIAR RODOS SI FUERE NECEARIO	12		2		
10	CAMBIAR COJINETES SI FUERA NECESARIO	12		1		

Continuación de la tabla V.

11	REVISIÓN DEL COJINETE DEL EJE PRINCIPAL DE DEVANADERA	12	208	¼		
12	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE COJINETE	12		½		
13	LIMPIAR Y REVISAR <i>SPROCKE'S</i>	12	208	1		
14	REVISAR TENSOR DE CADENA	12	208	¼		
15	CAMBIAR COJINETE DEL TENSOR DE LA CADENA SI FUERA NECESARIO	12	208	2		
16	MONTAR PLATO DE LA DEVANADERA	12	208	1		
17	REVISAR EL ESTADO DE LAS PALANCAS DE GRADUACIÓN DE PUNTA (ARRIBA Y ABAJO)	12	208	1		
18	REVISAR O CAMBIAR BUJE DE LA PALANCA.	12	208	1/2		
19	REVISAR EL ESTADO DE LOS BRAZOS	12		1/2		
20	REVISAR EL ESTADO DE LAS MANOS	12	208	1/3		
21	REVISAR EL ESTADO DE LOS GANCHOS CAMBIAR SI FUERA NECESARIO	12	208	1		
22	REVISAR EL ESTADO DEL FORMADOR	12	208	1/3		
23	DESMONTAR LA GUÍA DE ALAMBRE LAVAR CON DESENGRASANTE	12	208	1		
24	REVISAR GUÍA (CAMBIAR DE POSICIÓN SI FUERA NECESARIO)	12	208	1/3		
25	MONTAR GUÍA	12	208	1/4		
26	DESMONTAR UNIDAD DE MANTO.	12	208	1/3		
27	LAVARLA CON DESENGRASANTE	12	208	1/4		
28	MONTAR UNIDAD DE MANTO	12	208	1		
Cada mes los lubricantes que se aplican son Aceite ISO-15 un litro, deseleg un litro, grasa EP base Litio una libra, Electro -120, graduación de accionamiento por goteo.						

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. Área de alambre, inspección y lubricación bimestral

DIVECO, S.A.					CÓDIGO 002	
ÁREA DE ALAMBRE					FECHA:	
HOJA DE INSPECCIÓN Y BIMESTRAL					HORA:	
					RESPONSABLE:	
Núm.	Hoja de inspección y bimestral	Horas laboradas	Tiempo prom. En opera. Horas	Necesita lubricar ajustar o Cambiar	Orden de trabajo	Observaciones
1	DESARMAR PARA REVISAR EL ESTADO DE LOS AMORTIGUADORES DEL ANUDADOR	12	416	2		
2	REVISAR RODO.	12	416			
3	CAMBIAR AMORTIGUADORES SI FUERA NECESARIO			4		
4	LIMPIEZA DE PANEL DE TEMPLE			1/2		
5	DESARMAR CONTACTOR PARA REVISAR CONTACTOR DE TEMPLE			1/3		
6	LIMPIEZA DE PLATINOS	12	416	1/4		
7	CAMBIO DE PLATINO SI FUERA NECESARIO	12	416	1/2		
8	LIMPIEZA DE PANEL ELECTRICO	12	416	1		
9	REAPRETAR BORNES	12	416	1/4		
Cada dos meses la limpieza es profunda con LECTRO-120 Lata						

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. Área de alambre, inspección y lubricación trimestral

DIVECO, S.A. ÁREA DE ALAMBRE				CÓDIGO 003		
HOJA DE INSPECCIÓN Y LUBRICACIÓN TRIMESTRAL				FECHA: HORA: RESPONSABLE:		
Núm.	Hoja de inspección y lubricación trimestral	Horas laboradas	Tiempo prom. En opera. Horas	Necesita lubricar ajustar o Cambiar	Orden de trabajo	Observaciones
	DEVANADORA					
1	LIMPIEZA DE PANEL ELÉCTRICO	12				
2	REAPRETAR BORNES	12	624	1		
3	DESMONTAR EL PLATO DE LA DEVANADERA	12	624	1/2		
4	LAVAR LA CADENA DE LA DEVANADERA	12	624	1/4		
3	REVISAR EL ESTADO DE LOS SPROCKET'S	12	624	1		
4	LIMPIAR SPROCKET'S	12		1/2		
5	REVISAR EL TENSOR DE LA CADENA	12	624	1		
6	CAMBIAR COJINETE DEL TENSOR DE LA CADENA	12	624	1/2		
7	LUBRICAR CADENA	12	624	2		
8	LIMPIEZA DE LOS MICROS	12		1		
9	REAPRETAR CABLES	12	624	1/4		
10	GRADUAR SI FUERA NECESARIO			1/2		
11	REVISIÓN DE CONEXIONES ELÉCTRICAS			1/2		
12	REVISAR EL MECANISMO DE ANUDADO			1/4		
13	REVISAR EJES	12	624	2		
14	REVISAR ENGRANES	12	624	1		
15	REVISAR LEVAS	12	624	1		
16	REVISAR PALANCAS MÓVILES	12	624	1/2		
17	REVISAR MORDAZAS	12	624	1/2		
18	DESMONTAR CAJA DE ANUDADO	12	624	1		
19	REVISAR CAJA DE ANUDADO	12	624	1		
20	DESCONECTAR AIRE COMPRIMIDO	12	624	1/2		
21	DESMONTAR CILINDROS DE PINZAS DE ANUDADO	12	624	1/2		

Continuación de la tabla VII.

Núm.	Hoja de inspección y lubricación trimestral	Horas laboradas	Tiempo prom. En opera. horas	Necesita lubricar ajustar o Cambiar	Orden de trabajo	Observaciones
22	DESARMAR CILINDROS	12				
23	REVISAR EL ESTADO DEL RESORTE	12	624	1		
24	REVISAR VASTAGO	12	624	1/2		
25	REVISAR EMBOLO	12	624	1/4		
26	LUBRICAR	12	624	1		
27	MONTAR CILINDRO	12	624	1/2		
28	DESMONTAR VÁLVULAS DE ANUDADO	12	624	1		
29	DESARMAR VÁLVULAS	12	624	1/2		
30	LAVAR CON DESENGRASANTE	12	624	2		
31	LUBRICAR	12	624	1		
32	ARMAR Y PROBAR FUNCIONAMIENTO	12	624	1/4		
33	DESMONTAR SILENCIADORES	12	624	1/2		
34	LAVARLOS CON THINER	12	624	1		
35	APLICAR AIRE COMPRIMIDO	12	624	1/4		
36	MONTAR SILENCIADORES	12	624	2		
37	ELIMINAR FUGAS DE AIRE	12	624	1		
38	SIN DESMONTAR, LAVAR LA CADENA DE TRANSPORTE	12	624	1		
39	LUBRICAR CADENA	12	624	1/2		
40	TENSAR SI FUERA NECESARIO	12	624	1/2		
41	DESMONTAR FAJA PRINCIPAL	12	624	1		
42	LAVAR FAJA#	12	624	1		
43	DESARMAR CILINDROS #	12	624	1/2		
44	REVISAR EL ESTADO DEL RESORTE	12	624	1/2		
45	MONTAR FAJA	12	624	1/2		
46	LIMPIEZA DEL MICRO DE SEGURIDAD DE LA ESTRELLA	12	624	1		
47	REAPRETAR CABLES	12	624	1		
48	GRADUAR SI FUERA NECESARIO	12	624	1/2		
49	REVISAR RUEDA DOBLADORA	12	624	1/2		

Continuación de la tabla VII.

50	CAMBIAR SI FUERA NECESARIO	12	624	1		
51	LIMPIAR Y REVISAR RODILLOS DE TRACCIÓN	12	624	1		
52	REVISAR RODILLOS ENDEREZADORES	12	624	1/2		
54	CAMBIAR SI FUERA NECESARIO LOS COJINETES DE EJES	12	624	1		
55	CAMBIAR SI FUERA NECESARIO LOS COJINETES DE LOS RODILLOS	12	624	1		
56	REVISAR SEGUIDORES DE LEVAS	12	624	1		
57	LIMPIAR SEGUIDORES DE LEVAS	12		½		
58	REVISIÓN DE LOS BUJES DE LAS LEVAS	12	624	1/4		
59	REVISIÓN DE PLANCHAS AISLANTES DE TEMPLE	12	624	1		
60	REVISAR LAS PLANCHAS DE FIBRA	12	624	1/2		
61	DESMONTAR CILINDRO NEUMÁTICO DE TEMPLE	12	624	1		
62	DESARMAR CILINDRO	12	624	1/2		
63	REVISAR MANGUITO	12	624	2		
64	CAMBIAR SOLO SI FUERA NECESARIO	12	624	1		
65	REVISAR BIELA	12	624	¼		
66	REVISAR RESORTE DE COMPRESIÓN	12	624	½		
67	CAMBIAR SOLO SI FUERA NECESARIO	12	624	1		
68	LUBRICAR CILINDRO	12	624	¼		
69	ARMAR Y MONTAR CILINDRO	12	624	2		
Cada tres meses los lubricantes que se usan son básicamente: Aceite ISO-15 cuatro Litro, lectro-120 dos lata, aceite ISO-150 tres LL						

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. Área de alambre, inspección y lubricación semestral

DIVECO, S.A. ÁREA DE ALAMBRE					CÓDIGO 004	
HOJA DE INSPECCIÓN Y LUBRICACIÓN SEMESTRAL					FECHA: HORA: RESPONSABLE:	
Núm.	HOJA DE INSPECCIÓN Y LUBRICACIÓN SEMESTRAL	Horas laboradas	Tiempo Prom. En opera. horas	Necesita lubricar ajustar o Cambiar	Orden de trabajo	Observaciones
1	DESMONTAR CILINDRO DE FRENO			1/2		
2	DESARMAR CILINDRO	12	1 248	1		
3	REVISAR O CAMBIAR MANGUITO	12	1 248	1/2		
4	REVISAR RESORTE DE COMPRESIÓN	12	1 248	1/4		
3	REVISAR BIELA	12	1 248	1		
4	REVISAR CASQUILLO DE COJINETE	12	1 248	1/2		
5	LUBRICAR CILINDRO	12	1 248	1		
6	ARMAR CILINDRO	12	1 248	1/2		
7	MONTAR CILINDRO	12	1 248	2		
8	REVISAR ZAPATA DE FRENO GROSOR MÍNIMO 1,5mm	12	1 248	1		
9	REVISIÓN DE ENGRANES (RUEDA FRONTAL)	12	1 248	1/4		
10	DESMONTAR EL CILINDRO QUE EMPUJA LA MORDAZA	12	1 248	1/2		
11	DESARMAR CILINDRO	12	1 248	1		
12	REVISAR O CAMBIAR MANGUITO	12	1 248	1/4		
13	REVISAR RESORTE DE COMPRESIÓN	12	1 248	2		
14	REVISAR BIELA	12	1 248	1		
15	REVISAR CASQUILLO DE COJINETE	12	1 248	1		
16	LUBRICAR CILINDRO#	12	1 248	1/2		
17	ARMAR CILINDRO	12	1 248	1/2		
19	MONTAR CILINDRO	12	1 248	1		
Cada seis mes los lubricantes que se usan son básicamente ACEITE ISO-15 dos Litro,						

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. Área de alambre, inspección y lubricación anual

DIVECO, S.A. ÁREA DE ALAMBRE				CÓDIGO 005		
HOJA DE INSPECCIÓN Y LUBRICACIÓN ANUAL				FECHA: HORA: RESPONSABLE:		
Núm.	HOJA DE INSPECCIÓN Y LUBRICACIÓN ANUAL	Horas laboradas	Tiempo Prom. En opera. horas	Necesita lubricar ajustar o Cambiar	Orden de trabajo	Observaciones
1	REVISAR EL ESTADO DE LOS BUJES DEL EJE DE TRANSMISIÓN	12	2 496	1 1/2		
2	REVISAR SPROCKET'S	12	2 496	1		
3	REAPRETAR CASTIGADORES	12	2 496	1/2		
4	REVISAR EL ESTADO DE LA CRUZ DE MALTA	12	2 496	1/4		
5	REVISAR EL ESTADO DE LA PISTA DE LOS BRAZOS	12	2 496	1		
6	MANDAR A CALZAR SOLO SI FUERA NECESARIO (PROGRAMAR)			8		
7	REVISAR LOS RODOS DE LOS BRAZOS	12	2 496	1		
8	REVISAR LOS COJINETES DE LOS BRAZOS	12	2 496	1/2		
9	CAMBIAR LOS COJINETES SI FUERA NECESARIO	12	2 496	2		
10	REVISIÓN DE CHUMACERAS DEL ORDENADOR DE RESORTE	12	2 496	1/2		
11	CAMBIAR SOLO SI ES NECESARIO			1/2		
<p>Cada año los lubricantes que se usan son básicamente ACEITE ISO-15 doce Litro, Deselec doce Litro, Grasa EP base Litio doce libra, Electro -120 doce latas</p>						

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. Área de alambre, inspección y lubricación cada dos años

DIVECO, S.A.				CÓDIGO 006		
ÁREA DE ALAMBRE				FECHA :		
HOJA DE INSPECCIÓN Y LUBRICACIÓN CADA DOS AÑOS				HORA: RESPONSABLE:		
Núm.	HOJA DE INSPECCIÓN Y LUBRICACIÓN CADA DOS AÑOS	Horas laboradas	Tiempo Prom. En opera. horas	Necesita lubricar ajustar o Cambiar	Orden de trabajo	Observaciones
1	REVISIÓN DE MECANISMO DE EMBRAGUE	12	4 992	1		
2	EVALUAR SI NECESARIO EL CAMBIO DE BUJES	12	4 992	1		
3	DESCONECTAR ALIMENTACIÓN ELECTRICA DEL MOTOR DE LA DEVANADERA			½		
4	DESTENSAR Y RETIRAR FAJAS	12	4 992	1		
3	REVISAR Y CAMBIAR SI FUERA NECESARIO			1		
4	DESMONTAR MOTOR DE LA DEVANADERA	12	4 992	1/2		
5	DESARMAR MOTOR	12	4 992	1		
6	LAVAR INTERNA Y EXTERNAMENTE CON DIELECTRICO	12	4 992	1/2		
7	APLICAR DESPLAZANTE DE HUMEDAD	12	4 992	2		
8	CAMBIAR COJINETES	12	4 992	1		
9	ARMAR MOTOR	12	4 992	1		
10	MONTAR MOTOR	12	4 992	½		
11	GRADUAR VELOCIDAD			1/2		
12	DESCONECTAR ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA			¼		
13	DESMONTAR MOTOR DE ANUDADO SUPERIOR	12	4 992	2		
14	DESARMAR MOTOR	12	4 992	1		
15	LAVAR INTERNA Y EXTERNAMENTE CON DIELECTRICO	12	4 992	1		
16	APLICAR DESPLAZANTE DE HUMEDAD			1/2		
17	CAMBIAR COJINETES	12	4 992	1/2		

Continuación la tabla X.

Núm.	HOJA DE INSPECCIÓN Y LUBRICACIÓN CADA DOS AÑOS	Horas laboradas	Tiempo Prom. En opera. horas	Necesita lubricar ajustar o Cambiar	Orden de trabajo	Observaciones
1	ARMAR MOTOR	12	4 992			
2	MONTAR MOTOR	12	4 992	1		
3	PROBAR FUNCIONAMIENTO	12	4 992	½		
4	DESCONECTAR ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	12	4 992			
3	DESTENSAR Y RETIRAR FAJA	12	4 992	1		
4	LAVAR FAJA	12	4 992	1/2		
5	DESMONTAR MOTOR PRINCIPAL	12	4 992	1		
6	DESARMAR MOTOR	12	4 992	1/2		
7	LAVAR INTERNA Y EXTERNAMENTE CON DIELECTRICO	12	4 992	2		
8	APLICAR DESPLAZANTE DE HUMEDAD	12		1		
9	CAMBIAR COJINETES	12	4 992	¼		
10	ARMAR MOTOR	12	4 992	½		
11	MONTAR MOTOR	12	4 992	1		
12	MONTAR Y TENSAR FAJA	12	4 992	¼		
13	PROBAR FUNCIONAMIENTO	12	4 992	2		
14	PROBAR FUNCIONAMIENTO	12	4 992	2		
<p>Cada dos años los lubricantes que se usan son básicamente:</p> <p>ACEITE ISO-15 veinticuatro Litro, Deselec veinticuatro Litro, Grasa EP Base Litio doce libra, Electro -120 veinticuatro latas</p>						



Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. Mecanismos en lubricación


TABLA GRÁFICA DE MECANISMOS EN LA LUBRICACIÓN

RESORTERA # 1

EQUIVALENCIA DE LUBRICANTES PARA MÁQUINAS FABRICADORAS DE RESORTES

			LUBRICACION ACTUAL	FABRICANTE	EQUIVALENCIA			
SÍMBOLO	COMPONENTE	ILUSTRACIÓN	LUBRICANTE	MARCA	LUBRICANTE	MARCA	LUBRICANTE	FRECUENCIA
)*(=0= +++ (0	Bujes (de Fricción) Seguidores de Levas.		Mystral Aceite ISO-150	ESPAÑA	ACEITE ISO-150	SHELL ACEITE	OMALA OIL-150	DIARIAMENTE
=0= +++ (0	Rodamientos Cojinetes Chuma-ceras Ejes		Mystral Grasa EP-1	ESPAÑA	ACEITE ISO-150	SHELL GRASA	DARINA EP-1	MENSUALMENTE
)*(=0= +++ (0	Sprokets Cadenas Poleas		Mystral Aceite ISO-150	ESPAÑA	ACEITE ISO-150	SHELL ACEITE	OMALA OIL-150	MENSUALMENTE
=0= +++ (0) )*(	Transmisiones Engranajes Cremalleras Tornillos de potencia Aéreas Deslizantes		Mystral Grasa EP-2	ESPAÑA	ACEITE ISO-150	SHELL GRASA	DARINA EP-2	MENSUALMENTE
=0= +++ (0	Reductores de Velocidad		Aceite ISO-68 Hidráulico	ESPAÑA	ACEITE ISO-150	SHELL ACEITE	OMALA OIL-460	Cambio de aceite Horas de servicio (3,000hr)
ii	Sistemas Neumáticos		Mystral Aceite ISO-32	ESPAÑA	ACEITE ISO-32	SHELL ACEITE	TORCULA - 32	SEMANALMENTE
=>	Lubricación por Bombeo(nivel)		Mystral Aceite ISO-150	ESPAÑA	ACEITE ISO-150	SHELL ACEITE	OMALA OIL-150	MENSUALMENTE
L	Limpieza Antes de Lubricar							DIARIO SEMANAL MENSUAL

Continuación de la tabla XI.

	Numeración de la pieza o componente							SEGÚN PROGRAMACION
0	Revisión desmontaje y montaje							LIMPIEZA AL TIEMPO PREVISTO
//	Tuberías válvulas cilindros							LIMPIEZA AL TIEMPO PREVISTO

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Puntos de lubricación en el máquinas fabricadoras de revestido**

DIVECO, S.A.				CÓDIGO 007		
ÁREA DE REVESTIDO				FECHA:		
HOJA DE INSPECCIÓN Y LUBRICACIÓN CADA QUINCE DIAS				HORA:		
				RESPONSABLE:		
Núm.	HOJA DE INSPECCIÓN Y LUBRICACIÓN CADA QUINCE DIAS	Horas laboradas	Tiempo Prom. En opera. horas	Necesita lubricar ajustar o Cambiar	Orden de trabajo	Observaciones
1	DESMONTE LA CABEZA DE LA MÁQUINA PARA REVIZAR EL NIVEL DE ACEITE		½			
2	LIMPIE EL FILTRO DE ACEITE	104	1			
3	NIVELE DE ACEITE SI ES NECESARIO		½			
4	REVISE EL ESTADO DE LAS CUCHILLA SUPERIOR	104		1/4		
5	REVISE EL ESTADO DE LAS CUCHILLA INFERIOR	104		1/4		
Los lubricantes utilizados en cada uno de los puntos de lubricación son los siguientes: ACEITE ISO-15, Deselec-120. Y Grasa EP Litio						

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. Área de revestido, inspección y lubricación cada mes

DIVECO, S.A. ÁREA DE REVESTIDO						CÓDIGO 008
HOJA DE INSPECCIÓN Y LUBRICACIÓN CADA MES						Fecha: HORA: RESPONSABLE:
Núm.	HOJA DE INSPECCIÓN Y LUBRICACIÓN CADA MES	Horas laboradas	Tiempo Prom. En opera. horas	Necesita lubricar ajustar o Cambiar	Orden de trabajo	Observaciones
1	DESMONTE LA CABEZA DE LA MAQUINA	208				
2	DRENE EL ACEITE DE LA CABEZA	208	1			
3	LAVE EL DEPÓSITO DE ACEITE		1/2			
4	LIMPIE O CAMBIE SI FUERA NECESARIO EL FILTRO DE ACEITE	208	1/2	1/4		
3	REVISAR COJINETES	208	1			
4	REVISAR BIELAS	208	1/2			
5	REVISAR LOOPER DE PUNTADA DE SEGURIDAD Y CADENA	208	1			
6	REVISAR BARRA DE AGUJAS	208	1/2	1/4		
7	REAPRETAR TORNILLOS	208	1/2			
8	LUBRICAR MECANISMOS	208	1			
9	NIVELAR DE ACEITE EL DEPOSITO DE LA CABEZA		1/4			
10	MONTE LA CABEZA		1/2	1/4		
11	DESMONTE LA UNIDAD DE MANTENIMIENTO	208	1			
12	LAVAR LA UNIDAD DE MANTENIMIENTO CON DESENGRASANTE	208	1/4			
13	REVISAR FUGAS DE AIRE, ELIMINAR FUGAS		1			
14	REVISAR LA FAJA DEL MOTOR	208	1/2			
15	TENSAR FAJA SI FUERA NECESARIO		1/2			
16	CAMBIAR FAJA SI FUERA NECESARIO	208	1/2			
17	REVISAR EL ESTADO DE LA POLEA DEL MOTOR	208	1/2			
18	MANDAR A RECTIFICAR SI FUERA NECESARIO	208	1/2			
19	REVISAR PORTACONOS		1/2			
20	DESMONTAR LA TARJETA ELECTRONICA DEL MOTOR	208	1/2			
21	LIMPIAR CON AIRE Y DIELECTRICO LA TARJETA	208	1/2			

Continuación de la tabla XIII.

Núm.	HOJA DE INSPECCIÓN Y LUBRICACIÓN CADA MES	Horas laboradas	Tiempo Prom. En opera. horas	Necesita lubricar ajustar o cambiar	Orden de trabajo	Observaciones
22	MONTAR LA TARJETA		1/2			
23	LIMPIAR LOS FILTROS DEL MOTOR QUE DAN A LA TARJETA ELECTRÓNICA	208	1			
24	REVISAR ARRANCADOR EL ESTADO DEL ARRANCADOR		1/2			
25	DESARMAR FOTOCELDA	208	1/2	1/4		
26	LIMPIAR CON AIRE Y DIELECTRICO LA TARJETA		1			
27	ARMAR Y MONTAR FOTOCELDA	208	1			
28	DESARMAR POSICIONADOR DE AGUJA	208	1/2	1/4		
29	LIMPIAR CON AIRE Y DIELECTRICO LA TARJETA	208	1/2			
30	ARMAR POSICIONADOR Y MONTAR		1/4			
31	DESARMAR POTENCIOMETRO		1/2	1/4		
32	LIMPIAR CON AIRE Y DIELECTRICO LA TARJETA	208	1			
33	ARMAR Y MONTAR POTENCIOMETRO	208	1/4			
34	REVISAR EL ESTADO DEL PORTAFIBRA		1			

Los lubricantes utilizados en cada uno de los puntos de lubricación son los siguientes: **ACEITE ISO-15, Deselec-120. Y Grasa EP Litio**

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. Área de revestido inspección y lubricación cada trimestre

DIVECO, S.A. ÁREA DE REVESTIDO				CÓDIGO 009		
HOJA DE INSPECCIÓN Y LUBRICACIÓN CADA TRIMESTRE				FECHA: HORA: RESPONSABLE:		
Núm.	HOJA DE INSPECCIÓN Y LUBRICACIÓN CADA TRIMESTRE	Horas laboradas	Tiempo Prom. En opera. horas	Necesita lubricar ajustar o cambiar	Orden de trabajo	Observaciones
1	DESMONTE LA CABEZA DE LA MÁQUINA PARA VERIFICAR EL ACEITE	624	1/2			
2	DRENE EL ACEITE DE LA CABEZA		1			
3	LIMPIE LA CABEZA CON DESENGRASANTE		1/2			
4	LIMPIE EL DEPOSITO DE ACEITE CON DESENGRASANTE		1/2	1/4		
3	REVISAR DIENTES	624	1			
4	REVISAR PINES, EXCÉNTRICAS, ARTICULACIONES	624	1/2			
5	REVISAR MECANISMO DIFERENCIAL		1			
6	NIVELAR DE ACEITE LA CABEZA DEL DEPÓSITO	624	1/2	1/4		
Los lubricantes utilizados en cada uno de los puntos de lubricación son los siguientes: ACEITE ISO-15, Deselec-120 Y grasa EP Litio						

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Área de revestido, inspección y lubricación cada seis meses**

DIVECO, S.A. ÁREA DE REVESTIDO				CÓDIGO 0010		
HOJA DE INSPECCIÓN Y LUBRICACIÓN CADA SEIS MESES				FECHA: HORA: RESPONSABLE:		
Núm.	HOJA DE INSPECCIÓN Y LUBRICACIÓN CADA DOS AÑOS	Horas laboradas	Tiempo Prom. En opera. horas	Necesita lubricar ajustar o cambiar	Orden de trabajo	Observaciones
1	REVISAR PRESIÓN DEL RESORTE DE TENSION DE TRANSPORTE	1 248	1/2			
2	CAMBIAR EL RESORTE SI FUERA NECESARIO		1			
3	REVISAR EL ESTADO DEL MUELLE	1 248	1/2			
4	CAMBIAR EL MUELLE SI FUERA NECESARIO		1/2	1/4		
Los lubricantes utilizados en cada uno de los puntos de lubricación son los siguientes: ACEITE ISO-15, Deselec-120 Y grasa EP Litio						

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. Área de revestido, inspección y lubricación cada dos años

DIVECO, S.A. ÁREA DE REVESTIDO				CÓDIGO 0011		
HOJA DE INSPECCIÓN Y LUBRICACIÓN CADA DOS AÑOS				FECHA: HORA: RESPONSABLE:		
Núm.	HOJA DE INSPECCIÓN Y LUBRICACIÓN CADA MES	Horas laboradas	Tiempo Prom. en opera. horas	Necesita lubricar ajustar o cambiar	Orden de trabajo	Observaciones
1	DESMTAR MOTOR	2 496	1/2			
2	DESARMAR EL MOTOR Y LIMPIAR INTERNA Y EXTERNAMENTE CON DIELECTRICO		1			
3	LIMPIEZA DE LA TARJETA ELECTRONICA CON DIELECTRICO Y AIRE COMPRIMIDO		1/2			
4	REVISAR EL ESTADO DE LOS COJINETES DEL CLUTCH	2 496	1/2	1/4		
3	CAMBIAR LOS COJINETES DEL CLUTCH	2 496	1			
4	REVISAR EL ESTADO DEL CAUCHO QUE SE ENCUENTRA EN EL CLUTCH		1/2			
5	CAMBIAR CAUCHO SI FUERA NECESARIO	2 496	1			
6	CAMBIAR LOS COJINETES DEL ROTOR		1/2	1/4		
7	APLICAR DESPLAZANTE DE HUMEDAD AL ESTATOR		1/2			
8	ARMAR MOTOR Y CLUTCH, HACER PRUEBAS		1	2		
Los lubricantes utilizados en cada uno de los puntos de lubricación son los siguientes: ACEITE ISo-15, Deselec-120 Y grasa EP Litio						

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. Área de esponja, inspección y lubricación cada tres meses

DIVECO, S.A.					CÓDIGO 0012	
ÁREA DE ESPONJA					FECH	
HOJA DE INSPECCIÓN Y LUBRICACIÓN CADA TRES MESES					A:	
					HORA:	
					RESPONSABLE:	

Núm.	HOJA DE INSPECCIÓN Y LUBRICACIÓN CADA MES	Horas laboradas al día	Tiempo en horas operación	Necesita lubricar ajustar o cambiar	Orden de trabajo	Observaciones
1	REVISIÓN DE ESTOPAS DE BOMBA DE TRASCIEGO	12	624	1/4		
2	REAPRETAR O CAMBIAR ESTOPA	12	624	1		
3	REVISAR FAJA DE BOMBA DE TRASCIEGO	12	624	1/4		
4	RETENSAR FAJA SI ES NECESARIO	12	624	1/4		
3	ELIMINAR FUGAS DE AIRE EN CILINDROS DE ESPUMADO	12	624	1		
4	INSPECCIÓN DE RODOS DE CILINDROS DE ESPUMADO	12	624	1/2		
5	CAMBIAR RODOS SI FUERA REQUERIDO	12	624	1		
6	INSPECCIÓN DE LOS RIELES DE LA COMPUERTA DEL REACTOR	12	624	1/2		
7	CAMBIAR SI ES NECESARIO. MANDAR A REPARAR	12	624	1/2		

Los lubricantes utilizados en cada uno de los puntos de lubricación son los siguientes: **ACEITE ISO-15, Deselec-120 Y grasa EP Litio**

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Área de esponja, inspección y lubricación cada cuatro meses**

DIVECO, S.A.					CÓDIGO 0013	
ÁREA DE ESPONJA					FECH	
HOJA DE INSPECCIÓN Y LUBRICACIÓN CADA CUATRO MESES					A:	
					HORA:	
					RESPONSABLE:	
Núm.	HOJA DE INSPECCIÓN Y LUBRICACIÓN CADA CUATRO MESES	Horas laboradas	Tiempo en horas operadas	Necesita lubricar ajustar o cambiar	Orden de trabajo	Observaciones
1	INSPECCIÓN DE RODOS A CAJONES DE ESPUMADO	12	832	1/2		
2	CAMBIAR RODOS SI FUERA REQUERIDO	12	832	1		
3	INSPECCIÓN DE PASADORES A COJONES DE ESPUMADO	12	832	1/2		
4	CAMBIAR PASADORES SI FUERA REQUERIDO	12	832	1/4		
Los lubricantes utilizados en cada uno de los puntos de lubricación son los siguientes: ACEITE ISO-15, Deselec-120 Y grasa EP Litio						

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. Área de esponja, inspección y lubricación cada seis meses

DIVECO, S.A. ÁREA DE ESPONJA					CÓDIGO 0014	
HOJA DE INSPECCIÓN Y LUBRICACIÓN CADA SEIS MESES					FECHA:	HORA:
					RESPONSABLE:	
Núm.	HOJA DE INSPECCIÓN Y LUBRICACIÓN SEMESTRAL	Horas laboradas	Tiempo Prom. en opera. horas	Necesita lubricar ajustar o cambiar	Orden de trabajo	Observaciones
1	REVISIÓN DE NIVEL DE DOP EN BOMBA DE TDI					
2	REVISIÓN DE ESTOPAS REAPRETAR SI ES NECESARIO		1 248	1		
3	DESARMAR COBERTOR DEL ACOUPLE DE CADENA	12	1 248	½		
4	LIMPIAR CON DESENGRASANTE Y REVISAR CADENA	12	1 248	1/4		
3	LUBRICAR CON ACEITE LA CADENA	12	1 248	1		
4	ARMAR COBERTOR DEL ACOUPLE	12	1 248	1/2		
5	REVISAR ESTADO DEL SENSOR EN LA BOMBA DE TDI	12	1 248	1		
6	DESCONECTAR SUMINISTRO DE AIRE A VÁLVULA DE TDI	12	1 248	1/2		
7	DESCONECTAR MANGUERAS DE TDI TENIENDO PRECAUCIÓN AL MANIPULARLAS	12	1 248	2		
8	DESCONECTAR MANGUERAS DE AIRE COMPRIMIDO	12	1 248	1		
9	DESMONTAR SENSOR IMAGNÉTICO	12	1 248	¼		
10	DESMONTAR VÁLVULA DE TDI	12	1 248	½		
11	DEPOSITAR LA VÁLVULA EN UN RECIPIENTE CON ALCOHOL POR UNOS MINUTOS	12	1 248	1		
12	DESARMAR VÁLVULA	12	1 248	¼		
13	CAMBIAR O'RING	12	1 248	2		
14	LIMPIAR LA CAMARA DE LA VALVULA PARA REMOVER LA CAPA DE TDI	12	1 248	1		
15	LIMPIAR EXTERNAMENTE LA VÁLVULA	12	1 248	1		
16	VERIFICAR QUE LA ENTRADA DE ACEITE ESTE LIBRE (IMPORTANTE REVISAR)	12	1 248	1/2		
17	LUBRICAR ÚNICAMENTE CON DOP O EQUIVALENTE	12	1 248	1/2		
18	ARMAR VÁLVULA	12	1 248	1		
19	MONTAR VÁLVULA Y CONECTAR TODOS SUS COMPONENTES	12	1 248	1		
21	DESARMAR COBERTOR	12	1 248	1/2		

Continuación de la tabla XIX.

Núm.	HOJA DE INSPECCIÓN Y LUBRICACIÓN TRIMESTRAL	Horas laboradas	Tiempo Prom. en opera. horas	Necesita lubricar ajustar o cambiar	Orden de trabajo	Observaciones
22	QUITAR Y LIMPIAR CON DESENGRASANTE LA CADENA					
23	LUBRIQUE CON ACEITE LA CADENA	12	1 248	1		
24	VUELVA ARMAR EL ACOPLER CON LA CADENA Y COLOQUE EL COBERTOR	12	1 248	½		
25	INSPECCIÓN DE ESTOPAS DE LA BOMBA DE POLYOL (PRINCIPAL)	12	1 248	1/4		
26	REAPRETE O CAMBIE LA ESTOPA	12	1 248	1		
27	INSPECCIÓN DEL ACOPLER DE LA BOMBA DE CLORURO	12	1 248	1/2		
28	REVISIÓN DE ACOPLER DE BOMBA DE SILICONA	12	1 248	1		
29	REVISIÓN DE ACOPLER DE BOMBA DE AGUA	12	1 248	1/2		
30	REVISIÓN DE ACOPLER DE BOMBA DE AMINA	12	1 248	2		
31	DESMONTE LA UNIDAD DE MANTENIMIENTO DE LOS CILINDROS DE ESPUMADO PARA LIMPIAR	12	1 248	1		
# 32	LIMPIE Y REAPRETE LOS BORNES DE EL PANEL ELECTRICO	12	1 248	¼		
33	INSPECCIÓN DE PULSADORES Y LUCES PILOTO	12	1 248	½		
34	INSPECCIÓN DEL MANOMETRO DEL TABLERO. CAMBIE SI ES NECESARIO	12	1 248	1		
35	INSPECCIÓN DE MULTIMETRO DEL TABLERO. CAMBIE SI ES NECESARIO	12	1 248	¼		
36	DESMONTE LA UNIDAD DE MANTENIMIENTO	12	1 248	2		
37	LIMPIE LA UNIDAD E INSTALELA NUEVAMENTE	12	1 248	1		
38	INSPECCIÓN DE FAJAS DEL MEZCLADOR DEL REACTOR	12	1 248	1		
39	CAMBIE LAS FAJAS SI ES NECESARIO.	12	1 248	1/2		
40	INSPECCION DE FUGAS DEL CILINDRO DE LA COMPUERTA	12	1 248	1/2		
41	ELIME LAS FUGAS SI ES QUE EXISTEN	12	1 248	1		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. Área de esponja, inspección y lubricación cada año

DIVECO, S.A. ÁREA DE ESPONJA					CÓDIGO 0014	
HOJA DE INSPECCIÓN Y LUBRICACIÓN CADA AÑO					FECHA:	
					HORA:	
					RESPONSABLE:	
Núm.	HOJA DE INSPECCIÓN Y LUBRICACIÓN ANUAL	Horas laboradas	Tiempo Prom. en opera. horas	Necesita lubricar ajustar o cambiar	Orden de trabajo	Observaciones
1	-DRENAR ACEITE DE CAJA REDUCTORA DE MOTOR MEZCLADOR DE TDI (TANQUE)					
2	-NIVELAR DE ACEITE CAJA REDUCTORA DE MOTOR MEZCLADOR DE TDI (TANQUE)	624	1			
3	-LIMPIEZA DE FILTROS DEL TANQUE DE TDI	624	½			
4	-REVISIÓN DE TERMÓMETRO TANQUE DE TDI	624	1/4			
3	-REVISAR O CAMBIAR EMPAQUES DE FLANGE DE LAS TUBERIAS DE TDI	624	1			
4	LIMPIEZA DE RESPIRADEROS DE TANQUE DE TDI	624	1/2			
5	REAPRETAR TORNILLERÍA DE TANQUE DE TDI	624	1			
6	REAPRETAR TORNILLOS DE LOS AGITADORES DEL TANQUE DE TDI	624	1/2			
7	CAMBIAR MANGUERA DE TDI GIRATORIA	624	2			
8	CAMBIO DE MANGUERA DE TDI EN BOMBA DE TRASCIEGO	624	1			
9	REVISIÓN DEL ESTADO FÍSICO DEL SENSOR DE LA VÁLVULA DE TDI	624	¼			
10	LIMPIEZA DEL DEPOSITO DE TDI (UNIDAD DEL REACTOR)	624	½			
11	CAMBIO DE MANGUERA DE ALIMENTACIÓN DE TDI EN VÁLVULA	624	1			
12	DESARME PARA DRENAR ACEITE DE CAJA REDUCTORA DE POLYOL	624	¼			
13	ARME PARA NIVELAR DE ACEITE	624	2			
14	REVISE Y CAMBIE SI FUERA NECESARIO EL TERMOMETRO AL TANQUE DE POLYOL	624	1			
15	DESARME Y LIMPIE LOS FILTROS DEL TANQUE DE POLYOL	624	1			
16	REVISE Y CAMBIE SI FUERA NECESARIO EL TERMOMETRO DEL TANQUE DE CLORURO	624	1/2			

Continuación de la tabla XX.

Núm.	HOJA DE INSPECCIÓN Y LUBRICACIÓN ANUAL	Horas laboradas	Tiempo Prom. en opera. horas	Necesita lubricar ajustar o cambiar	Orden de trabajo	Observaciones
18	DESARME Y REVISE LA BOMBA DE CLORURO (MECANISMO)	12	2 496			
19	ARME Y PRUEBA EL FUNCIONAMIENTO	12	2 496	1		
20	DESARME LA VÁLVULA DE INYECCIÓN DE CLORURO EN PROCESO FINAL	12	2 496	½		
21	LIMPIEZA DE VÁLVULA DE INYECCIÓN DE SILICONA EN PROCESO FINAL	12	2 496	1/4		
22	LIMPIEZA DE VÁLVULA DE INYECCIÓN DE AGUA EN PROCESO FINAL	12	2 496	1		
23	LIMPIEZA DE VÁLVULA DE INYECCIÓN DE AMINA EN PROCESO FINAL	12	2 496	1/2		
24	DESARME LOS CILINDROS NEUMATICOS DE LOS CILINDROS DE ESPUMADO. (UNA A UNO)	12	2 496	1		
25	REVISE Y CAMBIE LOS EMPAQUE/ORING	12	2 496	1/2		
26	LUBRIQUE ANTES DE ARMAR	12	2 496	2		
27	MONTE LOS CILINDROS	12	2 496	1		
28	REVISE Y CAMBIE SI FUERA NECESARIO LOS RODOS QUE SOPORTAN AL CILINDRO DE ESPUMADO	12	2 496	¼		
29	REVISE Y CAMBIE SI FUERA NECESARIO LOS PASADORES DE LOS CILINDROS DE ESPUMADO	12	2 496	½		
30	REVISE Y CAMBIE SI FUERA NECESARIO LA MANGUERA DE ALIMENTACION DE AIRE AL CILINDRO DE ESPUMADO	12	2 496	1		
31	DESARME LA VÁLVULA MANUAL 5/2 EN CILINDRO DE ESPUMADO	12	2 496	¼		
32	LIMPIE Y LUBRIQUE	12	2 496	2		
33	ARMAR Y MONTAR LA VALVULA	12	2 496	1		
34	DESMONTAR MOTOR DE MEZCLA DE TANQUE	12	2 496	1		
35	DESARMAR MOTOR DE MEZCLA DE TANQUE	12	2 496	1/2		
36	DESARMAR MOTOR DE MEZCLA DE TANQUE	12	2 496	1/2		
37	CAMBIAR COJINETES (USAR COJINETES SELLADOS) EN TANQUE	12	2 496	1		

Continuación de la tabla XX.

Núm.	HOJA DE INSPECCIÓN Y LUBRICACIÓN AUAL	Horas laboradas	Tiempo Prom. en opera. horas	Necesita lubricar ajustar o cambiar	Orden de trabajo	Observaciones
38	LIMPIEZA DE ESTATOR CON DIELECTRICO					
39	ARMAR MOTOR	12	2 496	1		
41	MONTAR MOTOR Y CAMBIAR ACEITE DE LA CAJA REDUCTORA	12	2 496	½		
42	NIVELAR DE ACEITE CAJA REDUCTORA	12	2 496	1/4		
43	REAPRETAR TORNILLOS DE FLANGE.(MOTOREDUCTOR)	12	2 496	1		
44	CAMBIE LOS RACORES DE LA VALVULA DE SILICONA	12	2 496	1/2		
45	CAMBIE LOS RACORES DE LA VALVULA DE AMINA	12	2 496	1		
46	CAMBIE LOS RACORES DE LA VALVULA DE CLORURO	12	2 496	1/2		
47	REVISIÓN DE LAS POLEAS DEL MEZCLADOR DEL REACTOR RECTIFICAR SI ES NECESARIO	12	2 496	2		
48	REVISIÓN DE LAS VALVULAS DE PASO DEL REACTOR, SI ES NECESARIO CAMBIELAS	12	2 496	1		
49	CAMBIO DE RACORES DEL CILINDRO DE CIERRE Y APERTURA DE LA COMPUERTA	12	2 496	¼		
50	MANDAR A FABRICAR RIELES DE LA COMPUERTA(HIERRO FUNDIDO)	12	2 496	½		

Fuente: elaboración propia.

3.4. Equivalencia de lubricantes

En Diveco, S.A. los lubricante utilizados para las máquinas y equipos son recomendados por el fabricante, y claro siendo el fabricante el que los recomienda es importante encontrar las equivalencias precisas, pero en su caso el estudio se llevó a cabo debido a que estos lubricantes son escasos y por lo mismo no han sido encontrados en el mercado local ya que es de vital

importancia, para la constante demanda y fabricación de camas y sus componentes, en este caso el fabricante recomendó un aceite mineral ISO-15.

Es importante que toda recomendación de lubricación para un equipo industrial deba estar orientada hacia la selección del grado ISO del aceite en función de la temperatura de operación del aceite en el equipo y de la temperatura ambiente. En este caso es necesario tener en cuenta lo siguiente: si el fabricante especifica el nombre y la marca de un aceite, estos deben ser comerciales en el país donde vaya a operar el equipo, de no ser así, se debe hallar el aceite equivalente a éste, hasta donde sea posible, de la misma marca que la que se utiliza en la lubricación de los demás equipos de la empresa.

Si no se utilizan lubricantes equivalentes a los recomendados al cabo del tiempo, se tendrán un buen número de lubricantes que dificultan la correcta lubricación de los equipos y que si se hace un análisis minucioso de ellos se encontrará que muchos de ellos son equivalentes entre sí y que el número final de lubricantes que se pueden utilizar es ostensiblemente menor.








Cuando el fabricante especifica el tipo de aceite a utilizar en un sistema de clasificación diferente al ISO, como el ASTM (hoy en día en desuso), AGMA o SAE, se debe hallar el equivalente entre estos y el ISO. En este caso se puede tener por ejemplo, que el fabricante recomiende para un reductor de velocidad un aceite AGMA 5EP a una temperatura de operación de 60 °C y para una temperatura ambiente de 30 °C. 220 EP a las mismas condiciones de temperatura, tanto de operación como ambiente.

Tabla XXI. **Equivalencia de lubricantes para maquinas fabricadoras de resortes**



TABLA GRÁFICA DE MECANISMOS EN LA LUBRICACIÓN

EQUIVALENCIA DE LUBRICANTES PARA MÁQUINAS FABRICADORAS DE RESORTES

RESORTERA # 1

			LUBRICACION ACTUAL	FABRICANTE		EQUIVALENCIA		
SÍMBOLO	COMPONENTE	ILUSTRACIÓN	LUBRICANTE	MARCA	LUBRICANTE	MARCA	LUBRICANTE	FRECUENCIA
)*(=0= +++ (0	Bujes (de Fricción) Seguidores de Levas.		Mystral Aceite ISO-150	ESPAÑA	ACEITE ISO-150	SHELL ACEITE	OMALA OIL-150	DIARIAMENTE
=0= +++ (0	Rodamientos Cojinetes Chumaceras Ejes		Mystral Grasa EP-1	ESPAÑA	ACEITE ISO-150	SHELL GRASA	DARINA EP-1	MENSUALMENTE
)*(=0= +++ (0	Sprokets Cadenas Poleas		Mystral Aceite ISO-150	ESPAÑA	ACEITE ISO-150	SHELL ACEITE	OMALA OIL-150	MENSUALMENTE
=0= +++ (0 )*(	Transmisiones Engranajes Cremalleras Tornillos de potencia Aéreas Deslizantes		Mystral Grasa EP-2	ESPAÑA	ACEITE ISO-150	SHELL GRASA	DARINA EP-2	MENSUALMENTE
=0= +++ (0	Reductores de Velocidad		Aceite ISO-68 Hidráulico	ESPAÑA	ACEITE ISO-150	SHELL ACEITE	OMALA OIL-460	Cambio de aceite Horas de servicio (3,000hr)
ii	Sistemas Neumáticos		Mystral Aceite ISO-32	ESPAÑA	ACEITE ISO-32	SHELL ACEITE	TORCULA -32	SEMANALMENTE
=>	Lubricación por Bombeo(nivel)		Mystral Aceite ISO-150	ESPAÑA	ACEITE ISO-150	SHELL ACEITE	OMALA OIL-150	MENSUALMENTE
L	Limpieza Antes de Lubricar							DIARIO SEMANAL MENSUAL

Continuación de la tabla XXI.

	Numeración de la pieza o componente			SEGÚN PROGRAMACION
0	Revisión Desmontaje y montaje			LIMPIEZA AL TIEMPO PREVISTO
//	Tuberías Válvulas Cilindros			LIMPIEZA AL TIEMPO PREVISTO

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Equivalencia de lubricantes para maquinas fabricadoras de revestimiento**






TABLA GRÁFICA DE MECANISMOS EN LA LUBRICACIÓN
EQUIVALENCIA DE LUBRICANTES PARA MÁQUINAS FABRICADORAS DE REVESTIMIENTO

REVESTIDO # 2

			LUBRICACION ACTUAL	FABRICANTE			EQUIVALENCIA		
SIMBOLO	COMPONENTE	ILUSTRACIÓN	LUBRICANTE	MARCA	LUBRICANTE	MARCA	LUBRICANTE	FRECUENCIA	

)*(=0= +++ (0	Bujes (de Fricción) Seguidores de Levas.		Mystral Aceite ISO-150	ESPAÑA	ACEITE ISO-150	SHELL ACEITE	OMALA OIL-150	DIARIAMENTE
=0= +++ (0	Rodamientos Cojinetes Chumaceras Ejes		Mystral Grasa EP-1	ESPAÑA	ACEITE ISO-150	SHELL GRASA	DARINA EP-1	MENSUALMENTE
)*(=0= +++ (0	Sprokets Cadenas Poleas		Mystral Aceite ISO-150	ESPAÑA	ACEITE ISO-150	SHELL ACEITE	OMALA OIL-150	MENSUALMENTE

Continuación de la tabla XXII.

=0= +++ (O) )*(	Transmisiones Engranés Cremalleras Tornillos de potencia Aéreas Deslizantes		Mystral Grasa EP-2	ESPAÑA	ACEITE ISO-150	SHELL GRASA	DARINA EP-2	MENSUAL- MENTE
=0= +++ (O)	Reductores de Velocidad		Aceite ISO-68 Hidráulico	ESPAÑA	ACEITE ISO-150	SHELL ACEITE	OMALA OIL- 460	Cambio de aceite Horas de servicio (3,000hr)	
ij	Sistemas Neumáticos		Mystral Aceite ISO-32	ESPAÑA	ACEITE ISO-32	SHELL ACEITE	TORCULA -32	SEMANAL- MENTE	
=>	Lubricación por Bombeo(nivel)		Mystral Aceite ISO-150	ESPAÑA	ACEITE ISO-150	SHELL ACEITE	OMALA OIL- 150	MENSUAL- MENTE	
L	Limpeza Antes de Lubricar							DIARIO SEMANTAL MENSUAL	
	Numeración de la pieza o componente							SEGÚN PROGRA- MACION	
0	Revisión Desmontaje y montaje							LIMPIEZA AL TIEMPO PREVISTO	
//	Tuberías Válvulas Cilindros								LIMPIEZA AL TIEMPO PREVISTO





Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Equivalencia de lubricantes para maquinas corrugadoras de esponja**

TABLA GRÁFICA DE MECANISMOS EN LA LUBRICACIÓN

EQUIVALENCIA DE LUBRICANTES PARA MÁQUINAS CORRUGADORAS DE ESPONJA

CORRUGADORA # 3

			LUBRICACION ACTUAL	FABRICANTE			EQUIVALENCIA		
SIMBOLO	COMPONENTE	ILUSTRACIÓN	LUBRICANTE	MARCA	LUBRICANTE	MARCA	LUBRICANTE	FRECUENCIA	
=0= +++ (O)	Rodamientos Cojinetes Chumaceras Ejes		Mystral Grasa EP-1	ESPAÑA	ACEITE ISO-150	SHELL GRASA	DARINA EP-1	MENSUAL- MENTE	
)*(=0= +++ (O)	Sprokets Cadenas Poleas		Mystral Aceite ISO-150	ESPAÑA	ACEITE ISO-150	SHELL ACEITE	OMALA OIL- 150	MENSUALM ENTE	
=0= +++ (O) )*(	Transmisiones Engranos Cremalleras Tornillos de potencia Aéreas Deslizantes		Mystral Grasa EP-2	ESPAÑA	ACEITE ISO-150	SHELL GRASA	DARINA EP-2	MENSUAL- MENTE
=0= +++ (O)	Reductores de Velocidad		Aceite ISO-68 Hidráu- lico	ESPAÑA	ACEITE ISO-150	SHELL ACEITE	OMALA OIL- 460	Cambio de aceite Horas de servicio (3,000hr)	
L	Limpieza Antes de Lubricar							DIARIO SEMANTAL MENSUAL	
0	Revisión Desmontaje y montaje							LIMPIEZA AL TIEMPO PREVISTO	

Fuente: elaboración propia.

3.5. Costos

En el análisis de costos y reducción de costos es necesario hacer cuestionarios enfocados a quienes evalúan y tienen el control, del presupuesto asignado a mantenimiento, lubricación y operación de las máquinas y estos son: ingenieros, técnicos mecánicos, y operadores, para involucrar a todos y puntualizar tiempo, materiales, mano de obra del tipo que corresponda, que intervienen en la lubricación de cada máquina asignada.

A cada operador de las máquinas asignadas se realizó un cuestionario, debido a que son ellos los responsables de llevar el record escrito de lubricación e informar de las fallas o paros a los mecánicos de turno, para dar mantenimiento, en este caso correctivo (en un 90 %).

Es de nuestro conocimiento que los operarios también hacen la labor de lubricación manual en componentes simples debido a que no pueden quedarse sin ser humectados, ya que es manual dicha operación (con aceitera o engrasadora manual), el cuestionario practicado a los operarios, arroja datos importantes para los mecánicos, ya que depende de ellos en la mayoría de los casos la puntualidad con que deben tratar la falla (menor o mayor), de cada una de las maquinas.

De acuerdo a los resultados arrojados por el cuestionario se determinaron varios tipos de falla. En la tabla XXIV:

Tabla XXIV. **Resultado en la deficiencia en la lubricación de encuesta a operadores**

Asignación y existencia	Problema	Paros
Arranque de máquina	Paro por potencia	5 %
Arranque de máquina	Potencia al 50 %	16 %
Auto lubricación	Interrupción	7 %
Lubricación manual operario	Resequedad	4 %
Lubricación manual mecánico	Resequedad	11 %
Mantenimiento preventivo	Producción afectada	11 %
Mantenimiento correctivo	Paro por mal funcionamiento	44 %
		100 %

Fuente: elaboración propia.

Encuesta a ingenieros y técnicos mecánicos que programan y lubrican cada una de las máquinas, debido a que son ellos los responsables de mantener las máquinas en constante producción, con lapsos cortos de paros, para dar mantenimiento preventivo y en caso extremo correctivo,

Es del conocimiento que los mecánicos no solo ejecutan los programas de lubricación y mantenimiento para un número determinado de máquinas, sino que para todas las áreas.

El número de mecánicos se ve menguado en caso de un mantenimiento correctivo, ya que hay mantenimientos correctivos que demandan por lo menos 2 días, 3 mecánicos, por corrección grado 3

El cuestionario practicado a los mecánicos arroja datos importantes para ratificar, que depende de diversas razones por la cual la puntualidad con el cumplimiento del programa de la lubricación de las máquinas, no es el deseado y el indicado para la producción.

De acuerdo a los resultados arrojados por el cuestionario se determinaron causas razonables por las cuales hay atrasos en una buena, cuidadosa y completa lubricación, en la siguiente tabla:

Tabla XXV. **Resultado en la deficiencia en la lubricación de encuesta a mecánicos**

Asignación y existencia	Problema	Paros %
Maquinas asignadas	Más de una máquina	11 %
Horario	Traslape de horario	7 %
Mantenimiento	Correctivo	15 %
Equivalencia de lubricantes	Ausencia	30 %
Stock de lubricantes	Tiempo de traslado	7 %
Equivalencia de grasas	Ausencia	20 %
Stock de unidades de mantenimiento	Ausencia	10 %
		100 %

Fuente: elaboración propia.

Toda esta información es de vital importancia ya que lleva a puntualizar el historial de paros inesperados, esto reflejado en pérdida de tiempo por causa ociosa y paros menores, defectos en la producción. En síntesis paros en plena producción, lo cual deja al personal sin alcanzar metas de producción y, clientes en espera de su producto terminado, y como consecuencia atrasos en la entrega.

Paros inesperados repercute en el producto final, visual formas y diseño, no cuenta con disponibilidad de inventario de aceites y grasas lubricantes, se incrementa el tiempo de fabricación, no cuenta con la herramienta adecuada para lubricar, y no cuenta con manuales de lubricación en las máquinas.

Tabla XXVI. **Historial de paros inesperados**

Capacidad de Fabricación	Piezas/1hrs	Piezas/5hrs	Piezas/12hrs	Piezas/36hrs
4 800 piezas de alambre resortes/ 24hrs	200	1 000	2 400	7 200
48 cobertores para colchón y cama /24Hrs	2	10	24	72
480 Esponja sabana/24hrs	20	100	240	720
Paros /Mes	5	3	2	1

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Interpretación de paros inesperados (5 paros al mes en área de resortes)**

Descripción	Cantidad
Total horas perdidas por paro	22
Perdida de horas de fabricación de resortes 5 paros	110
Total piezas perdidas resortes /mes	22 000
Total piezas fabricación resortes/mes	115 200
% de pérdida de piezas	19,9 %

Fuente: elaboración propia.

3.5.1. Efectos en la fabricación por paros inesperados

- Las piezas dependiendo de la máquina puede sufrir atascamiento, es más tiempo desatascar piezas, por arme y desarme de los elementos.

- Los cobertores pueden perderse y solo sirven de reciclaje en la elaboración de colchones más densos.
- Implica reubicar al personal.
- Las deformaciones en las bases de esponja, solo se puede reciclar para colchones con mayor densidad.
- Hacer un estudio inmediato de la materia prima por incumplimiento en estandarización, lo cual puede dar solución al problema, todo lo anterior como primera instancia.

3.5.1.1. Paros no programados por daños y deformidad en la fabricación

- La deformidad en los resortes repercute en el diseño del colchón, y alambre sin recubrimiento galvánico, humectación, puede ser causa de oxidación.
- Las pruebas realizada a los químicos para la fabricación de esponja es minuciosa y con mucha precaución, debido a su reacción al contacto con la piel, madera y metales por corrosión.
- Para determinar la fórmula de las esponjas se prueban las muestras de cada calidad, para determinar su elasticidad, cantidad de aire, reflejo a la carga y corte ya que de esto depende la marca de la cama junto a sus resortes y cobertor.

3.5.2. Estudio de lubricación realizado a Diveco, S.A.

El estudio realizado plantea las siguientes soluciones:

La solución que se plantea se determina de acuerdo a la información que arrojaron tanto las encuestas, como la inspección en cada una de las máquinas asignadas, con el apoyo del ingeniero de planta, operadores, mantenimiento, los que intervienen en la compra de los lubricantes y repuestos de las máquinas, y además con los que intervienen en la contratación de personal,

En síntesis se ligaron a los departamentos de operación, mantenimiento, compras, recursos humanos. Esto para tener un estricto control de:

- *Stock* de grasas y aceites lubricantes con sus respectivas equivalencias, para las máquinas resorteras, revestido, y esponja. Con abastecimiento mensual al inicio, y al regularse el stock cambiar a trimestral.
- *Stock* de repuestos de las unidades de autolubricación y sus aceites con la viscosidad apropiada.
- Establecer como mínimo tres proveedores de grasas y aceites lubricantes.
- Calendarizar como mínimo tres capacitaciones mensuales de lubricantes y sus fortalezas en su buen manejo para operadores y mecánicos, directamente por los proveedores (con el grado de inducción que amerita por grupo).

El equipo de ingenieros a cargo del programa de lubricación concuerda con la idea de apoyar con lo siguiente:

- Contratación de técnico mecánico especializado en el área de la lubricación, asignado directamente a supervisión estricta de la lubricación, aplicación y existencia de los lubricantes de las máquinas.
- Adquisición de un torno y horno de temple con su respectivo operador para agilizar los repuestos críticos o de larga espera, debido a su poca o no existencia en el mercado, o establecer un proveedor en la fabricación de repuestos y temple.
- *Stock* de repuestos como mínimo 5 piezas por repuesto crítico, y 3 por repuesto común. Las determinantes crítico y común es de acuerdo a la existencia en el mercado nacional y extranjero abastecimiento trimestral.

Asimismo los ingenieros tomaron en cuenta algunas de las soluciones optativas o a largo plazo las siguientes:

- Reemplazo de los mecanismos de tracción de cadenas a fajas.
- Depuradores del aire ambiente en las áreas contaminadas por sólidos en suspensión (polvo, fibra de hilo).
- Depuradores de aceites en las áreas contaminadas por sólidos en suspensión (polvo, fibra de hilo).

Los beneficios, extenuando a cambios no solo en los lubricantes sino que en el entorno de las máquinas asignadas también son:

Los beneficios de cada una de las soluciones planteadas en el estudio de lubricación son múltiples, pero esto conlleva a un costo que de acuerdo al estudio realizado, puede hacerse a corto plazo, para ser puntuales en el apoyo a cada una de las áreas asignadas con su respectiva solución como:

- *Stock* de grasas y aceites lubricantes, con sus respectivas equivalencias, para las máquinas resorteras, revestido, y esponja, con abastecimiento mensual.
- Este es el gran beneficio por el cual se realizó el estudio de lubricación para Diveco, S.A. con esto se depurará cada uno de los lubricantes que no tenga equivalencia, para optar por uno más comercial y eficiente.

Las unidades de mantenimiento difieren por máquina se recomendó que las unidades de mantenimiento, se estandarizaran para que el *stock* de las mismas, sea de una sola marca con regulador de frecuencia, y flujo de lubricante, con los datos de cada una de las unidades en cuanto a frecuencia y flujo de lubricante, esto para que el mantenimiento preventivo o correctivo, sea fácil, contando en bodega con existencia de unidades disponibles con sus respectivos accesorios.

3.6. Proveedores de grasas y aceites lubricantes

Para cualquier equipo que esté lubricando desde un horno o una fábrica papelera hasta engranes descubiertos o cojinetes, existe un aceite o grasa Mobil, Castrol, Shell, para satisfacer sus necesidades, además de sus

principales productos, tiene grasas especializadas para cojinetes de alta velocidad, protección ambiental, cajas de engranes, maquinaria para la elaboración de alimentos y motores eléctrico. Tiene una red global bien desarrollada de distribuidores autorizados que cumplen con requisitos estrictos relacionados con la calidad del producto y el manejo, capacitación y calificación, y representación de marca. Trabajan muy cerca con su cliente para garantizar, obtener el máximo valor de sus lubricantes industriales.

De las tres marcas propuestas es Shell la que cumplió con todos los ensayos que determinan que lubricante cumple con los aditivos y características de la hoja técnica y se detalla a continuación:

Punto de chispa es determinante en la estructura de un lubricante. Es la temperatura a la cual se forman gases suficientes para realizar una combustión. La prueba consiste en colocar el aceite en un recipiente dotado con una resistencia, para aumentarle la temperatura, luego este aceite es colocado en contacto directo con una llama, en el momento en que el producto trata de encenderse este el llamado punto de chispa ($^{\circ}\text{C}$). Se sigue calentando el aceite y nuevamente se pone en contacto con la llama y en el instante que este haga combustión, es el punto de inflamación ($^{\circ}\text{C}$).

- Prueba de humedad: para verificar que el producto está con cero humedad, factor muy importante en cualquier lubricante, la mayoría de empresas acostumbran a realizar una prueba de humedad muy sencilla, que consiste en poner a calentar al rojo vivo un metal, y luego se deja caer sobre este una gota de aceite, si crispa, el aceite presenta humedad, si por el contrario el aceite no presenta este fenómeno, está completamente libre de humedad.

- Punto de fluidez: es la temperatura más baja a la cual el aceite lubricante aún es un fluido. Indica las limitaciones de fluidez que tiene el aceite a bajas temperaturas, en el momento en que el producto trata de cambiar de estado, esa temperatura es el punto de fluidez.
- Prueba de corrosión: cuando el aceite es expuesto a la acción del agua, esta puede disolver los inhibidores de la oxidación dando origen a la formación de ácidos orgánicos, los pueden originar el deterioro en las piezas lubricadas.
- La prueba llamada también lámina de cobre: consiste en colocar una lámina de cobre en un recipiente lleno de aceite a una temperatura de 105 °C, dejándola allí por espacio de cuatro días, dependiendo del coloque tome la lámina se medirá el grado de corrosión del producto; lo ideal es que la lámina no cambie de color, es decir, que el aceite presente cero corrosión.

3.7. Se propone capacitar al personal operario y mecánico directamente por proveedores

- Al calendarizar se proponen tres capacitaciones mensuales de lubricantes y sus fortalezas en el buen manejo para operadores y mecánicos, directamente por los proveedores.
- Para las tres capacitaciones por mes se propone contratar una persona directamente de Diveco, S.A. para fortalecer los conocimientos de los mecánicos y operadores, sin dar trecho a confusión por la marca, internamente se establece hacerlo todo con base a equivalencia sin nombre solo especificación paralela de los lubricantes y grasas.

Referencias de apoyo se propone la contratación de personal experto de las tres marcas de lubricantes, y para el manejo de torno y horno, así como cambios en algunos elementos con las siguientes características:

- La contratación de una persona que se especialice en el conocimiento de las tres marcas, se considera de mucho beneficio, ya que será la encargada de transmitir todo lo concerniente a sus lubricantes y grasas, aplicación, innovación técnica y científica en el campo de la lubricación, para dar atención inmediata cuando lo requieran los procesos en la producción.
- La contratación de personal profesional para el manejo y operación de un torno, horno, y el *stock* de repuestos críticos y común, y para retroalimentar el proceso de lubricación de las máquinas, y con esto reflejar costos positivos a corto plazo.
- Cambio de cadenas a fajas y poleas dentadas en elementos cerrados y abiertos, con el beneficio de fácil sustitución o adaptabilidad, disponibilidad de acuerdo al proceso y reducción y multiplicación de velocidad con fajas dobles dentadas, *stock* amplio de acuerdo a la carga.

3.8. Limpieza del aire ambiente contaminado por sedimentos volátiles de hilo y ruptura de tela, hilo y esponja, en el proceso de hilvanado

Controlar el ambiente contaminado en el cual se sumerge a los operadores, mecánicos, elementos y mecanismos de las máquinas, materia prima y producto terminado. Para obtener mejoras en la productividad, se propone la colocación de extractores e inyectores estratégicamente en las

aéreas más sólidos en suspensión, el volumen de aire a inyectar arroja la colocación de 5 inyectores, y 6 extractores cuyos costos se visualizaran posteriormente.

Los costos de la solución planteada incluye los cambios anteriormente mencionaos, estos datos tendrán a bien ser evaluados por la junta directiva, de la división de Diveco, S.A. para comparar el presupuesto en función o presupuesto actual, con el presupuesto que propone la solución para mejorar los tiempos en la lubricación y por ende, en los de la producción en general y lo representamos en la siguiente tabla:

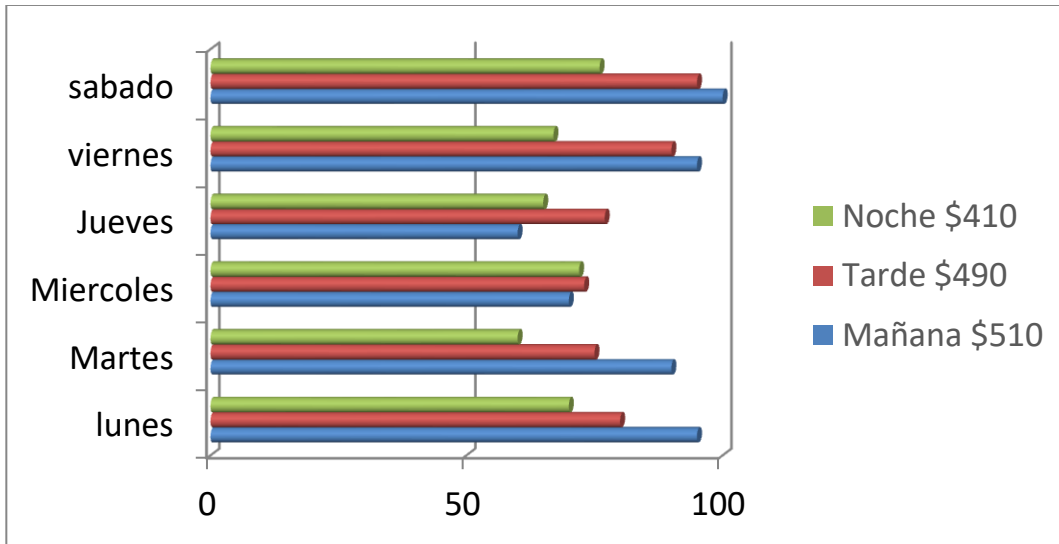
Tabla XXVIII. **Costos de la solución planteada**

Solución planteada	Inversión semanal	Inversión mensual	Inversión semestral
Equivalencia de los aceites y grasas, para darle efectividad al mantenimiento	Q 3 812,50	Q 15 250,00	Q91 500,00
Unidades de mantenimiento (nueve) actualización y <i>stock</i> de repuestos	Q 750,00	Q 3 000,00	Q18 000,00
Costo de capacitaciones	Q 375,00	Q 1 500,00	Q 9 000,00
Técnico mecánico especializado en el conocimiento de las tres marcas propuestas.	Q 1 250,00	Q 5 000,00	Q30 000,00
Adquisición de torno, y horno de temple.	Q 1 750,00	Q 7 000,00	Q42 000,00
Contratación de técnico tornero y temple de pizzas	Q 1 350,00	Q 5 400,00	Q32 400,00
<i>Stock</i> de repuestos para las máquinas asignadas	Q 1 250,00	Q 5 000,00	Q30 000,00
Reemplazo de mecanismos de cadenas a fajas	Q 1 375,00	Q 5 500,00	Q33 000,00
Depuradores del aire ambiente	Q 1 875,00	Q 7 500,00	Q45 000,00
Depuradores de aceite	Q 400,00	Q 1 200,00	Q 7 200,00
Total de la inversión			
Propuesta mensual, recuperable en el primer semestre	Q 14 187,50	Q56 350,00	Q338 100,00

Fuente: elaboración propia.

El presupuesto actual fue proporcionado por la Gerencia General con los datos obtenidos de la gráfica siguiente:

Figura 11. **Costo de mantenimiento semanal en dólares**



Fuente: elaboración propia.

La proyección de los datos proporcionados aproximados por discreción de Gerencia General de Diveco, S.A. arroja un presupuesto semanal en dólares de \$1 410,00 al cambio se tiene una tasa del día Q 7,30 por \$1,00 dólar. El presupuesto mensual es de Q 41 172,00, dado que la recuperación es en 6 meses, el costo actual semestral es de Q 247 032,00

En conclusión el costo actual semestral Q 247 032,00 vrs el costo total de la solución propuesta recuperable en el primer semestre Q 338 100,00, es apreciada de muy buena manera por la Junta Directiva de Diveco, S.A. como una muy buena solución, debido a que el porcentaje en recuperación a seis meses es de 27,9352 %

CONCLUSIONES

1. Al momento de realizar las entrevistas y el trabajo de campo se determinó que en la planta no existe programa de lubricación para las máquinas o equipos ya que solo realizan reparación por fallas en los mismos y basados en experiencias del personal; también no cuentan con inventario de lubricantes de las máquinas o equipos.
2. El estudio de lubricación de las máquinas y equipos comprende un control de todos los componentes, mecanismos principales, según las horas de operación en la lubricación.
3. Al implementar el estudio de lubricación se podrá adquirir experiencia en las causas de fallas respectivas y asegurar el buen funcionamiento de las máquinas realizando de una forma adecuada y en el momento preciso la lubricación.
4. El estudio de lubricación para Camas Olympia permite planificar las actividades de lubricación que por razones de tiempo tiene paralelismo con el mantenimiento preventivo, eliminando con ello la lubricación correctiva al mismo tiempo reduciendo los costos y los paros inesperados.
5. Al mantener en pleno funcionamiento las máquinas se obtendrá una calidad estable y sin variaciones en el producto terminado, esto se logrará con la lubricación puntual por medio del estudio de lubricación

según las horas de operación y con ello ofrecerle al cliente el producto acorde sus necesidades.

RECOMENDACIONES

Al gerente general

1. Propiciar la participación del personal de mantenimiento, producción, y recepción de materiales para el éxito del estudio de lubricación de las máquinas y eliminar o reducir los efectos por la falta de lubricación.

Al gerente de Mantenimiento

2. Implementar los controles establecidos en el presente estudio para cada tipo de máquina o equipo, como una base de inspección para planificar los trabajos de lubricación de una forma eficiente y con el tiempo eliminar los paros inesperados y prolongar la vida útil de las máquinas y equipos.

Al jefe de cada área

3. Evaluar anualmente con el equipo de trabajo los logros obtenidos para realizar las modificaciones o mejoras que permitan optimizar los resultados de una manera clara y eficiente.

Al jefe de Bodega

4. La existencia de los lubricantes tanto los determinados por el fabricante como los que en su momento le sustituirán en un periodo de un año, con los volúmenes necesarios a utilizar en este periodo y lograr la

lubricación necesaria para las máquinas y equipos y evitando la pérdida de tiempo por su ausencia o equivalencia.

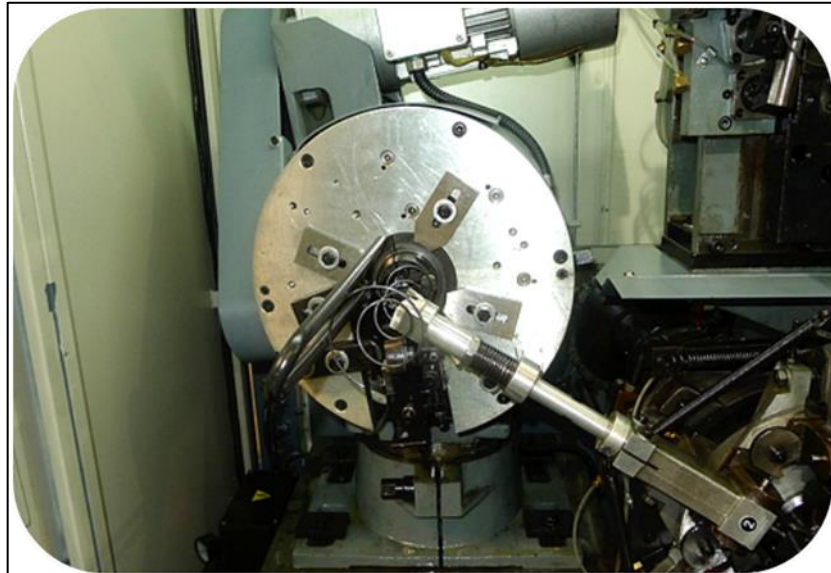
BIBLIOGRAFÍA

1. ADDLE, Yourgen. *The Experimental Design to find optimal conduction*. Ed. MIR, 1970. p. 196.
2. AGUADO, Nain. *Los 10 pilares de la gestión para un plan de lubricación exitoso*. <http://www.lubricaronline.blogspot.com>. Consulta: 10 de abril de 2018.
3. ERLLEN, S. *Statistic Engineering tables*. 1980. p. 252.
4. GONZÁLEZ, Sergio Eduardo. *Planificación de experimentos de la industria química*. UCLV, 1992. p. 146.
5. IGLESIAS, Antonio. *Nueva grasa suplanta aceites en la lubricación de las chumaceras*. Int. Sugar Jul., 1994. Vol. 96. p. 1146.
6. LIMA, Byron. David. *Cané mil brass lubricación*. Int. Sugar Jul., 1994, Vol. 96, No 1146.
7. RODRÍGUEZ, Miguel César. *Empleo de grasas lubricantes en las chumaceras de las plantas molidoras de caña*. Ponencia VI Forum de Ciencia y Técnica, 1991. p. 44.
8. TRUJILLO, Gerardo. *La lubricación en América Latina*. <http://www.monografias.com/trabajos82/control-calidad-aceites-lubri> cantes/control-calidad-aceites-

lubricantes2.shtml#ixzz4hkwapxD. Consulta: 10 de abril de 2018.

APÉNDICES

Apéndice 1. Objeto de investigación



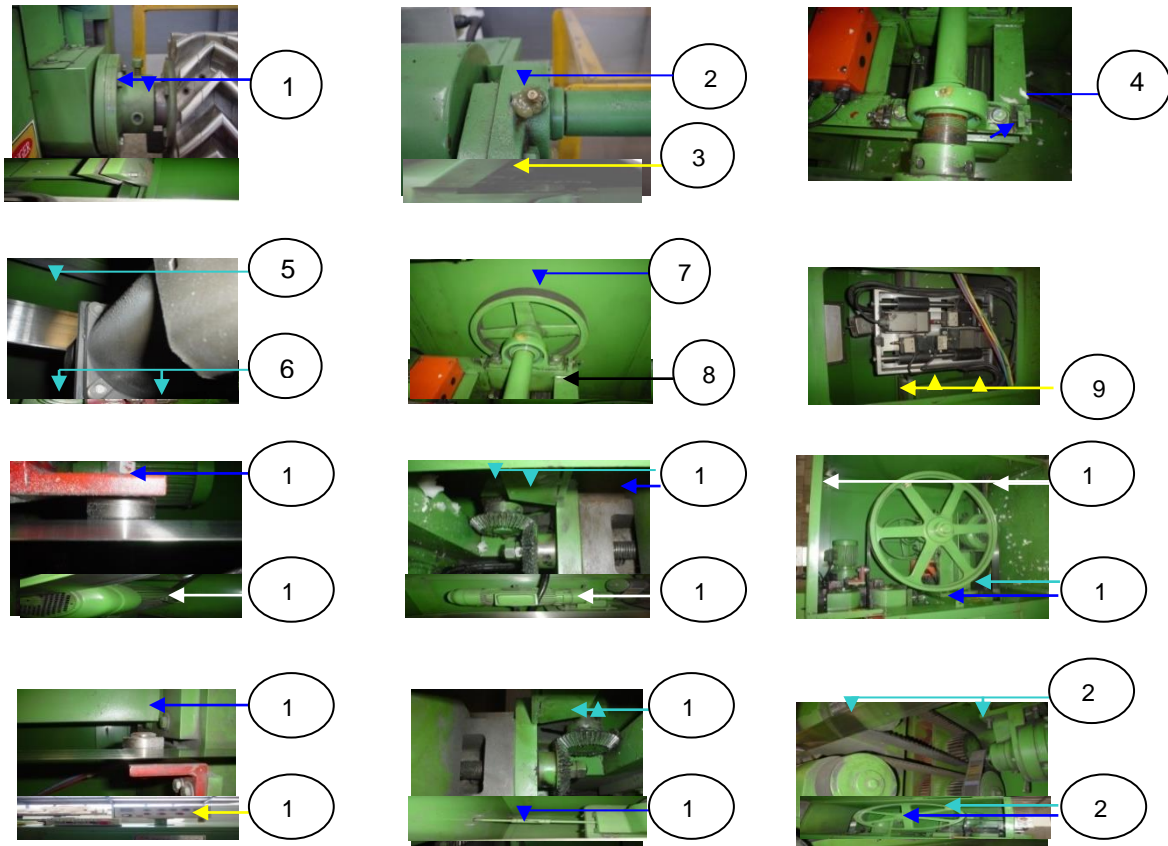
Objeto de Intervención:

- Área De Alambre(Resortes)
- Área de Revestido(Enguatadoras)
- Área de Esponja(Corrugadoras)

Fuente elaboración propia

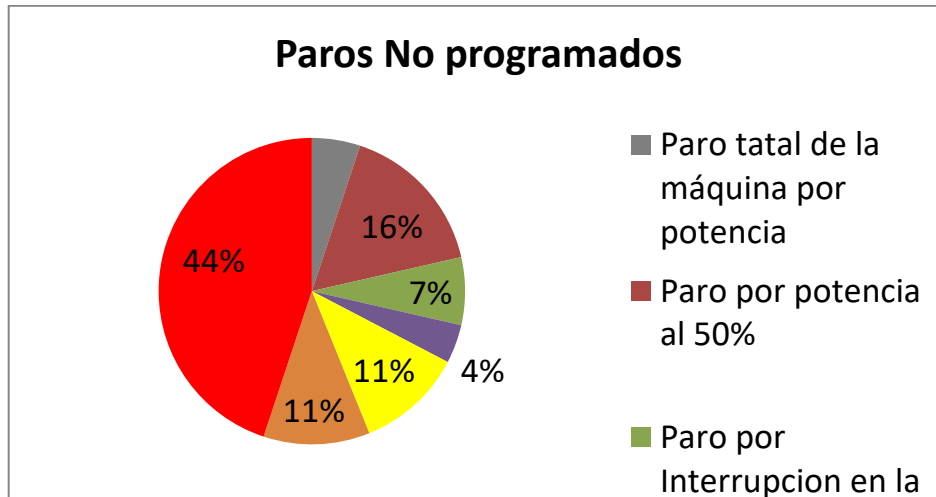
Apéndice 2. Puntos de lubricación corrugadora de esponja

PUNTOS DE LUBRICACIÓN



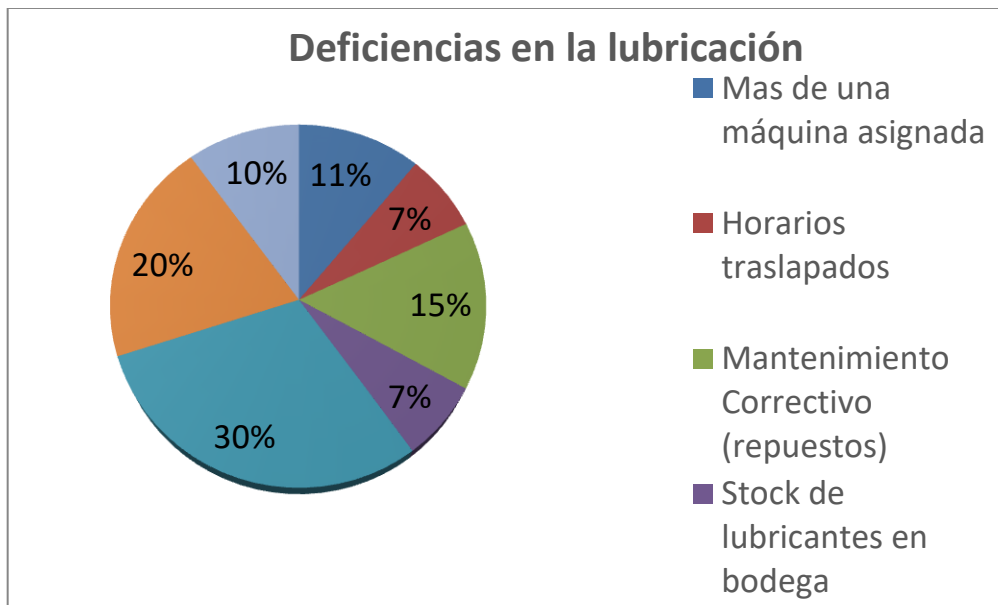
Fuente elaboración propia.

Apéndice 3. **Gráfica de encuesta a operadores**



Fuente elaboración propia.

Apéndice 4. **Gráfica de datos realizados a mecánicos**



Fuente elaboración propia.

Apéndice 5. **Simbología y códigos de los componentes**

Determinar el componente con solo verificar el símbolo o código:

Ejemplo:

- | <u>Elemento</u> | <u>Código</u> | <u>Símbolo</u> |
|-----------------|---------------|----------------|
|-----------------|---------------|----------------|
- Poleas.

Polea Doble PL-DL

- Polea Simple PL-SP
- Polea Triple PL-TP
- Polea Cuádruple PL-CP



- Polea Doble PL-DL
- Polea Triple PL-TP
- Polea Cuádruple PL-CP
-

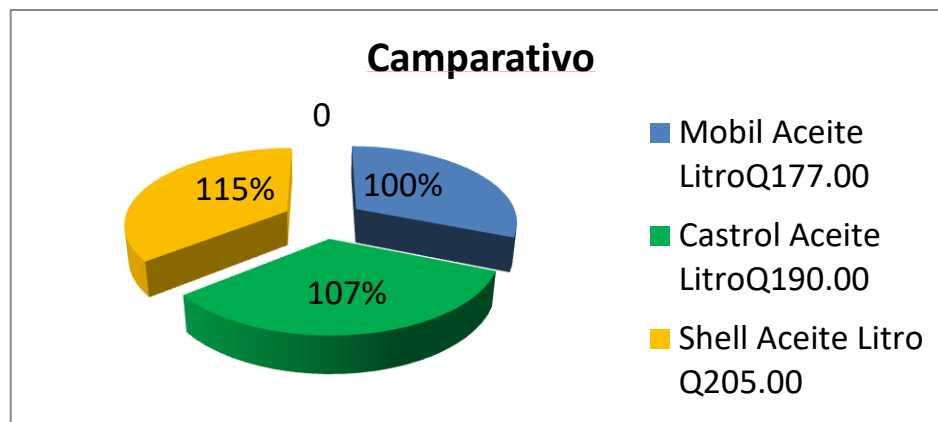
Fuente elaboración propia.

Apéndice 6. **Cambio de cadenas a fajas y poleas dentadas**



Fuente elaboración propia.

Apéndice 7. **Comparación en costos de grasas y aceite mobil, castrol y shell**



Fuente elaboración propia.

Apéndice 8. **Aceites propuestos para máquinas corrugadora de esponja**

				CODIGO		GRIBETZ No.1		
TABALA DE LUBRICACIÓN PROPUESTA								
SIMBOLO	COMPONENTE	ILUSTRACIÓN	Lubricación Actual	FABRICANTE		EQUIVALENCIA		FRECUENCIA
			Lubricante	MARCA	LUBRICANTE	MARCA	LUBRICANTE	
	Bujes Seguidores de Levas Levas. Y Amortiguad.							.....
	Rodamientos Cojinetes Chumaceras Ejes		*****	*****	*****	SHELL GRASA	DARINA EP-1	MENSUALMENTE
	Sprocket Cadenas Poleas		*****	*****	*****	SHELL ACEITE	OMALA OIL-150	MENSUALMENTE
	Transmisiones Engranés Cremalleras Tornillos de potencia Areas Deslizantes		*****	*****	*****	SHELL GRASA	DARINA EP-2	MENSUALMENTE
	Reductores de Velocidad		*****	*****	*****	SHELL ACEITE	OMALA OIL-460	Cambio de aceite Horas de servicio indicadas por el Fabricante(3,000hr)
	Sistemas Neumaticos							.....
	Lubricacion por Bombeo(nivel)							
	Limieza Antes de Lubricar	CUANDO SEA REQUERIDA LUBRICACION DIARIAMENTE *CUANDO SEA REQUERIDA LUBRICACION SEMANALMENTE *CUANDO SEA REQUERIDA LUBRICACION MENSUALMENTE						DIARIAMENTE SEMANALMENE MENSUALMENTE

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. **Petróleo: proceso por refinado combustibles y lubricantes**




Fuente: Combustibles Shell. <https://shelllubricantesycombustiblesrefinados.com>.

Consulta: 15 de marzo de 2018.

Anexo 2. **Descripción en el diseño de resorte para cama**

Calibre	inch	mm ±0.01	Fuerza de Tensión Ksi [Mpa]	
			Min [mm]	Max[mm]
Cal 13 ½	0,087	2,20	225/265	1 460/1 720
Cal 13	0,091	2,32	225/265	1 460/1 720
Cal 12 ¾	0,095	2,41	220/260	1 430/1 690



Fuente: Tipos de resorte en tu colchón. <https://tiposderesortesparacama.com>.

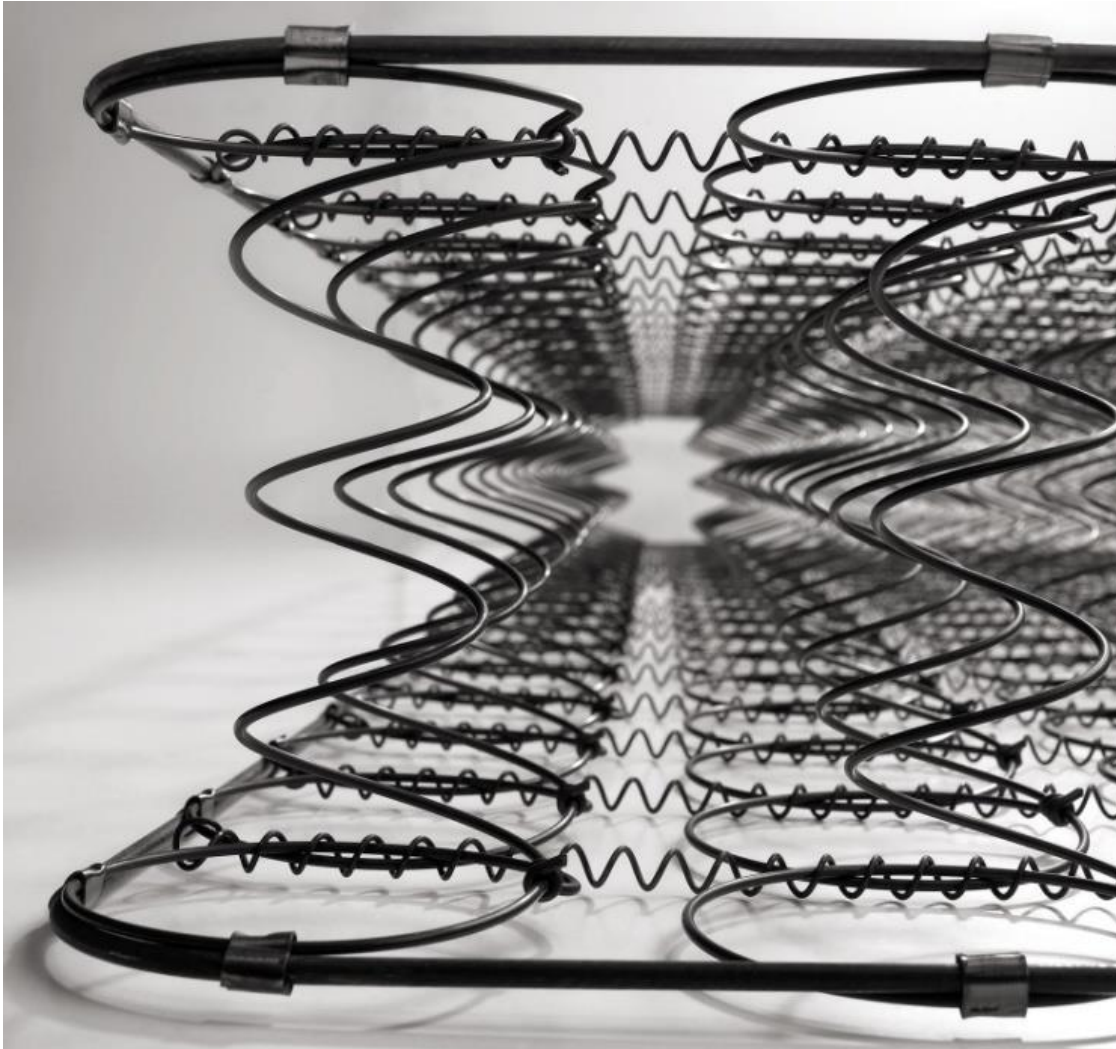
Consulta: 15 de marzo de 2018.

Anexo 3. **Ensamble de las camas con sus partes y accesorios**



Fuente: Cama de resorte. <https://camasderesortes.com>. Consulta: 15 de marzo de 2018.

Anexo 4. **Vista ensamble de resorte continuo**



Fuente: Cama de resorte. <https://camasderesortes.com>. Consulta: 15 de marzo de 2018.

Anexo 5. Envasado de lubricantes



Fuente: Camas Olympia. <https://camasolympia.com>. Consulta 15 de marzo de 2018.

Anexo 6. **Colocación de borde en lateral cobertor**



Fuente: Camas Olympia. <https://camasolympia.com>. Consulta 15 de marzo de 2018.