



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

**PLAN DE CONSERVACIÓN PARA EQUIPOS DE BOMBEO Y COLOCACIÓN DE
CONCRETO**

Heber Isaac Díaz Román

Asesorado por el Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda

Guatemala, octubre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PLAN DE CONSERVACIÓN PARA EQUIPOS DE BOMBEO Y COLOCACIÓN
DE CONCRETO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

HEBER ISAAC DÍAZ ROMÁN

ASESORADO POR EL ING. EDWIN ESTUARDO SARCEÑO ZEPEDA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2017

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. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Álvaro Antonio Ávila Pinzón
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Figueroa Vásquez
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

PLAN DE CONSERVACIÓN PARA EQUIPOS DE BOMBEO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 28 de enero de 2015.



Heber Isaac Díaz Román



Guatemala, 28 de septiembre de 2016
Ref.EPS.DOC.694.09.16.

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 **Heber Isaac Díaz Román** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. 200512215, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **PLAN DE CONSERVACIÓN PARA EQUIPOS DE BOMBEO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO**.

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
Unidad de Ingeniería Mecánica

c.c. Archivo
EESZ/ra



Guatemala, 28 de septiembre de 2016
REF.EPS.D.402.09.16

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

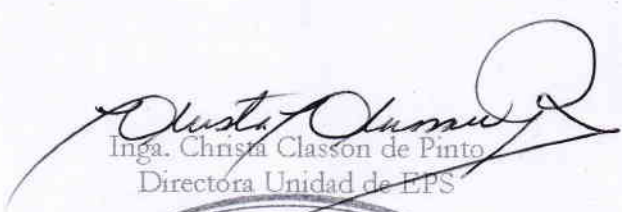
Estimado Ingeniero Guzmán:

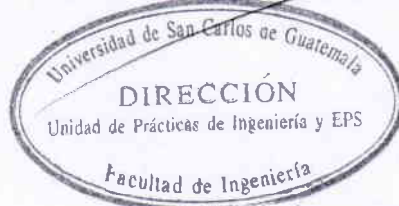
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado: **PLAN DE CONSERVACIÓN PARA EQUIPOS DE BOMBEO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Heber Isaac Díaz Román** quien fue 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 Director 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.307.2016

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: **PLAN DE CONSERVACIÓN PARA EQUIPOS DE BOMBEO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO** del estudiante **Heber Isaac Díaz Román**, procede a la autorización del mismo para su revisión.

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Roberto Guzmán Ortiz
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, noviembre de 2016
/aej



USAC

TRICENTENARIA

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.296.2017

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: **PLAN DE CONSERVACIÓN PARA EQUIPOS DE BOMBEO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO** del estudiante **Heber Isaac Díaz Román, CUI 1835853131501, Reg. Académico No. 200512215** y luego de haberlo revisado en su totalidad, procede a la autorización del mismo.

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Roberto Guzmán Ortiz
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, octubre de 2017

/aej

Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.494.2017

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: **PLAN DE CONSERVACIÓN PARA EQUIPOS DE BOMBEO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO**, presentado por el estudiante universitario: **Heber Isaac Díaz Román**, 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 Blanco
Decano



Guatemala, octubre de 2017

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por darme la oportunidad de cumplir este sueño, a Él sea la honra y la gloria.
Mis padres	Francisco Díaz Sucup y Raymunda Román Chén, por su amor, esfuerzo y apoyo incondicional brindado en el trayecto de mi vida.
Mis hermanos	Mario y Gustavo Díaz. Por ser una importante influencia en mi vida.
Mi tía	Josefina Román Chén, por su apoyo y cariño brindado.
Mis amigos	Por apoyarme en los momentos difíciles.
Mis familiares	Por animarme a terminar de cumplir esta meta.
Mi mejor amiga	Heydi Hernández, por apoyarme a finalizar este proyecto.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Especialmente a la facultad de Ingeniería, por permitirme estudiar y cumplir un sueño.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme los conocimientos y habilidades necesarias para desempeñarme como profesional.
Colocación de Concreto, S.A.	Por brindarme la oportunidad de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).
Ing. Héctor Juárez	Por el apoyo brindado en la realización del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).
Ing. Juan Carlos Gudiel	Por sus consejos y apoyo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XIII
GLOSARIO.....	XV
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. Descripción de la empresa.....	1
1.1.1. Ubicación.....	1
1.1.2. Historia.....	1
1.1.3. Misión.....	2
1.1.4. Visión.....	2
1.1.5. Valores.....	2
1.1.6. Organigrama.....	3
1.2. Descripción del problema.....	4
1.3. Plan de conservación.....	4
1.4. Clasificación de las bombas de concreto.....	4
1.4.1. Bomba para concreto tipo pluma montada en un camión.....	5
1.4.2. Bomba para concreto montada en un camión.....	6
1.4.3. Bomba para concreto remolcada.....	7
1.5. Tipos de concreto.....	8

2.	FASE DE INVESTIGACIÓN.....	9
2.1.	Descripción de los camiones.....	9
2.2.	Historial de mantenimiento.....	9
2.3.	Historial de consumo de combustible.....	14
2.4.	Propuesta de mejoras para el ahorro de combustible.....	15
2.5.	Costos de propuesta de mejoras.....	16
2.6.	Análisis de costos.....	16
3.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.....	25
3.1.	Inventario y codificación de los equipos.....	25
3.1.1.	Codificación del equipo de bombeo y colocación de concreto.....	26
3.1.2.	Inventario del equipo de bombeo y colocación de concreto.....	27
3.2.	Análisis FODA.....	29
3.3.	Componentes de la bomba para concreto tipo pluma.....	30
3.3.1.	Cilindros hidráulicos.....	30
3.3.2.	Cilindros de material.....	31
3.3.3.	Caja de enfriamiento.....	32
3.3.4.	Cabeza de pistón.....	33
3.3.5.	Tolva.....	34
3.3.6.	Válvula oscilante.....	35
3.3.7.	Tubería de transporte para concreto.....	36
3.3.8.	Pluma de distribución.....	37
3.3.9.	Bombas hidráulicas.....	38
3.3.10.	Circuito hidráulico.....	39
3.4.	Equipo de colocación de concreto.....	46
3.4.1.	Helicópteros manuales.....	46
3.4.2.	Helicópteros tripulados.....	47

3.4.3.	Cortadoras.....	48
3.4.4.	Conjunto vibrador	49
3.4.5.	Motores para conjunto vibrador	51
3.5.	Plan de conservación de equipo de bombeo de concreto	52
3.5.1.	Actividades a desarrollar	52
3.5.1.1.	Recopilación de información de los manuales de operación y mantenimiento	52
3.5.1.2.	Información sobre la operación del equipo.....	52
3.5.1.3.	Recopilación del historial de mantenimiento	53
3.5.1.4.	Comparación del mantenimiento actual y el programa de mantenimiento estipulado en el manual.....	53
3.5.2.	Formatos para el control de mantenimiento	53
3.5.2.1.	Ficha técnica del equipo	53
3.5.2.2.	Orden de trabajo.....	55
3.5.2.3.	Formato para el registro de actividades de conservación.....	57
3.5.2.4.	Formato para el registro de fallas	58
3.5.2.5.	Ficha de requisición de materiales y/o suministros.....	59
3.5.3.	Rutinas de conservación para bombas de concreto tipo pluma	60
3.5.3.1.	Sistema hidráulico	62
3.5.3.2.	Lubricación de piezas móviles.....	66
3.5.3.3.	Cambio de piezas de desgaste.....	71

3.6.	Plan de conservación de equipo de colocación de concreto....	81
3.6.1.	Actividades a desarrollar	81
3.6.1.1.	Recopilación de información de los manuales de operación y mantenimiento.....	81
3.6.1.2.	Información sobre la operación del equipo.....	81
3.6.1.3.	Recopilación del historial de mantenimiento.....	82
3.6.1.4.	Comparación del mantenimiento actual y el programa de mantenimiento estipulado en el manual.....	82
3.6.2.	Ficha técnica del equipo.....	82
3.6.3.	Orden de trabajo	87
3.6.4.	Formato para el registro de actividades de conservación	89
3.6.5.	Formato para el registro de fallas.....	90
3.6.6.	Ficha de requisición de materiales y/o suministros	91
3.6.7.	Rutinas de conservación	92
3.7.	Proceso para la solicitud de repuestos.....	106
3.8.	Proceso para el inicio del mantenimiento del equipo de bombeo y colocación de concreto.....	108
4.	FASE DE DOCENCIA.....	109
4.1.	Importancia de la conservación en los equipos.....	109
4.2.	Capacitación del personal	110
4.3.	Importancia del historial de conservación	119

4.4.	Presentación de resultados	120
	CONCLUSIONES	121
	RECOMENDACIONES	123
	BIBLIOGRAFÍA	125
	APÉNDICES	129
	ANEXOS	135

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Estructura organizacional de la Empresa Colcosa & Alicosa	3
2.	Bomba para concreto tipo pluma, montada en un camión	6
3.	Bomba para concreto montada en un camión.....	7
4.	Bomba para concreto remolcada	8
5.	<i>Fan clutch</i> para un motor Mack modelo AI-350.....	10
6.	Flujo de efectivo para la inversión de la compra del <i>fan clutch</i> de la Pluma No. 1	22
7.	Flujo de efectivo para la inversión de la compra del <i>fan clutch</i> de la Pluma No. 2	23
8.	Código del equipo de bombeo de concreto.....	27
9.	Cilindros hidráulicos	30
10.	Cilindros de material.....	31
11.	Caja de enfriamiento	32
12.	Cabeza de pistón	33
13.	Tolva.....	34
14.	Válvula oscilante	35
15.	Tubería para transporte de concreto.....	36
16.	Pluma de distribución	37
17.	Bombas hidráulicas	39
18.	Circuito hidráulico, primera fase.....	42
19.	Circuito hidráulico, segunda fase	43
20.	Circuito hidráulico, tercera fase.....	44
21.	Circuito hidráulico, cuarta fase	45

22.	Helicóptero manual	47
23.	Helicóptero tripulado	48
24.	Cortadora de concreto	49
25.	Conjunto vibrador.....	50
26.	Motores para conjunto vibrador	51
27.	Reporte 360° de vehículo aplicado a las plumas	61
28.	Nivel de aceite del tanque hidráulico	63
29.	Llave para purga del agua del tanque hidráulico	63
30.	Filtro de aceite hidráulico secundario.....	64
31.	Filtro de aceite hidráulico primario	64
32.	Tanque de aceite hidráulico	65
33.	Mangueras de las bombas hidráulicas.....	65
34.	Enfriador de aceite hidráulico	66
35.	Punto de engrase de la válvula oscilante.....	68
36.	Punto de engrase del agitador del lado derecho	68
37.	Punto de engrase del agitador del lado izquierdo.....	69
38.	Puntos de engrase del cilindro de la válvula oscilante.....	69
39.	Puntos de engrase del giro de la torre	70
40.	Superficie de lubricación de estabilizadores de la pluma.....	70
41.	Puntos de engrase de los brazos de la pluma	71
42.	<i>Bushing</i> del eje de la válvula oscilante	75
43.	Placa de gafas individuales	76
44.	Placas de desgaste.....	76
45.	Válvula oscilante	77
46.	Sello de riñón	77
47.	Resorte de presión.....	78
48.	Anillo de corte	78
49.	Base de la placa de espejo.....	79
50.	Placa de espejo	79

51.	Conjunto armado de piezas de desgaste	80
52.	Motor de combustión interna del helicóptero manual	93
53.	Puntos de engrase de los brazos de las aspas	93
54.	Despiece de la caja de engranajes	94
55.	Mecanismo de transmisión de potencia por correa	94
56.	Puntos de engrase del sistema de transmisión de potencia	96
57.	Transmisión de potencia por correa dentada	96
58.	Despiece de la caja de engranajes	97
59.	Puntos de engrase del sistema de dirección.....	97
60.	Motor de combustión interna del helicóptero tripulado	98
61.	Mecanismo para la profundidad del disco de corte	99
62.	Guía para el disco de corte para concreto	99
63.	Motor de combustión interna de la cortadora de concreto	100
64.	Mecanismo de transmisión de potencia por correa	100
65.	Péndulo	102
66.	Acople de la manguera	102
67.	Punta.....	103
68.	<i>Housing</i>	103
69.	Ubicación del filtro de aire	105
70.	Acople de salida	105
71.	Ubicación del drene y llenado de aceite del motor	106
72.	Flujograma del proceso de solicitud y entrega de repuestos	107
73.	Flujograma del proceso de mantenimiento del equipo	108
74.	Flujograma para reportar una falla en el equipo de colocación bombeo para concreto.	117

TABLAS

I.	Historial de mantenimiento. Pluma No. 1	11
II.	Historial de mantenimiento. Pluma No. 2	12
III.	Historial de fallas. Pluma No. 1	13
IV.	Historial de fallas. Pluma No. 2.....	13
V.	Historial de consumo de combustible. Pluma No. 1	14
VI.	Historial de consumo de combustible. Pluma No. 2	15
VII.	Rendimiento de la Pluma No. 1	16
VIII.	Rendimiento de la Pluma No. 2	16
IX.	Tendencia de consumo de combustible. Pluma No. 1	17
X.	Tendencia de consumo de combustible. Pluma No. 2.....	18
XI.	Costos de combustible de la Pluma No. 1	19
XII.	Costos de combustible de la Pluma No. 2.....	19
XIII.	Proyección de ahorro de combustible. Pluma No. 1	21
XIV.	Proyección de ahorro de combustible. Pluma No. 2.....	21
XV.	VPN y TIR para la inversión de la compra del <i>fan clutch</i> de la Pluma No. 1.....	23
XVI.	VPN y TIR para la inversión de la compra del <i>fan clutch</i> de la Pluma No. 2.....	24
XVII.	Significado de las letras del código del equipo de bombeo y colocación de concreto	26
XVIII.	Inventario del equipo de bombeo de concreto.....	27
XIX.	Inventario del equipo de colocación de concreto.....	28
XX.	Ficha técnica de la pluma No. 1	54
XXI.	Formato de orden de trabajo	56
XXII.	Formato de actividades de conservación	57
XXIII.	Formato de fallas.....	58
XXIV.	Ficha de requisición de materiales y suministros	59

XXV.	Rutina de conservación del sistema hidráulico	62
XXVI.	Rutina de conservación de piezas móviles	67
XXVII.	Frecuencias de cambio de las cabezas de pistón.....	72
XXVIII.	Cambio de piezas de desgaste de la pluma No. 2.....	73
XXIX.	Rutina de conservación de 7 000 m ³ , 14 000 m ³ y 21 000 m ³ de concreto bombeado	74
XXX.	Ficha técnica de helicópteros manuales	83
XXXI.	Ficha técnica de helicópteros tripulados	84
XXXII.	Ficha técnica de cortadoras de concreto	85
XXXIII.	Ficha técnica de motores para conjunto vibrador	86
XXXIV.	Ficha técnica de conjunto vibrador	87
XXXV.	Formato de orden de trabajo	88
XXXVI.	Formato de actividades de conservación.....	89
XXXVII.	Formato de Fallas	90
XXXVIII.	Ficha de requisición de materiales y suministros.....	91
XXXIX.	Rutinas de conservación para helicópteros manuales.....	92
XL.	Rutina de conservación para helicópteros tripulados.....	95
XLI.	Rutinas de conservación para cortadoras de concreto	98
XLII.	Rutina de conservación para conjunto vibrador.....	101
XLIII.	Rutina de conservación para motores para conjunto vibrador.....	104
XLIV.	Cronograma de las capacitaciones.....	111
XLV.	Formato de chequeo diario para helicóptero manual.....	113
XLVI.	Formato de chequeo diario para helicóptero tripulado.....	114
XLVII.	Formato de chequeo diario para cortadora de concreto	115
XLVIII.	Formato de chequeo diario para motor para conjunto vibrador ...	116
XLIX.	Tablero de control del flujo de las órdenes de trabajo	118

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Bar	Bares
Hp	Caballos de fuerza
Gal	Galón
Psi	Libras sobre pulgada cuadrada
L	Litro
L/min	Litros por minuto
m	Metro
m³	Metros cúbicos
mm	Milímetro
No.	Número
“	Pulgada
Rpm	Revoluciones por minuto
PTO	Toma de potencia

GLOSARIO

Concreto	Es una mezcla homogénea de cemento, agua, arena y pedrín o grava.
<i>Fan clutch</i>	Elemento mecánico-neumático utilizado para forzar la circulación de aire a través del radiador de un automotor.
Fluido	Materia que se deforma continuamente cuando se ve sometida a un esfuerzo de corte, como son los líquidos y los gases.
Flujo	Fluido en movimiento.
Horómetro	Instrumento capaz de registrar las horas de trabajo realizadas por un equipo o máquina.
HP	Caballos de fuerza por sus siglas en inglés.
PTO	Toma de potencia (<i>Power Take Off</i>). Una salida conmutable de la transmisión o de una caja de engranajes intermedia.

Rutinas	Períodos de tiempo entre reparaciones o mantenimientos preventivos establecidos con anterioridad.
SAE	Sociedad de ingenieros automotrices, por sus siglas en inglés.
Stock	Repuestos o insumos almacenados para compensar el flujo de consumo.
Tolva	Elemento similar a un embudo de gran tamaño destinado al depósito y canalización de materiales granulares o pulverizados.

RESUMEN

Colocación de Concreto, S.A. es una empresa de prestigio que presta sus servicios en el ambiente de la construcción, referente a la colocación y bombeo de concreto. En este trabajo se hace un análisis del consumo de combustible a los camiones accionados por un motor de combustión interna diésel, sobre el cual van montadas las bombas para concreto tipo pluma, que tienen el *fan clutch* defectuoso, para establecer si el rendimiento de millas por galón disminuye, y si se eleva el consumo de combustible.

Para mejorar la conservación de los equipos de bombeo y colocación de concreto se presentan documentos que facilitarán estas actividades, así también se elaboran fichas y rutinas para el control de las actividades de conservación para los helicópteros manuales y tripulados, cortadoras de concreto, conjunto vibrador, motores para conjunto vibrador y bombas para concreto tipo pluma, montadas en un camión.

OBJETIVOS

General

Realizar un plan de conservación para equipos de bombeo y colocación de concreto acorde a las condiciones económicas de la empresa.

Específicos

1. Detectar las fallas producidas por la falta de actividades de conservación en los equipos.
2. Mejorar la comunicación entre el personal del área de producción y el taller mecánico.
3. Elaborar documentos y rutinas para mejorar la conservación de los equipos.

INTRODUCCIÓN

La conservación de los equipos es importante para cualquier empresa, ya que debido a esto pueden brindarse servicios de calidad; el presente trabajo, estructurado en cuatro capítulos, estudia y desarrolla este importante tema. En el primer capítulo se dan a conocer las generalidades de la empresa, como su historia y los servicios que presta, describiendo también los diferentes tipos de bombas para concreto.

En el segundo capítulo se aborda el tema de ahorro energético, enfocado al ahorro de combustible de los motores de los camiones, sobre los cuales van montadas las bombas para concreto tipo pluma, tomando en cuenta cuanta influencia hay sobre el consumo de combustible si el equipo tiene un componente defectuoso.

En el tercer capítulo se plantean las propuestas de las rutinas de conservación de: bombas para concreto tipo pluma, helicópteros manuales y tripulados, cortadoras para concreto, conjunto vibrador y motores para conjunto vibrador. Además, se proponen documentos como órdenes de trabajo, fichas técnicas, fichas de conservación, de fallas y de solicitud de repuestos. Esto con la finalidad de llevar un mejor control en las actividades de conservación.

En el capítulo final se enfatiza que es vital tener una plan de conservación de acuerdo a las características propias de cada equipo, y la importancia de tener una buena comunicación entre el personal de las áreas de producción y taller mecánico, para mantener la disponibilidad de los equipos.

1. GENERALIDADES

1.1. Descripción de la empresa

A continuación se da noticia de las características principales de la empresa estudiada.

1.1.1. Ubicación

La empresa Colocación de Concreto, S.A. se encuentra funcionando actualmente en la 10ma calle 16-39 zona 6, ciudad de Guatemala.

1.1.2. Historia

La empresa Colocación de Concreto, S.A. fue fundada en octubre del año 2005, viendo la oportunidad de brindarles el servicio de colocación de concreto a los diversos clientes dentro del gremio de la construcción, entre ellos la empresa Mezcladora, S.A. (Mixto Listo) que maneja dentro de su cartera varios clientes. Mixto Listo se reorganizó y se orientó más a vender concreto y brindar servicio de bombeo, por lo que COLCOSA le proporciona personal para la colocación de concreto en diferentes fundiciones, y dentro de ellas se encuentran fundiciones como: losas, pisos, pavimentos, muros, zapatas, entre otros.

Así también, prestan los servicios de alisado de pisos utilizando helicópteros manuales o tripulados, cortes de concreto, sello de juntas, nivelación con láser, curado, moldes, estampados y otros.

Actualmente, debido al crecimiento de la empresa, los servicios descritos anteriormente se complementan con el bombeo de concreto.

1.1.3. Misión

“Proveer el servicio de colocación de concreto, en una forma profesional, personalizada y especializada en la faceta de construcción, incrementando la satisfacción al cliente, al proveer honestidad, confianza e información íntegra para la realización de nuevos proyectos de construcción, logrando ser conocidos como una empresa exitosa”¹.

1.1.4. Visión

“Ser una empresa que se dedique a la colocación de concreto a nivel nacional, siendo la empresa líder de mayor prestigio y conocimiento en el mercado de la construcción, expandiéndose a nivel nacional e internacional en un futuro cercano”².

1.1.5. Valores

- “Honradez
- Responsabilidad
- Orden
- Precisión”³

¹ Colocación de Concreto, S.A.

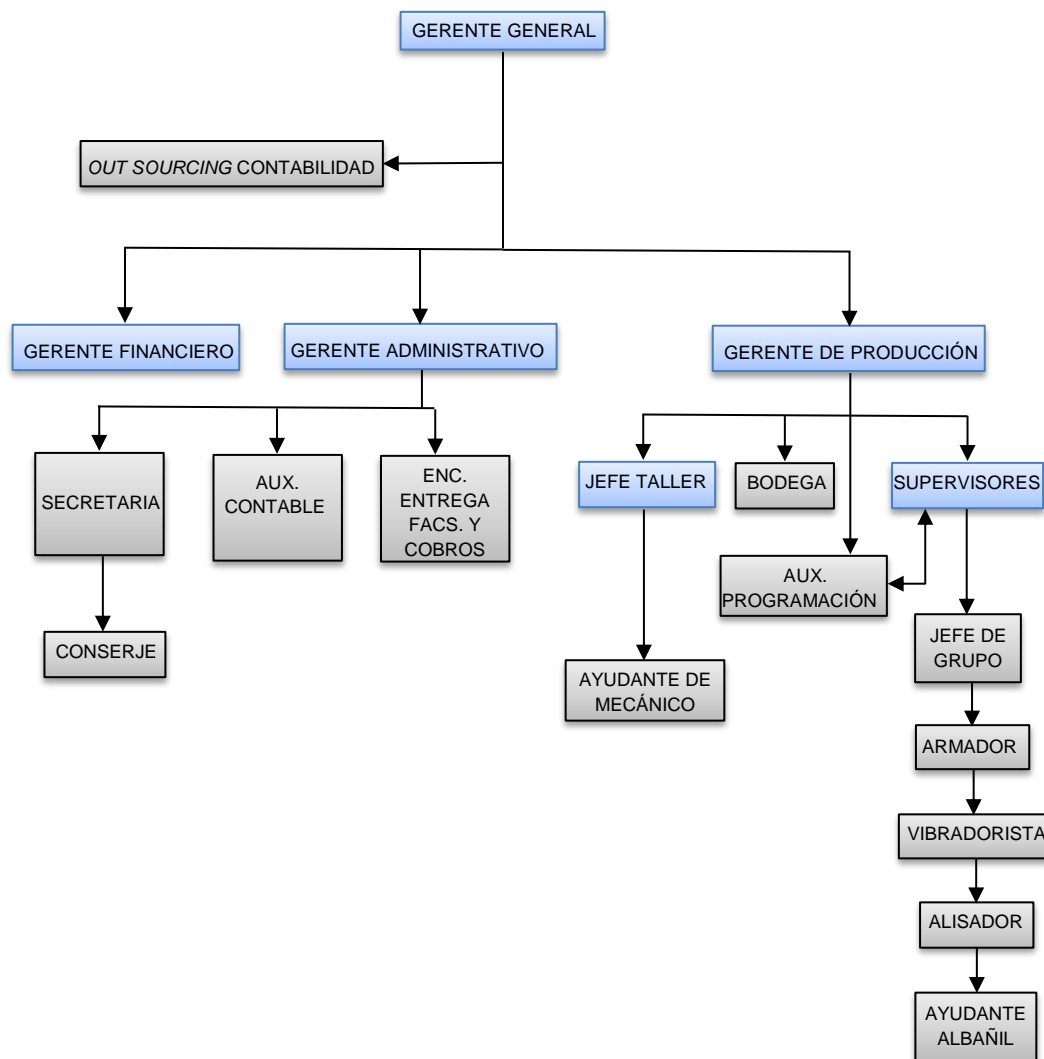
² Colocación de Concreto, S.A.

³ Colocación de Concreto, S.A.

1.1.6. Organigrama

A continuación se describe la estructura organizacional de la empresa:

Figura 1. Estructura organizacional de la Empresa Colcosa & Alicosa



Fuente: elaboración propia, con base en datos obtenidos en Colcosa.

1.2. Descripción del problema

En el área de taller mecánico se lleva un registro en forma digital de las reparaciones realizadas a los equipos de colocación y bombeo de concreto, pero no así las rutinas de conservación específicas para cada equipo. Además, entre las áreas de producción y taller mecánico no hay una buena coordinación que permita que se realicen en forma programada las actividades de conservación de los equipos.

Derivado de estas situaciones, en ocasiones ocurren fallas en la operación de los equipos, teniendo una baja producción y un aumento de los costos por mantenimiento correctivo.

1.3. Plan de conservación

Es el conjunto de actividades periódicas programadas, tales como: lubricación, revisión, cambio de piezas por desgaste, tomando para ello intervalos de tiempo u otros criterios preestablecidos (manual del fabricante), que tienen como objetivo asegurar el funcionamiento óptimo del equipo.

1.4. Clasificación de las bombas de concreto

Las bombas de concreto pueden operarse de forma manual por medio de un panel o por control remoto. Las bombas pueden clasificarse así:

1.4.1. Bomba para concreto tipo pluma montada en un camión

En su fabricación se utilizan sistemas hidráulicos, mecánicos y eléctricos, los cuales permiten bombear concreto húmedo a través del sistema de descarga, según las especificaciones de cada modelo.

Este tipo de bomba utiliza piezas salientes, las cuales están montadas en el chasis del camión, proporcionando la estabilidad necesaria para la operación; también tienen una sección de cuatro brazos llamada pluma, la cual está montada sobre una estructura conocida como torre también en el chasis del camión.

El sistema de bombeo utiliza un sistema de válvula oscilante, cilindros hidráulicos y cilindros para el material, que operan en ciclos alternos. Con el concreto en la tolva y el sistema de bomba activado, la cabeza de pistón retrae concreto dentro del cilindro para el material, debido al accionamiento del cilindro hidráulico. Al finalizar esta carrera, es enviada una señal hidráulica para que la válvula oscilante cambie a la posición del cilindro para material, que está completamente lleno de concreto.

De esta manera, la cabeza de pistón del cilindro que está cargado empuja el concreto a través de la válvula oscilante y hacia la línea de descarga. Este ciclo se repite proporcionando un flujo constante.

La línea de descarga está formada por tubos de acero, instalados a la salida de la tolva y fijados a lo largo de la parte lateral de las secciones de la pluma, en donde en la parte final de la tubería del cuarto brazo se instala una manguera de trabajo pesado, para facilitar la colación del concreto.

La energía utilizada para la operación de la pluma y del sistema de bombeo es suministrada por el motor del camión, accionando las bombas hidráulicas por medio de un Toma Fuerza (PTO).

Figura 2. **Bomba para concreto tipo pluma, montada en un camión**



Fuente: *Bomba tipo pluma*. <http://schwinglatinoamerica.com/productos/s32x/>. Consulta: 26 de junio de 2015.

1.4.2. Bomba para concreto montada en un camión

Este tipo de bomba es similar en el funcionamiento a la bomba de concreto tipo pluma, con la diferencia que no tiene el sistema de pluma y la línea de descarga se arma con tubos de acero dependiendo de la distancia a donde se desee descargar el concreto.

Figura 3. **Bomba para concreto montada en un camión**



Fuente: *Bomba para concreto montada en camión*. <http://schwing.com/products/spto-1000/>.

Consulta: 26 de junio de 2015.

1.4.3. **Bomba para concreto remolcada**

El funcionamiento del sistema de bombeo es similar a la bomba para concreto montada en un camión, con la diferencia que la batería de bombeo se hace funcionar por medio de un motor de combustión interna que es individual al motor del camión que remolca la bomba.

Figura 4. **Bomba para concreto remolcada**



Fuente: *Bomba para concreto remolcada*. <http://schwing.com/products/SP1000/>. Consulta: 26 de junio de 2015.

1.5. **Tipos de concreto**

El deterioro de las piezas de desgaste de las bombas para concreto está directamente relacionado con el tipo de concreto que las bombas estén lanzando al momento de estar operando. A continuación se describe en forma breve algunos tipos de concreto.

- Concreto convencional: es un concreto premezclado que es utilizado en estructuras donde se requiere una resistencia mecánica baja, moderada y alta.
- Concreto fluido: este también es un concreto premezclado, donde se requiere que el concreto sea trabajable y facilite el bombeo hacia largas distancias.

2. FASE DE INVESTIGACIÓN

Tener un ahorro energético con relación a la producción es importante para cualquier empresa y como parte de esto es fundamental hacer un análisis del consumo de combustible realizado por los motores diésel de los camiones sobre los cuales van montadas las bombas para concreto tipo pluma.

2.1. Descripción de los camiones

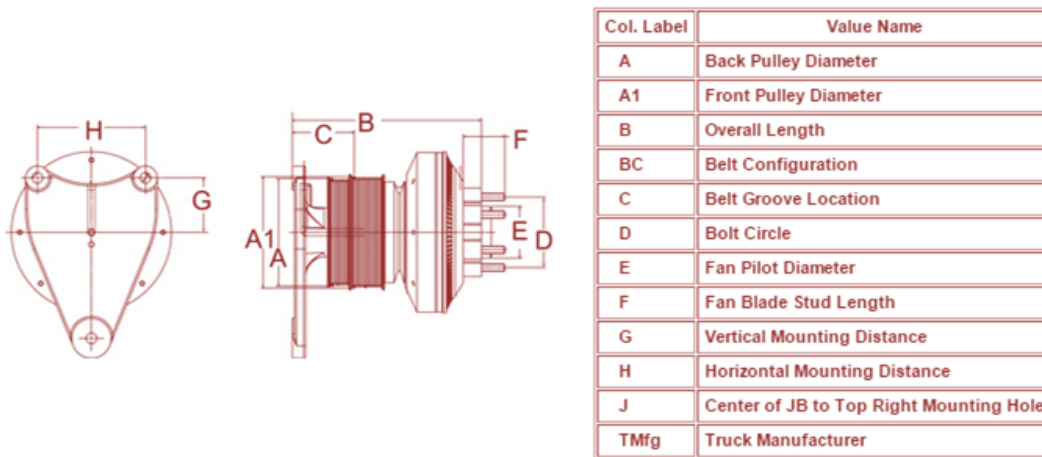
Las bombas de concreto tipo pluma van montadas sobre camiones marca Mack con las siguientes características: modelo de chasis MR688S, con doble eje; motor diésel de 6 cilindros en línea modelo AI-350; inyección electrónica, turbo cargado y transmisión manual modelo T309. El chasis del camión es con aplicación para la construcción.

2.2. Historial de mantenimiento

El historial de mantenimiento es una herramienta que ayuda a conocer los costos y el tipo de mantenimiento que se realiza. Es importante que el registro sea llevado en forma ordenada. En el área de taller las bombas de concreto tipo pluma montadas en un camión las identifican de la siguiente manera: Pluma No. 1, 2 y 3.

En la siguiente figura se hace referencia al tipo de *fan clutch* que utilizan los motores de los camiones Mack.

Figura 5. **Fan clutch para un motor Mack modelo AI-350**



Fuente: *Fan clutch*.

http://catalog.hortonww.com/catalog/fan_drive_dim.asp?service_no=999498&no#999498

Consulta: 26 de junio de 2015.

En las tablas I y II se describe el historial de mantenimiento de los camiones en el año 2014, en los cuales se registra que el *fan clutch* presentó fallas y por esta causa se instaló para que funcionara en forma directa.

Tabla I. **Historial de mantenimiento. Pluma No. 1**

Fecha	Equipo	Descripción	Técnico
04/02/2014	Camión	Chequeo de luces	Otto
04/03/2014	Camión	Servicio al motor	Otto
02/04/2014	Camión	Engrase de transmisiones y graduación de frenos.	Otto
14/05/2014	Camión	Servicio al motor	Otto
05/07/2014	Camión	Engrase de transmisiones	Otto
19/07/2014	Camión	Graduación de frenos y embrague	Otto
24/07/2014	Camión	Cambio de bomba de aceite, empaque de tapadera de válvulas, faja de motor, dosificación de inyectores y servicio al motor	Externo
19/08/2014	Camión	Engrase de transmisiones	Externo
12/09/2014	Camión	Chequeo de <i>fan clutch</i> y cambio de pasta	Otto
30/09/2014	Camión	Cambio de codo y abrazaderas de tubo de escape	Otto
08/10/2014	Camión	Engrase de transmisiones, cambio de graseras y engrase de suspensión trasera y delantera. Graduar frenos del camión	Otto
04/11/2014	Camión	Corrección de problemas de inyección del motor	Externo
19/11/2014	Camión	Corrección de fugas en el <i>intercooler</i> y lavado a presión del radiador	Otto
01/12/2014	Camión	Corrección de fuga de aire en manguera que sale del tanque de aire	Otto
08/12/2014	Camión	Servicio al motor	Otto
20/12/2014	Camión	Engrase de transmisiones	Otto

Fuente: elaboración propia, con base en datos obtenidos en Colcosa.

Tabla II. **Historial de mantenimiento. Pluma No. 2**

Fecha	Equipo	Descripción	Técnico
30/01/2014	Camión	Se engrasó suspensión delantera	Otto
10/03/2014	Camión	Servicio al motor	Otto
28/04/2014	Camión	Se graduaron frenos y embrague	Otto
19/05/2014	Camión	Chequeo de <i>fan clutch</i> y cambio de pasta	Otto
03/06/2014	Camión	Servicio al motor	Otto
05/07/2014	Camión	Engrase de transmisiones y graduación de frenos	Otto
08/07/2014	Camión	Graduar embrague	Otto
11/08/2014	Camión	Servicio al motor	Otto
01/09/2014	Camión	Cambio de filtro depurador de aire	Otto
01/10/2014	Camión	Engrase de transmisiones	Otto
08/10/2014	Camión	Engrase de transmisiones, graduación de frenos y embrague	Otto
23/10/2014	Camión	Cambio de flexible y codo que sale de turbo hacia el silenciador. Limpieza de bornes y cables de batería	Otto
02/12/2014	Camión	Servicio al motor	Otto
12/12/2014	Camión	Cambio de fajas principales del motor	Otto
20/12/2014	Camión	Habilitar alarma y lámparas de retroceso	Otto

Fuente: elaboración propia, con base en datos obtenidos en Colcosa.

En las tablas III y IV se detallan los meses del año 2014 en el que el *fan clutch* funcionó directo en las plumas No. 1 y 2.

Tabla III. **Historial de fallas. Pluma No. 1**

Mes	Falla
Agosto	Problemas de inyección en el motor
Septiembre	<i>Fan clutch</i> del motor está directo
Octubre	<i>Fan clutch</i> del motor está directo
Noviembre	<i>Fan clutch</i> del motor está directo
Diciembre	<i>Fan clutch</i> del motor está directo

Fuente: elaboración propia, con base en datos obtenidos en Colcosa.

Tabla IV. **Historial de fallas. Pluma No. 2**

Mes	Falla
Mayo	<i>Fan clutch</i> del motor está directo
Junio	<i>Fan clutch</i> del motor está directo
Julio	<i>Fan clutch</i> del motor está directo
Agosto	<i>Fan clutch</i> del motor está directo
Septiembre	<i>Fan clutch</i> del motor está directo
Octubre	<i>Fan clutch</i> del motor está directo
Noviembre	<i>Fan clutch</i> del motor está directo
Diciembre	<i>Fan clutch</i> del motor está directo

Fuente: elaboración propia, con base en datos obtenidos en Colcosa.

2.3. Historial de consumo de combustible

El tener un historial de consumo de combustible que sea fiable es importante para llevar un control del rendimiento del combustible comparado con las millas recorridas por los camiones.

En las tablas V y VI se describe el historial de consumo de combustible de los camiones durante el año 2014.

Tabla V. **Historial de consumo de combustible. Pluma No. 1**

Mes	Millas recorridas	Consumo de galones de diésel	Gasto total real	Promedios			
				Precio del galón de diésel	Quetzales/Millas	Millas/Galón	Galón/Millas
Enero	4 606,5	412,62	Q. 13 052,90	Q. 31,65	2,98	11,31	0,0942
Febrero	4 263,5	312,53	Q. 9 671,00	Q. 30,99	2,91	12,54	0,0938
Marzo	5 135,0	419,58	Q. 12 904,00	Q. 30,76	2,88	11,77	0,0938
Abril	3 517,6	340,33	Q. 10 572,00	Q. 31,02	3,46	10,43	0,1115
Mayo	4 180,6	458,82	Q. 14 208,40	Q. 30,96	3,44	9,27	0,1112
Junio	3 430,0	408,26	Q. 12 611,60	Q. 30,91	4,22	8,17	0,1365
Julio	3 338,8	363,24	Q. 11 083,80	Q. 30,55	3,37	9,17	0,1102
Agosto	3 270,1	486,81	Q. 14 651,20	Q. 30,09	5,63	6,73	0,1878
Septiembre	2 060,6	298,64	Q. 8 650,10	Q. 28,79	4,21	6,93	0,1463
Octubre	1 868,6	303,82	Q. 8 395,40	Q. 27,56	4,53	6,25	0,1643
Noviembre	2 789,3	416,97	Q. 10 633,40	Q. 25,51	3,96	6,91	0,1550
Diciembre	2 447,5	299,23	Q. 6 918,50	Q. 23,08	2,94	8,13	0,1279

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Historial de consumo de combustible. Pluma No. 2**

Mes	Millas recorridas	Consumo de galones de diésel	Gasto total real	Promedio de rendimientos			
				Precio del galón de diésel	Quetzales/Millas	Millas/Galones	Galones/Millas
Enero	3 714,6	466,77	Q. 14 776,50	Q. 31,66	4,29	7,78	0,1355
Febrero	3 850,7	478,36	Q. 14 760,00	Q. 30,90	4,08	7,93	0,1321
Marzo	3 661,3	574,93	Q. 17 664,60	Q. 30,74	4,86	6,50	0,1580
Abril	3 646,7	514,76	Q. 15 954,10	Q. 31,01	4,62	6,89	0,1488
Mayo	3 750,4	611,73	Q. 18 912,50	Q. 30,92	5,20	6,16	0,1682
Junio	3 438,9	527,78	Q. 16 300,60	Q. 30,88	5,37	6,24	0,1740
Julio	4 161,5	609,66	Q. 18 552,40	Q. 30,42	4,70	6,68	0,1545
Agosto	3 799,9	625,42	Q. 18 835,00	Q. 30,09	5,09	6,12	0,1694
Septiembre	3 586,3	528,12	Q. 15 455,50	Q. 29,12	4,56	6,63	0,1565
Octubre	1 855,8	304,92	Q. 8 304,80	Q. 27,17	4,50	6,15	0,1654
Noviembre	1 611,6	292,07	Q. 7 394,00	Q. 25,30	4,64	5,49	0,1835
Diciembre	3 409,9	545,11	Q. 12 486,60	Q. 25,30	3,69	6,28	0,1612

Fuente: elaboración propia.

2.4. Propuesta de mejoras para el ahorro de combustible

Al analizar el historial de consumo de combustible de los meses durante los cuales el *fan clutch* funcionó en forma directa, se refleja una disminución considerable del rendimiento de millas/galones, por lo que es necesario realizar el cambio de este accesorio del motor para no tener un consumo de combustible excesivo.

2.5. Costos de propuesta de mejoras

El costo de comprar un *fan clutch* nuevo es de Q. 18 000,00. El costo de la mano de obra no se incluye, ya que el trabajo lo realizará el técnico encargado del mantenimiento de las bombas para concreto tipo pluma, montadas en un camión.

2.6. Análisis de costos

Se obtuvo un promedio del rendimiento de las millas por galones, galones por millas y quetzales por millas, de los meses en que el motor del camión no presentó ningún problema de inyección o problemas con el *fan clutch*, lo cual se detalla en las tablas VII y VIII.

Tabla VII. Rendimiento de la Pluma No. 1

Meses	Promedio con el <i>fan clutch</i> en buen estado y sin fallas de inyección en el motor			Precio promedio
	Quetzales/Millas	Millas/Galones	Galones/Millas	Galón de diésel
Enero -Julio	3,32	10,38	0,1073	Q. 30,98

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. Rendimiento de la Pluma No. 2

Meses	Promedio con el <i>fan clutch</i> en buen estado			Precio promedio
	Quetzales/Millas	Millas/Galones	Galones/Millas	Galón de diésel
Enero – Abril	4,46	7,28	0,1436	Q. 31,08

Fuente: elaboración propia.

Con el valor de galones por millas de las tablas anteriores se realizó una estimación del consumo de combustible que hubiera tenido en los meses de agosto a diciembre la Pluma No. 1, y en los meses de mayo a diciembre la Pluma No. 2, si el *fan clutch* estuviera en buen estado. Esto se detalla en las tablas IX y X.

Tabla IX. **Tendencia de consumo de combustible. Pluma No. 1**

Mes	Millas recorridas	Consumo de galones de diésel	Tendencia del consumo en galones de combustible. <i>Fan clutch</i> en buen estado 0,1073 galones/millas
Enero	4 606,5	412,62	
Febrero	4 263,5	312,53	
Marzo	5 135,0	419,58	
Abril	3 517,6	340,33	
Mayo	4 180,6	458,82	
Junio	3 430,0	408,26	
Julio	3 338,8	363,25	
Agosto	3 270,1	486,81	350,88
Septiembre	2 060,6	298,64	221,10
Octubre	1 868,6	303,82	200,50
Noviembre	2 789,3	416,97	299,29
Diciembre	2 447,5	299,23	262,62

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Tendencia de consumo de combustible. Pluma No. 2**

Mes	Millas recorridas	Consumo de galones de diésel	Tendencia del consumo de galones de combustible. <i>Fan clutch</i> en buen estado 0,1436 galones/millas
Enero	3 714,6	466,77	
Febrero	3 850,7	478,36	
Marzo	3 661,3	574,93	
Abril	3 646,7	514,76	
Mayo	3 750,4	611,73	53,56
Junio	3 438,9	527,78	493,83
Julio	4 161,5	609,66	597,59
Agosto	3 799,9	625,42	545,67
Septiembre	3 586,3	528,12	514,99
Octubre	1 855,8	304,92	266,49
Noviembre	1 611,6	292,07	231,43
Diciembre	3 409,9	545,11	489,66

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar, el consumo de combustible disminuye al tener un *fan clutch* en buen estado. Los costos de consumo de combustible de las plumas No. 1 y 2 son detallados en las tablas XI y XII.

Tabla XI. **Costos de combustible de la Pluma No. 1**

Mes	Millas recorridas	Galones			Costos por consumo de combustible a Q. 20,84 el galón		Gasto por <i>fan clutch</i> defectuoso
		Consumo real. <i>Fan clutch</i> defectuoso	Tendencia de consumo. <i>Fan clutch</i> en buen estado	Diferencia	<i>Fan clutch</i> defectuoso	<i>Fan clutch</i> en buen estado	
Agosto	3 270,1	486,81	350,88	135,93	Q. 10 145,12	Q. 7 312,38	Q. 2 832,75
Septiembre	2 060,6	298,64	221,10	77,54	Q. 6 223,64	Q. 4 607,77	Q. 1 615,86
Octubre	1 868,6	303,82	200,50	103,32	Q. 6 331,63	Q. 4 178,44	Q. 2 153,19
Noviembre	2 789,3	416,97	299,29	117,68	Q. 8 689,68	Q. 6 237,24	Q. 2 452,43
Diciembre	2 447,5	299,23	262,62	36,62	Q. 6 235,99	Q. 5 472,93	Q. 763,06
				471,08	Q. 37 626,06	Q. 27 808,76	Q. 9 817,30

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Costos de combustible de la Pluma No. 2**

Mes	Millas recorridas	Galones			Costo por consumo de combustible a Q. 20,84 el galón		Gasto por <i>fan clutch</i> defectuoso
		Consumo real. <i>Fan clutch</i> defectuoso	Tendencia de consumo. <i>Fan clutch</i> en buen estado	Diferencia	<i>Fan clutch</i> defectuoso	<i>Fan clutch</i> en buen estado	
Mayo	3 750,4	611,73	538,56	73,17	Q. 12 748,45	Q. 11 223,54	Q. 1 524,92
Junio	3 438,9	527,78	493,83	33,96	Q. 10 999,02	Q. 10 291,33	Q. 707,68
Julio	4 161,5	609,66	597,59	12,07	Q. 12 705,31	Q. 12 453 80	Q. 251,51
Agosto	3 799,9	625,41	545,67	79,75	Q. 13 033,65	Q. 11 371,67	Q. 1 661,98
Septiembre	3 586,3	528,12	514,99	13,13	Q. 11 006,06	Q. 10 732,45	Q. 273,62
Octubre	1 855,8	304,92	266,49	38,43	Q. 6 354,57	Q. 5 553,71	Q. 800,86
Noviembre	1 611,6	292,07	231,43	60,64	Q. 6 086,68	Q. 4 822,91	Q. 1 263,76
Diciembre	3 409,9	545,11	489,66	55,45	Q. 11 360,18	Q. 10 204,55	Q. 1 155,63
				366,60	Q. 84 293,92	Q. 76 653,97	Q. 7 639,95

Fuente: elaboración propia.

El valor del costo por galón de combustible utilizado para realizar el análisis descrito en las tablas anteriores, fue tomado el día 24/06/2015 de la página web del Ministerio de Energía y Minas (www.mem.gob.gt), sección Precio de Combustible Nacional, según monitoreo de fecha 15/06/2015 en el área metropolitana, en la modalidad de autoservicio.

Al observar las tendencias mostradas en las tablas XI y XII, se puede destacar que al tener problemas de inyección en el motor y un *fan clutch* defectuoso, de agosto a diciembre del año 2014 en la pluma No. 1, se generó un gasto por combustible de Q. 9 817,30. En la pluma No. 2, de mayo a diciembre del año 2014, se generó un gasto por combustible de Q. 7 639,95.

Para considerar si es viable comprar el *fan clutch* para las plumas se analizará la inversión de adquirir este repuesto y el ahorro que se tendrá al cambiarlos, tomando en cuenta que el repuesto tiene una vida útil de 5 años y su costo en la agencia es de Q. 18 000,00.

En la tabla XIII se describe una proyección del dinero ahorrado por 5 años en la pluma No. 1 si el *fan clutch* funcionara de manera correcta, tomando como base los Q. 9 817,30 que se pudieron haber ahorrado durante los últimos cinco meses del año 2014.

Tabla XIII. **Proyección de ahorro de combustible. Pluma No. 1**

Período	Ahorro de combustible	Período	Ahorro de combustible
5 meses	Q. 9 817,30	1 año	Q. 23 561,52
10 meses	Q. 19 634,60		
15 meses	Q. 29 451,90	2 año	Q. 23 561,52
20 meses	Q. 39 269,20		
25 meses	Q. 49 086,50	3 año	Q. 23 561,52
30 meses	Q. 58 903,80		
35 meses	Q. 68 721,10	4 año	Q. 23 561,52
40 meses	Q. 78 538,40		
45 meses	Q. 88 355,70	5 año	Q. 23 561,52
50 meses	Q. 98 173,00		
55 meses	Q. 107 990,30		
60 meses	Q. 117 807,60		

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XIV se describe una proyección del dinero ahorrado por 5 años en la pluma No. 2 si el *fan clutch* funcionara de manera correcta, tomando como base los Q. 7 639,95 que se pudieron haber ahorrado durante los ocho meses del año 2014.

Tabla XIV. **Proyección de ahorro de combustible. Pluma No. 2**

Periodo	Ahorro de combustible	Periodo	Ahorro de combustible
8 meses	Q. 7 639,95	1 año	Q. 11 459,93
16 meses	Q. 15 279,90	2 año	Q. 11 459,93
24 meses	Q. 22 919,85	3 año	Q. 11 459,93
32 meses	Q. 30 559,80	4 año	Q. 11 459,93
40 meses	Q. 38 199,75	5 año	Q. 11 459,93
48 meses	Q. 45 839,70		
56 meses	Q. 53 479,65		
60 meses	Q. 57 299,63		

Fuente: elaboración propia.

Utilizando los datos anteriores de las tablas XIII y XIV, a continuación se muestran los flujos de efectivo de las inversiones para la compra del *fan clutch* de las plumas No. 1 y 2, y también se detalla en las tablas la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Presente Neto (VPN) para ambas inversiones. Para estos cálculos se considerará una TMAR = 19,96 % la cual se obtuvo con base en la siguiente fórmula:

$$\text{TMAR} = (\text{inflación} * \text{tasa pasiva}) + \text{tasa pasiva} + \text{inflación}.$$

En donde la inflación = 2,23 % y una Tasa pasiva = 5,49 %

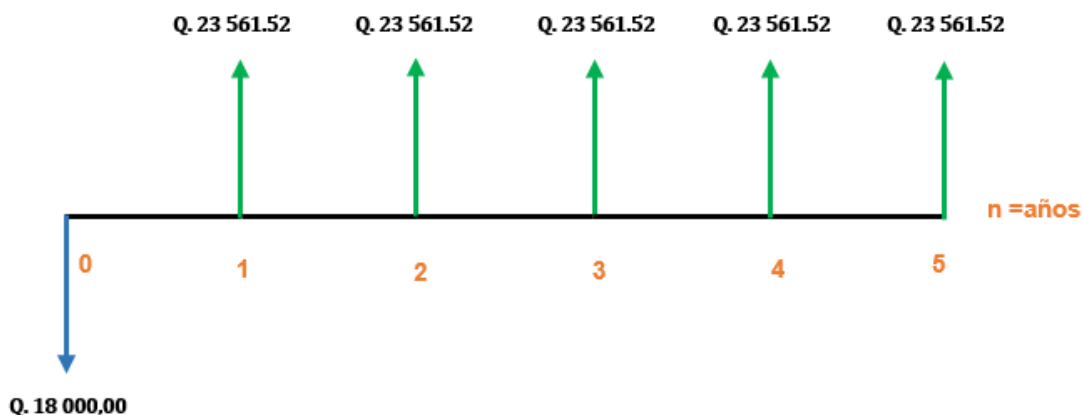
Al introducir los datos en la fórmula se tiene:

$$\text{TMAR} = [(2,23 * 5,49) + 5,49 + 2,23] \%$$

$$\text{TMAR} = 19,96 \%$$

Los valores de la inflación y la tasa pasiva se obtuvieron de la página del Banco de Guatemala (www.banguat.gob.gt) el 16 de noviembre de 2015.

Figura 6. **Flujo de efectivo para la inversión de la compra del *fan clutch* de la Pluma No. 1**



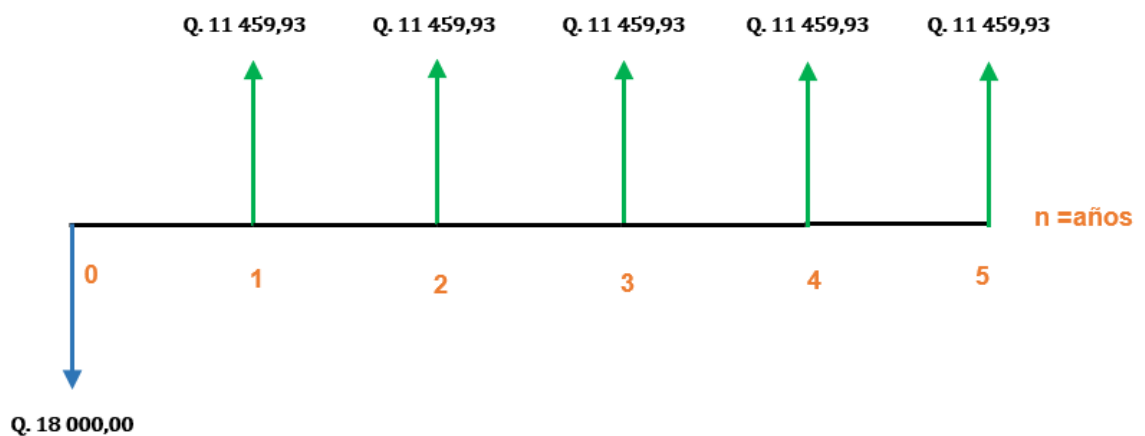
Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **VPN y TIR para la inversión de la compra del *fan clutch* de la Pluma No. 1**

Año	Flujos de efectivo
0	-Q. 18 000,00
1	Q. 23 561,52
2	Q. 23 561,52
3	Q. 23 561,52
4	Q. 23 561,52
5	Q. 23 561,52
Valor presente neto (VPN)	
	Q. 52 525,43
TIR	
	128,81 %

Fuente: elaboración propia.

Figura 7. **Flujo de efectivo para la inversión de la compra del *fan clutch* de la Pluma No. 2**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **VPN y TIR para la inversión de la compra del *fan clutch* de la Pluma No. 2**

Año	Flujos de efectivo
0	-Q. 18 000,00
1	Q. 11 459,93
2	Q. 11 459,93
3	Q. 11 459,93
4	Q. 11 459,93
5	Q. 11 459,93
Valor presente neto (VPN)	Q. 16 302,39
TIR	56,99 %

Fuente: elaboración propia.

La finalidad de hacer el análisis del VPN y la TIR, considerando los flujos de efectivo de las inversiones para la compra del *fan clutch*, es la de establecer si esta es de beneficio para la empresa.

Por lo tanto, como se puede observar en los resultados de las tablas XV y XVI, el VPN para ambas inversiones es positivo, y se puede considerar que comprar y hacer el cambio del *fan clutch* para ambos camiones es viable. También al analizar la TIR se puede confirmar que las inversiones son buenas, ya que la tasa interna de retorno es mayor a la estimada (TMAR).

3. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

Para el desarrollo del plan de conservación es importante establecer una ruta a seguir que pueda conducir a los resultados esperados.

Para esto pueden establecerse las siguientes etapas:

- Realizar un inventario de los equipos que estarán bajo el programa de conservación.
- Realizar un análisis FODA
- Elaborar documentos para el control del programa de conservación.
- Proponer rutinas de conservación de los equipos.

3.1. Inventario y codificación de los equipos

Establecer un inventario y codificar los equipos que estarán bajo un programa de conservación es importante, porque se les asigna una única identificación dependiendo de sus características, y con ello se logra un mejor control de las reparaciones o modificaciones hechas y de los repuestos utilizados en dichos equipos.

3.1.1. Codificación del equipo de bombeo y colocación de concreto

En la tabla No. XVII se indica el significado de las letras del código del equipo de bombeo y colocación de concreto:

Tabla XVII. **Significado de las letras del código del equipo de bombeo y colocación de concreto**

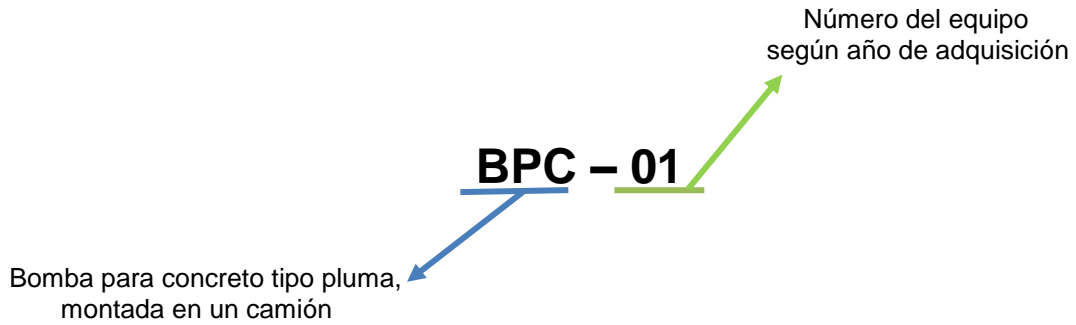
Letra	Significado
BPC	Bomba para concreto tipo pluma, montada en un camión.
HT	Helicóptero tripulado
HM	Helicóptero manual
CC	Cortadora para concreto
MV	Motor para conjunto vibrador
CV	Conjunto vibrador (manguera)

Fuente: elaboración propia.

El código de los equipos de colocación y bombeo de concreto se expresa con las letras descritas en el cuadro anterior, y los dos siguientes dígitos representan el número del equipo, iniciando desde el más antiguo hacia el más nuevo conforme al año o fecha de adquisición en la planta.

En la figura No. 8 se muestra un ejemplo de esta codificación:

Figura 8. **Código del equipo de bombeo de concreto**



Fuente: elaboración propia.

3.1.2. **Inventario del equipo de bombeo y colocación de concreto**

En las tablas No. XVIII y XIX se detalla el tipo, código y una breve descripción de los equipos que estarán sujetos al plan de conservación:

Tabla XVIII. **Inventario del equipo de bombeo de concreto**

Tipo de equipo	Código del equipo	Descripción breve			
		Marca	Año	Modelo de la bomba	Modelo de la pluma
Bombeo de concreto	BCP – 01	Schwing	2005	130/80 X 2000:230	KVM 32XL
	BCP – 02	Schwing	2005	130/80 X 2000:230	KVM 32XLDS
	BCP – 03	Schwing	2005	130/80 X 2000:230	KVM 34X

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Inventario del equipo de colocación de concreto**

Tipo de equipo	Código del equipo	Descripción breve			
		Marca	Año / No. de serie	Modelo	Marca del motor
Colocación de concreto	HT – 01	Wacker	Sin datos	CRT 48-31V	Vanguard
	HT – 02	Wacker	Sin datos	CRT 48-31V	Vanguard
	HT – 03	Allen Engeniering	Sin datos	MP 205	Kohler
	HM – 01	Allen Engeniering	2008 / 36E0208013	436 EDGER	Honda GX240
	HM – 02	Allen Engeniering	2008 / 36E0207004	436 EDGER	Honda GX240
	HM – 04	Allen Engeniering	2009 / 4460109013	446 BASIC	Honda GX270
	HM – 05	Hoppt	Sin datos / 09B09531	TOL 100GB	Honda GX160
	HM – 06	Hoppt	Sin datos/ 09B09530	TOL 100GB	Honda GX160
	CC – 01	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Honda GX270
	CC – 03	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Robin
	MV – 01, 16, 34, 35, 37, 39, 40.	No aplica	Sin datos	GX 160	Honda
	MV – 46, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63.	No aplica	Sin datos	FR 160	Freedom
	CV – 201 a la 237	Sin datos	Sin datos	Sin datos	No aplica
	CV – 401 a la 432	Sin datos	Sin datos	Sin datos	No aplica
	CV – 501 a la 510	Sin datos	Sin datos	Sin datos	No aplica

Fuente: elaboración propia.

3.2. Análisis FODA

Fortalezas:

- Apoyo de la gerencia.
- Deseo de mejorar los procedimientos de mantenimiento.
- Personal del taller con experiencia y conocimiento.
- Operadores con conocimiento de su equipo y conocimiento sobre algunos procedimientos de mantenimiento.

Oportunidades:

- Capacitación.
- Adquisición de herramientas para el mantenimiento.
- Uso de tecnologías para el mantenimiento (análisis de aceite).
- *Outsourcing*.

Debilidades:

- Planificación deficiente para el mantenimiento de equipos.
- Mala comunicación entre los departamentos de producción y taller.
- Falta de un *stock* adecuado de repuestos.
- Control deficiente sobre las tareas de mantenimiento.
- Falta de documentos para el registro de las reparaciones de los equipos.

Amenazas:

- Presupuesto escaso para compra de repuestos.
- Falta de apoyo de otros departamentos.

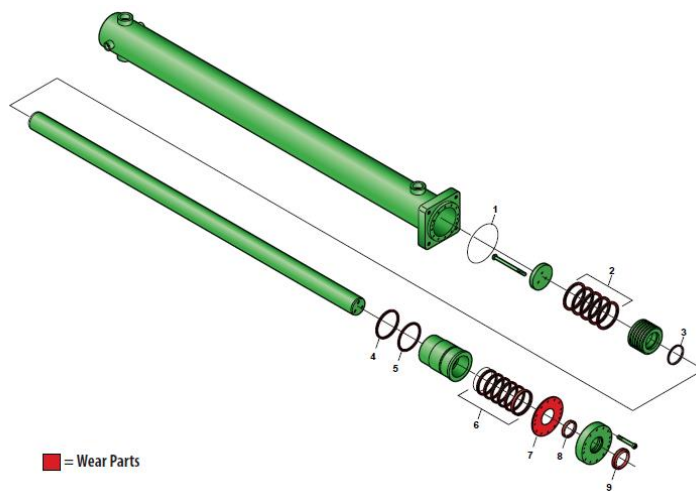
3.3. Componentes de la bomba para concreto tipo pluma

La bomba para concreto tipo pluma está conformada por diferentes componentes que permiten el impulso del concreto al lugar deseado por el operador. A continuación, se detallan las más importantes.

3.3.1. Cilindros hidráulicos

El equipo de bombeo tiene dos cilindros hidráulicos que también son llamados cilindros diferenciales. Estos son accionados por la presión de aceite hidráulico que extiende o retrae los vástagos de dichos cilindros. Al final de cada vástago es acoplada una cabeza de pistón.

Figura 9. Cilindros hidráulicos

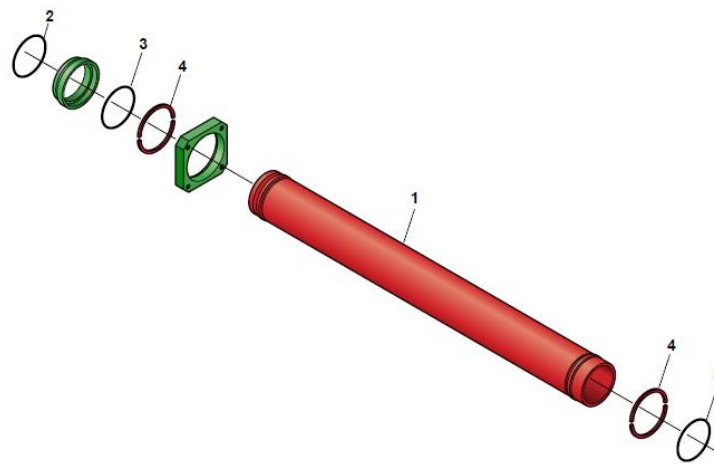


Fuente: *Cilindros hidráulicos*. http://35dyem3oph321z6xwa2rhxs7.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2012/05/Pumpkit_Wear-Parts-Guide-Final.pdf. Consulta: 10 de junio de 2015.

3.3.2. Cilindros de material

En el interior de estos cilindros se crea un vacío provocado al retraerse los cilindros hidráulicos, lo que hace que los cilindros para material se llenen de concreto. El sistema de bombeo cuenta con dos cilindros que también son llamados cilindros de trabajo, en los cuales las cabezas de pistón se desplazan hacia delante o hacia atrás.

Figura 10. Cilindros de material



Fuente: *Cilindros de material*. http://35dyem3oph321z6xwa2rhxs7.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2012/05/Pumpkit_Wear-Parts-Guide-Final.pdf. Consulta: 10 de junio de 2015.

3.3.3. Caja de enfriamiento

Este componente es conocido también como caja de agua, donde el agua que se encuentra en el interior enfría los vástagos de los cilindros diferenciales y el caucho de las cabezas de pistón.

Figura 11. Caja de enfriamiento

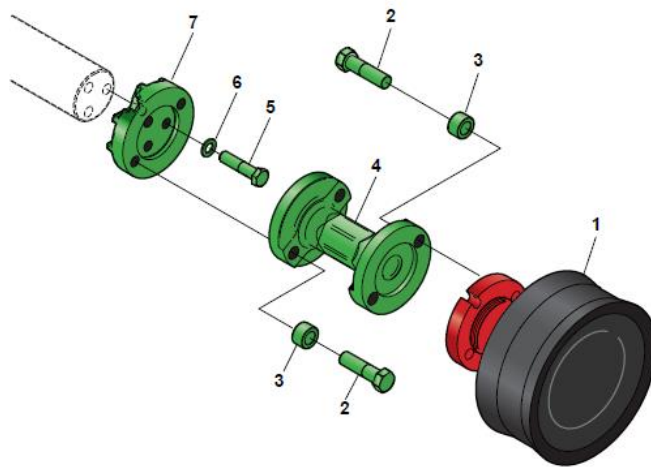


Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Caja de enfriamiento*. 15 mayo de 2015.

3.3.4. Cabeza de pistón

Componente que impulsa el concreto que se encuentran en el interior de los cilindros de material.

Figura 12. Cabeza de pistón

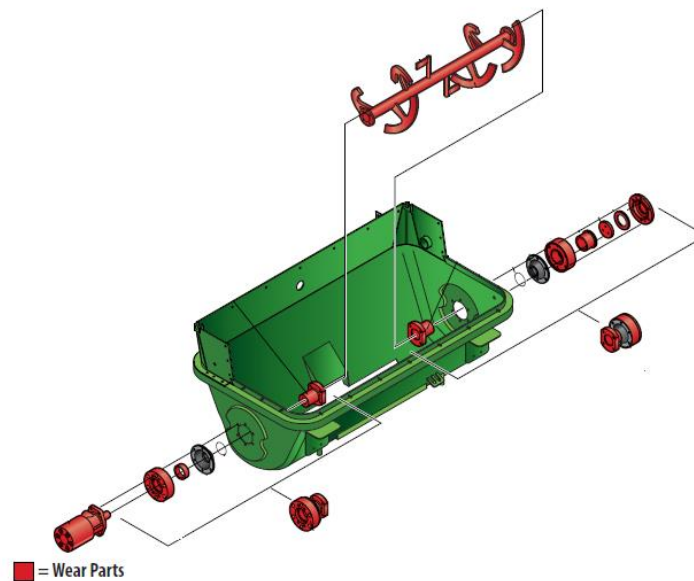


Fuente: *Cabeza de pistón*. http://35dyem3oph321z6xwa2rhxs7.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2012/05/Pumpkit_Wear-Parts-Guide-Final.pdf. Consulta: 10 de junio de 2015.

3.3.5. Tolva

Elemento donde es depositado el concreto que se desea bombear y en el cual se monta el sistema del agitador y una rejilla de protección. El agitador mantiene el concreto en movimiento dentro de la tolva, evitando que fragüe el concreto.

Figura 13. Tolva



Fuente: *Tolva*. http://35dyem3oph321z6xwa2rhxs7.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2012/05/Pumpkit_Wear-Parts-Guide-Final.pdf. Consulta: 10 de junio de 2015.

3.3.6. Válvula oscilante

En las bombas para concreto marca Schwing, las válvulas oscilantes pueden ser: *M-Rock*, *B-Rock* y *E-Rock*. Este elemento guía el concreto hacia la línea de descarga.

Figura 14. Válvula oscilante



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Válvula oscilante*. 15 mayo de 2015.

3.3.7. Tubería de transporte para concreto

La línea de descarga está compuesta por varios tubos de acero por los cuales pasa el concreto. Las tuberías pueden ser de una capa o de doble capa, tener diferentes diámetros y longitudes, y soportar diferentes presiones generadas por el bombeo de concreto.

Figura 15. Tubería para transporte de concreto



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Tubería para transporte de concreto*. 15 de mayo de 2015.

3.3.8. Pluma de distribución

La pluma consta de cuatro secciones, también conocidas como brazos, y cada brazo puede ser operado conforme a las articulaciones que posea. Uno de los extremos del primer brazo va fijado a una estructura conocida como torre, la cual tiene un mecanismo de giro que proporciona rotación a la pluma.

El otro extremo del primer brazo va fijado al segundo brazo y a su vez el otro extremo del segundo brazo va fijado al tercer brazo. Así también el otro extremo del tercer brazo va fijado a un extremo del cuarto brazo.

Figura 16. Pluma de distribución



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Pluma de distribución*. 14 de mayo de 2015.

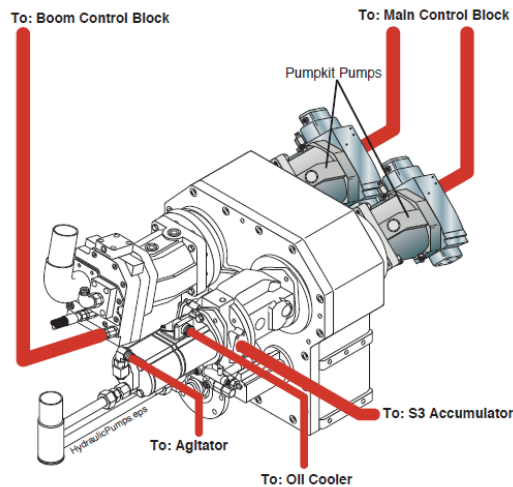
3.3.9. Bombas hidráulicas

La bomba hidráulica de la pluma de distribución es una bomba de pistón de desplazamiento variable, la cual puede alimentar los siguientes componentes:

- Cilindros hidráulicos de los brazos de la pluma
- Cilindros hidráulicos de los estabilizadores
- Motor hidráulico de giro de la torre
- Motor hidráulico de la bomba de agua

Las bombas hidráulicas para el circuito de bombeo y el circuito del acumulador son bombas de pistón de desplazamiento variable. Estas bombas tienen la característica de que el flujo va disminuyendo conforme la presión va aumentando, para que el consumo de energía se mantenga constante. Para el circuito del sistema de agitador y enfriador de aceite se utilizan bombas hidráulicas de desplazamiento fijo.

Figura 17. **Bombas hidráulicas**



Fuente: SCHWING, American Inc, *Manual de Capacitación*. P. 14.

3.3.10. Circuito hidráulico

A continuación se describen las fases que explican el funcionamiento de un circuito hidráulico de gran caudal de una bomba para concreto:

Primera fase:

- al activar el modo de bombeo, la presión hidráulica de la bomba del acumulador llena este y la presión pasa a través de la válvula de control direccional S3 para que el vástago del cilindro de la válvula oscilante se extienda (5). En este momento la válvula de control direccional S1 se coloca en la posición de bombeo hacia adelante y una señal piloto hace que la válvula de control direccional S2 se mueva para dejar pasar la presión hidráulica proveniente de las bombas hidráulicas para el bombeo, hacia el cilindro diferencial del lado izquierdo (8A), para que el

vástago inicie a retraerse (provocando que el cilindro de material se empiece a llenar de concreto; este cilindro no se muestra en el diagrama) y para que el aceite del lado del émbolo del cilindro diferencial izquierdo (8A) sea forzado a fluir hacia el cilindro diferencial del lado derecho (8B), para que el vástago de este inicie a extenderse (empujando el concreto que se encuentra en el cilindro de material a través de la válvula oscilante hacia la línea de descarga). (Ver figura 18).

Segunda fase:

- el cilindro diferencial de lado izquierdo (8A) finaliza su carrera de retracción y el cilindro diferencial del lado derecho (8B) finaliza su carrera de extensión. Una señal piloto es enviada para cambiar la posición de válvula de cambio (9A), para que una señal piloto proveniente del circuito del acumulador cambie la posición de la válvula de control de direccional S3 y que la presión proveniente del acumulador llegue al cilindro de la válvula oscilante provocando el inicio de la retracción del vástago. Así también otra señal piloto del circuito del acumulador cambia de posición la válvula de control direccional S2. (Ver figura 19).

Tercera fase:

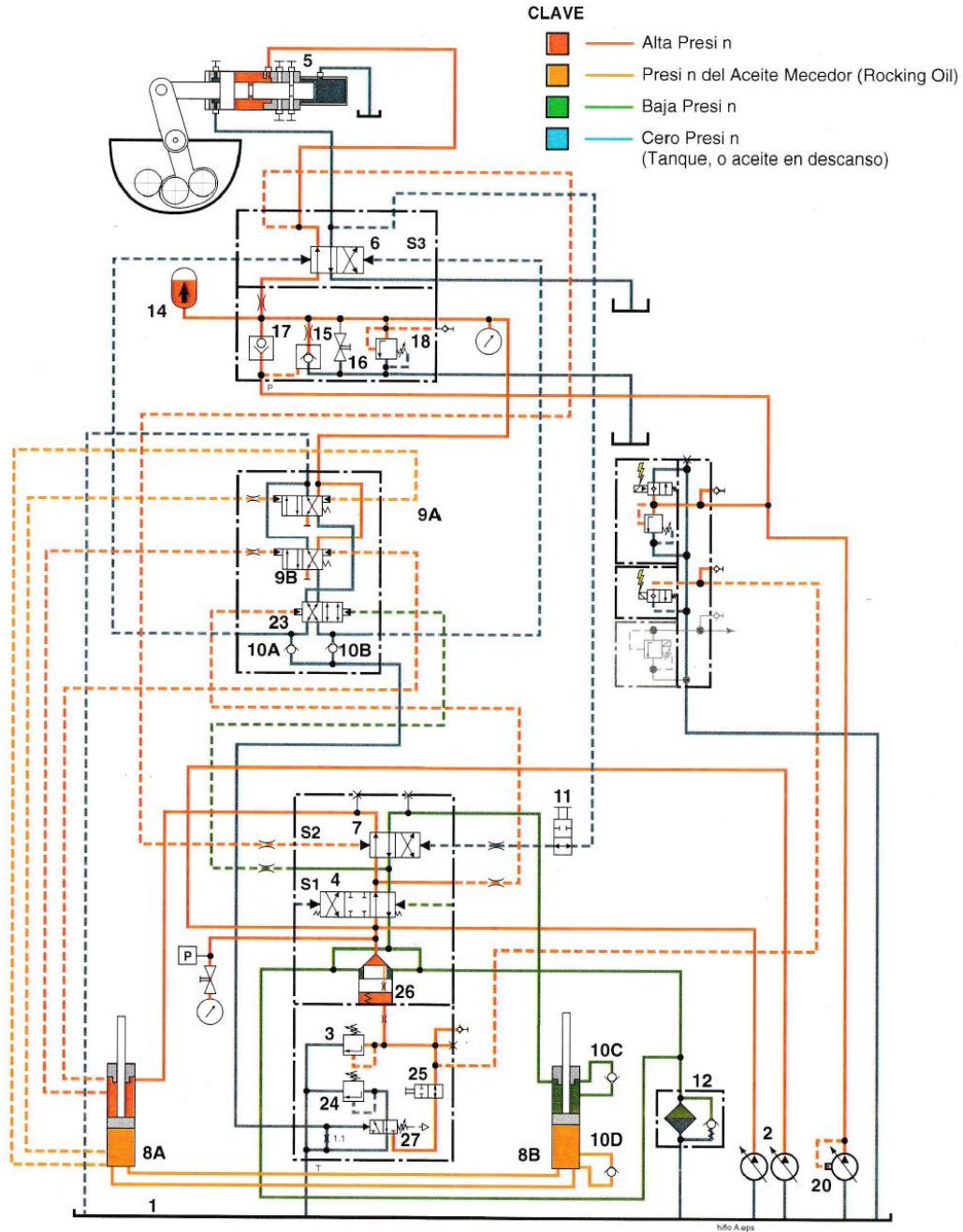
- en esta fase el vástago del cilindro de la válvula oscilante se retrajo completamente. La presión hidráulica proveniente de las bombas para el bombeo ingresa al cilindro diferencial del lado derecho (8B) para que el vástago inicie a retraerse. Una señal piloto es enviada a la válvula de cambio (9A) para cambiar su posición y quitar la señal piloto hacia la válvula de control direccional S3. A medida que el vástago del cilindro diferencial de lado derecho (8B) se retrae (provoca que el cilindro de material se empiece a llenar de concreto, este cilindro no se muestra en el diagrama), y hace que el aceite del lado del émbolo del cilindro

diferencial derecho (8B) sea forzado a fluir hacia el cilindro diferencial del lado izquierdo (8A), para que el vástago de este inicie a extenderse (empujando el concreto que se encuentra en el cilindro de material a través de la válvula oscilante hacia la línea de descarga). (Ver figura 20).

Cuarta Fase:

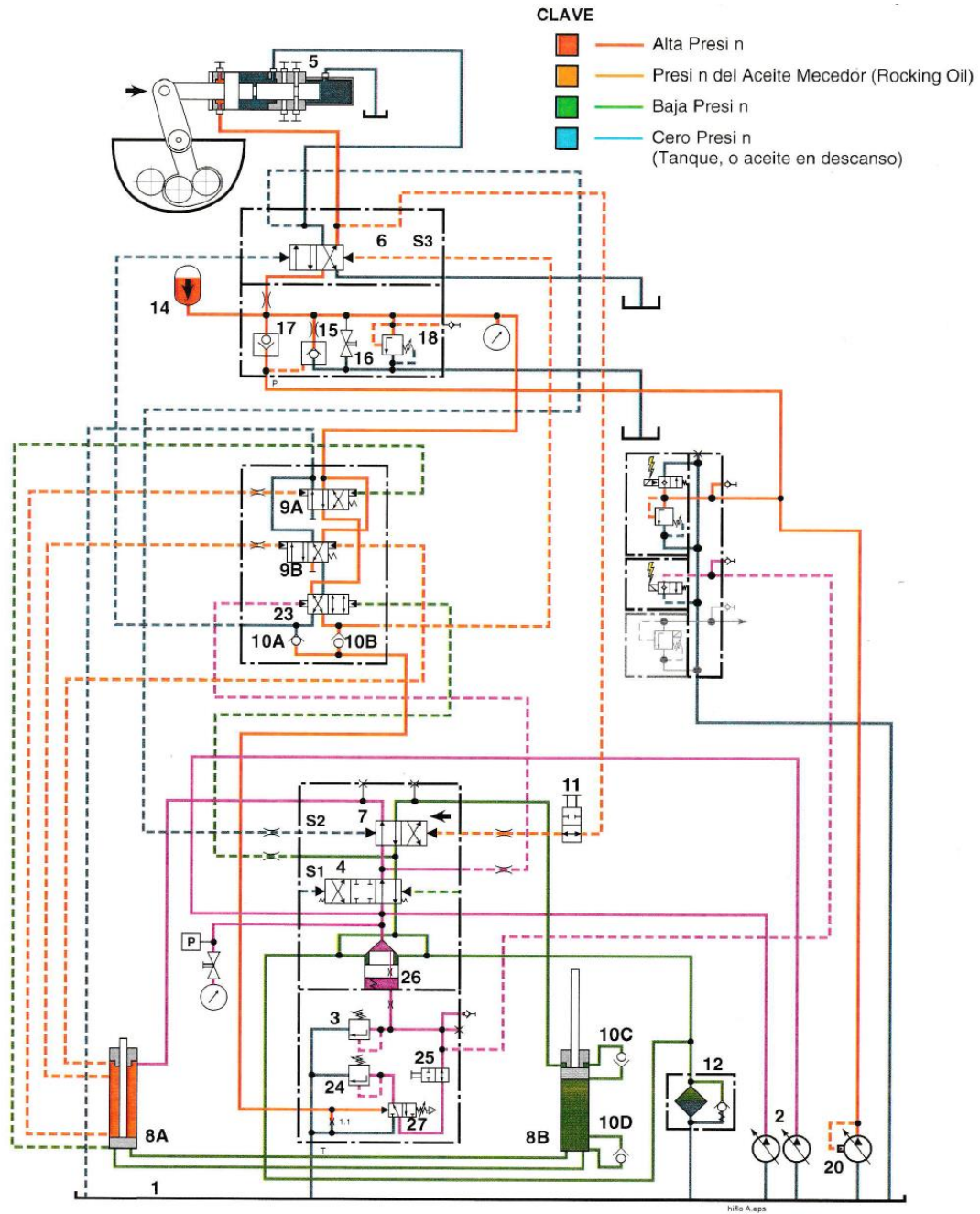
- El cilindro diferencial de lado derecho (8B) finaliza su carrera de retracción y el cilindro diferencial del lado izquierdo (8A) finaliza su carrera de extensión. Una señal piloto cambia la posición de la válvula de cambio (9B) para que una señal piloto del circuito del acumulador cambie la posición de la válvula de control direccional S3 y que la presión proveniente del acumulador llegue al cilindro de la válvula oscilante provocando el inicio de la extensión del vástago. Así también otra señal piloto del circuito del acumulador cambia de posición la válvula de control direccional S2, iniciando nuevamente la primera fase. (Ver figura 21).

Figura 18. Circuito hidráulico, primera fase



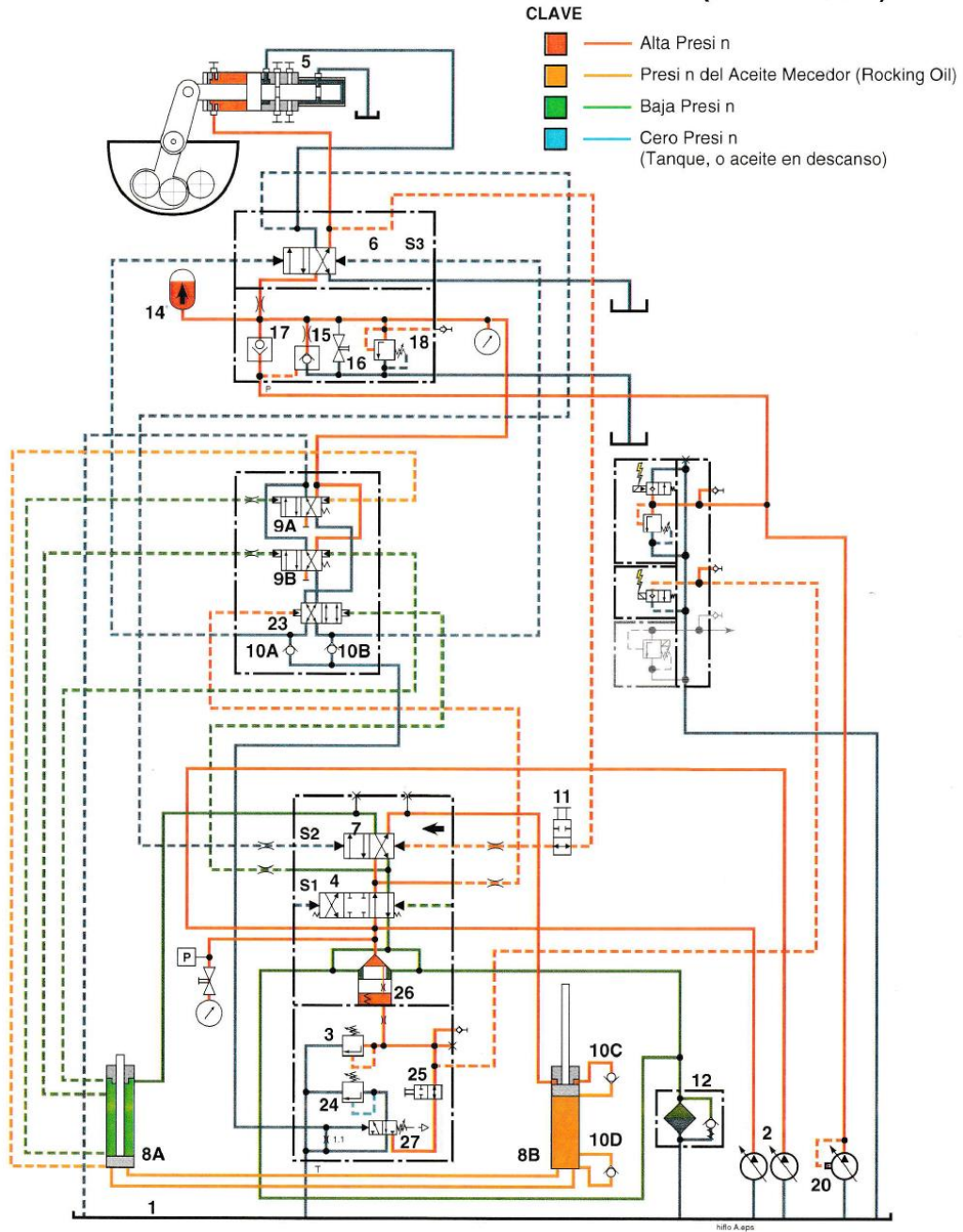
Fuente: SCHWING, America Inc. *Manual de capacitación*. P. 121.

Figura 19. Circuito hidráulico, segunda fase



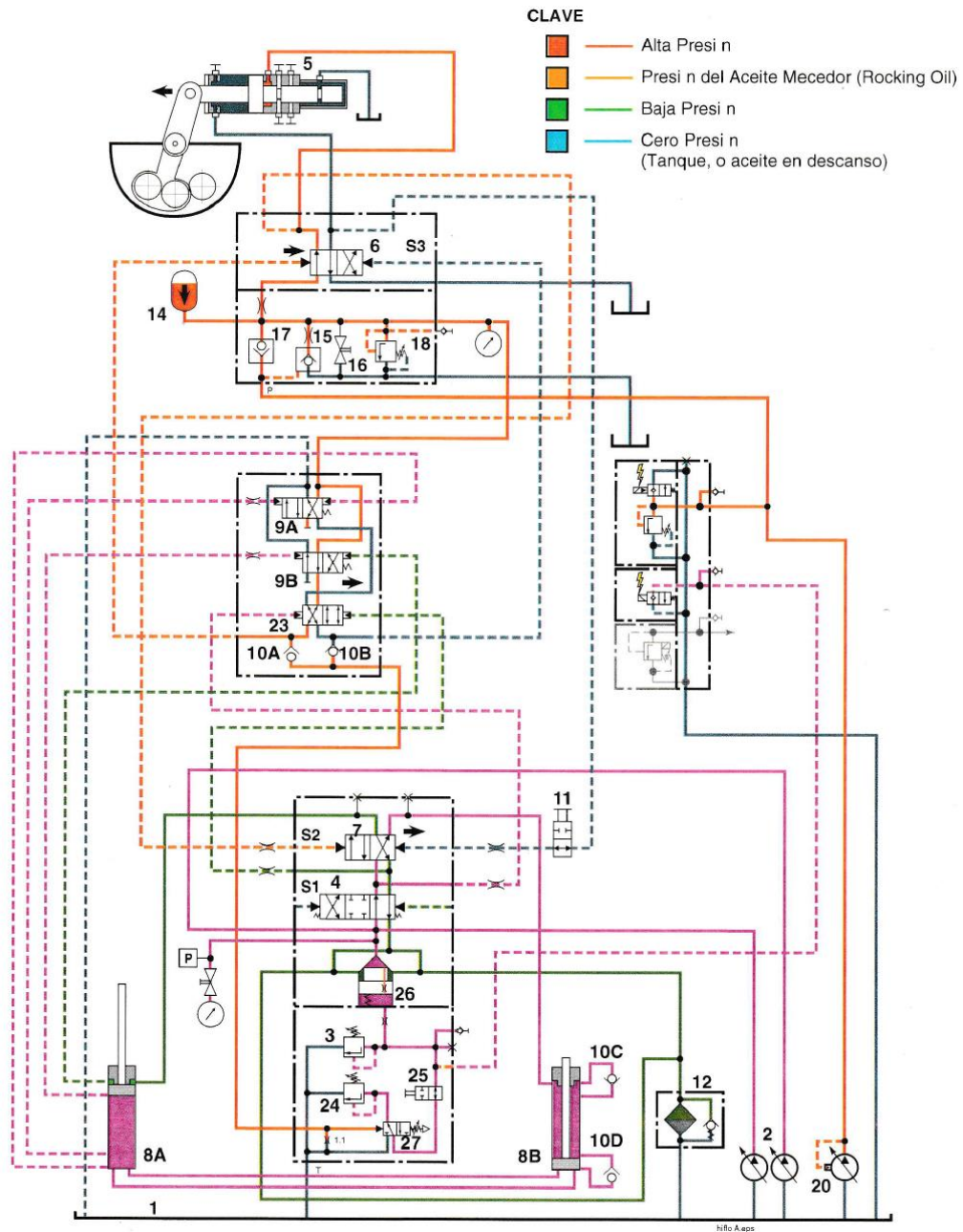
Fuente: SCHWING, America Inc. *Manual de capacitación*. P. 123.

Figura 20. Circuito hidráulico, tercera fase



Fuente: SCHWING, America Inc. *Manual de capacitación*. P. 125.

Figura 21. Circuito hidráulico, cuarta fase



Fuente: SCHWING, America Inc. *Manual de capacitación*. P. 127.

3.4. Equipo de colocación de concreto

A continuación se detalla el equipo para colocación de concreto.

3.4.1. Helicópteros manuales

Son equipos diseñados para el alisado y el acabado del concreto en estructuras donde se pueda realizar este tipo de trabajo.

Están compuestos por un motor de combustión interna de cuatro tiempos, el cual transmite la potencia hasta el eje de entrada de la caja de engranajes, a través de una faja que va montada sobre el *clutch* centrífugo del eje del motor y la polea del eje de la caja de engranajes. Esta potencia a su vez es transmitida por el eje de salida de la caja de engranajes a un sistema de cuatro brazos que gira debido a esta acción.

En dicho sistema se instala un juego de cuatro aspas metálicas que al girar y tener contacto con la superficie del concreto provoca un acabado; dicho acabado puede variar debido a la experiencia del operador, de las condiciones en la obra y del ángulo de inclinación de las aspas que el operador utilice. En este equipo el operador va guiando la máquina por medio de un manubrio.

Figura 22. **Helicóptero manual**



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Helicóptero manual*. 10 de mayo de 2015.

3.4.2. Helicópteros tripulados

También son equipos diseñados para el alisado y el acabado del concreto. Tienen mecanismos y accesorios similares a los helicópteros manuales, con la diferencia que estos equipos son más robustos, por lo que el operador guía y opera la máquina montada sobre el equipo.

Figura 23. **Helicóptero tripulado**



Fuente: Allen Engineering Corporation. *Operations-Parts Manual MP 205*.
https://www.alleneng.com/images/manuals/MP205_05_2002.pdf. Consulta: 14 de marzo de 2015

3.4.3. Cortadoras

Son equipos diseñados para cortar concreto, a través de un disco de corte. Al realizar esta operación se evita el agrietamiento del concreto.

Este equipo está compuesto esencialmente de un motor de combustión interna de cuatro tiempos que transmite la potencia hacia el eje para el disco de corte, a través de una faja que va montada sobre las poleas del eje del motor y el disco de corte respectivamente. Dos ruedas delanteras y dos traseras soportan el chasis sobre el cual van montados el motor, el sistema de corte, el sistema de enfriamiento y el sistema que da la profundidad al disco para el corte de concreto.

Figura 24. **Cortadora de concreto**



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Cortadora de Concreto*. 08 de mayo de 2015.

3.4.4. Conjunto vibrador

El conjunto vibrador es conocido también como manguera y es utilizado cuando la condición del concreto está en estado fresco. Al hacer vibrar el cabezal del conjunto vibrador que está sumergido en el concreto, esta acción hace que el concreto sea más fluido y permite su acomodamiento, expulsa gran parte de aire atrapado, elimina vacíos y por lo tanto unifica los componentes del concreto acelerando el proceso de secado.

Está formado por tres partes importantes:

- **Acoplamiento:** es una pieza con muelas que coinciden con otra pieza instalada a la salida del eje del motor de combustión interna de cuatro tiempos, que transmite la potencia del motor a la flecha flexible.

- Flecha flexible: consta de una manguera de hule reforzada internamente con una espiral de acero que permite al chicote deslizarse en su interior, transmitiendo la potencia del motor al péndulo.
- Cabezal: es la parte que entra en contacto directo con el concreto y está conformada por el péndulo que gira a las revoluciones por minuto (rpm) del motor. El péndulo en uno de sus extremos, está conectado al chicote y en el otro se encuentra libre; cuando gira el péndulo, este empieza a oscilar, lo cual genera las vibraciones.

Figura 25. **Conjunto vibrador**



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Conjunto vibrador*. 08 de mayo de 2015.

3.4.5. Motores para conjunto vibrador

Son motores de combustión interna de cuatro tiempos y un solo cilindro. En el eje cigüeñal se monta un acople con muelas que encaja con el acople del conjunto vibrador. Alrededor del acople del motor se instala un *flange* el cual tiene un pin para asegurar que el acople del conjunto vibrador no se salga al momento de tener en funcionamiento el motor.

Figura 26. Motores para conjunto vibrador



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Motores para conjunto vibrador*. 06 de mayo de 2015.

3.5. Plan de conservación de equipo de bombeo de concreto

Tener un plan de conservación definido facilita las tareas de conservación y proporciona disponibilidad de los equipos. Considerando esto, a continuación se hace una pequeña referencia de las actividades desarrolladas para establecer un plan de conservación acorde a las necesidades de la empresa.

3.5.1. Actividades a desarrollar

Entre las actividades a desarrollar se encuentran:

3.5.1.1. Recopilación de información de los manuales de operación y mantenimiento

En esta etapa se revisaron los manuales de operación y capacitación de las bombas de concreto marca Schwing, con el fin de conocer los diferentes componentes de la bomba de concreto y la forma de operar de este equipo.

3.5.1.2. Información sobre la operación del equipo

Para conocer la manera de cómo operar la bomba de concreto ya en la práctica, se acompañó a los operadores de estos equipos a diferentes obras para conocer las diversas dificultades que se presentan en la operación, y así hacer las propuestas correspondientes para mejorar el funcionamiento del equipo.

3.5.1.3. Recopilación del historial de mantenimiento

Para este punto, la empresa no cuenta con un historial de mantenimiento físico donde se plasmen estas acciones y únicamente cuenta con un registro digital que se lleva en la computadora perteneciente al área de taller.

3.5.1.4. Comparación del mantenimiento actual y el programa de mantenimiento estipulado en el manual

Esta comparación es importante, debido a que de esta manera se pudo tener un panorama de la condición del equipo. Así se encontraron diferencias muy significativas en la ejecución del mantenimiento, que daban como resultado fallas en la operación o una baja producción. Considerando lo anterior, se establecieron las rutinas correspondientes al equipo.

3.5.2. Formatos para el control de mantenimiento

A continuación se describen los formatos propuestos que ayudarán a facilitar el control y las acciones sobre el mantenimiento de los equipos.

3.5.2.1. Ficha técnica del equipo

La ficha técnica es un documento que, al revisarse, permite formarse una idea rápida de las características del equipo, ya que en esta se recopilan datos que describen información técnica y datos de identificación importantes del equipo. En la tabla XX se presenta la ficha técnica para la bomba de concreto tipo pluma.

Tabla XX. Ficha técnica de la pluma No. 1

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO		
Máquina: Bomba para concreto tipo pluma	Marca: Schwing	Código: BCP - 01
Fabricante: Schwing	País: EEUU	Año: 2005
Modelo de bomba: 130/80 X 2000:230	Modelo de pluma: KVM 32XL	No. de serie: 170522973
ESPECIFICACIONES DE LA BATERÍA DE BOMBEO		
Máxima presión en el concreto		1 007 psi
Diámetro del cilindro diferencial		130 mm
Diámetro del vástago del cilindro diferencial		80 mm
Longitud de la carrera del cilindro diferencial		2000 mm
Diámetro del cilindro de trabajo		230 mm
Carreras por minuto		26 máxima
Flujo de aceite hidráulico aproximado		400 l/m
Presión hidráulica		350 bar
Tipo de válvula oscilante		M Rock
Configuración		Lado del vástago
Tipo de aceite hidráulico		ISO VG 68
Capacidad del tanque de aceite hidráulico		120 gal
ESPECIFICACIONES DE LA PLUMA		
Secciones de la pluma		4
Longitud de la sección 1		7,9 m
Longitud de la sección 2		7 m
Longitud de la sección 3		7 m
Longitud de la sección 4		6,3 m
Rango de giro		370°
Diámetro de la tubería de descarga		125 mm
Presión hidráulica		350 bar
Alcance vertical		32,3 m
Alcance horizontal		25,7 m

Fuente: elaboración propia.

3.5.2.2. Orden de trabajo

La orden de trabajo es un documento que autoriza la ejecución de los trabajos de mantenimiento y a la vez es utilizada para facilitar la planificación, verificar los costos y llevar un registro histórico de las tareas de mantenimiento.

Debe incluir información como:

- Descripción del equipo
- Repuestos e insumos requeridos
- Tipo de mantenimiento
- Descripción del mantenimiento a realizar
- Fecha y hora de entrada y salida del taller
- Costos de mantenimiento
- Persona que solicita el mantenimiento
- Causa de la avería

En la tabla XXI se muestra el formato propuesto de la orden de trabajo del equipo de bombeo de concreto.

Tabla XXI. Formato de orden de trabajo

ORDEN DE TRABAJO						
ORDEN DE TRABAJO No.					MANTENIMIENTO	CORRECTIVO
MÁQUINA/EQUIPO:						PREVENTIVO
MARCA:				PRIORIDAD	ALTA	MEDIA
SERIE:						BAJA
FECHA DE ENTRADA TALLER			HORA ENTR. TALLER		TÉCNICO QUE EJECUTA:	
MANT. ELÉCTRICO		MONTAJE DE EQUIPO				
MANT. MECÁNICO		OTRO			HORÓMETRO / MILLAJE DE LA MÁQUINA	
FECHA DE SALIDA TALLER			HORA SAL. TALLER			
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE MANTENIMIENTO				COSTOS DE MANTENIMIENTO		
				CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO
OBSERVACIONES:						
TÉCNICO: _____		OPERADOR: _____			AUTORIZA: _____ JEFE DE TALLER	

Fuente: elaboración propia.

3.5.2.3. Formato para el registro de actividades de conservación

En este formato se anotan todos los trabajos de mantenimiento realizados al equipo, sean estos correctivos, preventivos o de modificación, información que es extraída de la orden de trabajo. Este registro debe ser llevado por cada equipo. En la tabla XXII se presenta el formato propuesto para las actividades de conservación y, como ejemplo, se anotan los datos de la pluma No. 1:

Tabla XXII. Formato de actividades de conservación

FICHA DE CONSERVACIÓN						
Máquina: Bomba para Concreto tipo pluma		Marca: Schwing		Código: BCP - 01		
Fabricante: Schwing		País: EEUU		Año: 2005		
Modelo de bomba: 130/80 X 2000:230		Modelo de pluma: KVM 32XL		No. serie: 170522973		
Fecha	No. de Orden	Descripción del mantenimiento	Millas	Horas camión	Horas PTO	Técnico

Fuente: elaboración propia.

3.5.2.4. Formato para el registro de fallas

En este formato deben anotarse las fallas o problemas ocurridos en la operación del equipo. Esta información se obtiene de la orden de trabajo. Es importante contar con este formato, ya que se puede establecer qué problemas o fallas son los más frecuentes, para poder establecer mecanismos que ayuden a minimizar o eliminar los mismos. El formato propuesto se detalla en la tabla XXIII y, como ejemplo, se anotan los datos de la pluma No. 3:

Tabla XXIII. Formato de fallas

FICHA DE FALLAS			
Máquina: Bomba para concreto tipo pluma		Marca: Schwing	Código: BCP - 03
Fabricante: <i>Schwing</i>		País: EEUU	Año: 2005
Modelo de bomba: 130/80 X 2000:230		Modelo de pluma: KVM 34X	No. serie: 107657
Fecha	No. de Orden	Descripción de la falla	Operador

Fuente: elaboración propia.

3.5.2.5. Ficha de requisición de materiales y/o suministros

Es conveniente solicitar insumos y repuestos para las reparaciones correspondientes de manera escrita, ya que con esto se tendría un mejor control del movimiento de repuestos y se podría estimar cuáles son los más utilizados, para ir formando un *stock* viable de repuestos. En la tabla XXIV, en la página siguiente, se detalla el formato propuesto para solicitud de repuestos a bodega.

Tabla XXIV. Ficha de requisición de materiales y suministros

REQUISICIÓN DE MATERIALES Y SUMINISTROS

Fecha: _____ No. _____
 No. de Orden de Trabajo: _____ Código del equipo: _____

No.	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	CANTIDAD SOLICITADA	CANTIDAD DESPACHADA
1			
2			
3			
4			
5			

 Técnico que solicita

 Jefe de taller

ENTREGADO
Fecha:
Recibe:
Firma:

 Vo.Bo. Jefe de producción

 Persona de bodega que despacha

Original(blanco): Bodega
 Duplicado (celeste): Contabilidad
 Triplicado (rosado): Solicitante

Fuente: elaboración propia.

3.5.3. Rutinas de conservación para bombas de concreto tipo pluma

Las siguientes rutinas de conservación se sugieren con base en los aspectos descritos por los manuales de operación y mantenimiento de la bomba de concreto tipo pluma, así como en la experiencia de técnicos y operadores de las bombas de concreto.

Para dar un paso importante en relación al mantenimiento de los equipos es útil que los operadores se comprometan a revisar la maquinaria y reportar cualquier falla, ruido o problema que se presente en la operación de los mismos, y para ello se hace la propuesta del siguiente formato modificado para ser utilizado en las bombas de concreto como lista de chequeo.

El formato que se visualiza en la figura No. 27 es el punto de partida para las tareas de mantenimiento, debido a que en el mismo deberá anotarse cualquier situación que se presente al momento de estar realizando la revisión diaria del equipo, o al estar operando la maquinaria.

Figura 27. Reporte 360° de vehículo aplicado a las plumas

COLCOSA / ALICOSA
Tels.: 2288-2012 - 2288-0135 - 2254-7469

REPORTE DE 360° DE VEHICULO

NOMBRE DEL PILOTO

VEHICULO PLACAS NO.

KILOMETRAJE FIN DE RECORRIDO

FECHA

DIA	MES	AÑO

TANQUE DE DIESEL

AL INICIO DEL RECORRIDO

TANQUE DE DIESEL

AL FINAL DEL RECORRIDO

INICIALES: OK= BIEN NC= NECESITA CORRECCIÓN RE =REEMPLAZO			INICIAL SEMANA			FINAL SEMANA		
DESCRIPCIÓN			REVISIÓN INICIO DE RECORRIDO			REVISIÓN FINAL DE RECORRIDO		
NO.	REFERENCIAS	OK	NC	RE	OK	NC	RE	
1	NIVEL DE ACEITE DEL MOTOR							
2	NIVEL DE AGUA DEL RADIADOR							
3	NIVEL DE ACEITE HIDRAÚLICO							
4	PURGAR HUMEDAD DEL TANQUE DEL AIRE							
5	ESTADO FISICO DE LAS LLANTAS							
6	CALIBRACIÓN DE LAS LLANTAS							
7	LUCES INTERNAS							
8	LUCES EXTERNAS							
9	ESTADO DE LA SUSPENSIÓN							
10	ESTADO DE LA DIRECCIÓN							
11	ROTAR CABEZAS DE PISTON 45° CADA 8 DIAS (*CANTIDAD DE CONCRETO BOMEADO*)							
12	EGRASAR COJINETES DEL REMEZCLADOR							
13	ENGRASAR COJINETES DE VALVULA OSCILANTE							
14	HULES DEL REMEZCLADOR							
15	HERRAMIENTA COMPLETA (ADJUNTO HOJA DE RESPONSABILIDAD)							
16	LIMPIEZA EXTERIOR DEL VEHICULO							
17	LIMPIEZA INTERIOR DEL VEHICULO							
18	REVISION DEL VEHICULO AL INICIO DEL RECORRIDO							
19	REVISIÓN DEL VEHICULO AL FINAL DEL RECORRIDO } ENTRE CADA							
20	FUGAS DE ACEITE							

RECOMENDACIONES: DEJAR EL VEHICULO POR 15 MINUTOS ENCENDIDO PARA QUE TENGA SU TEMPERATURA NORMAL OPTIMA
NOTA: INDICAR CUALQUIER SUCESO OCURRIDO DURANTE EL RECORRIDO DEL VEHICULO, E INDICAR QUE INCISO NECESITA REVISIÓN

OBSERVACIONES: _____

_____ FIRMA INICIO DE RECORRIDO
_____ FIRMA FINAL DE RECORRIDO

Fuente: Colocación de Concreto, S.A. Reporte 360°. 2015.

3.5.3.1. Sistema hidráulico

En las bombas de concreto, el sistema hidráulico es parte fundamental del funcionamiento, ya que la presión de aceite generada por el sistema permite que se accionen diferentes elementos para que el concreto sea bombeado de la tolva y transportado hacia el lugar deseado por el operador. En la tabla XXV se describe la rutina de conservación propuesta para este sistema.

Tabla XXV. Rutina de conservación del sistema hidráulico

No.	Actividad	Frecuencia			
		8 horas	100 horas	2 000 horas	Según amerite
1	Revisar el nivel de aceite	X			
2	Purgar agua de condensación del tanque hidráulico		X		
3	Limpiar aletas del enfriador de aceite hidráulico		X		
4	Cambiar filtros de aceite hidráulico			X	
5	Cambiar el aceite hidráulico			X	
6	Limpiar tanque de aceite hidráulico			X	
7	Revisar enfriador de aceite hidráulico			X	
8	Revisar o cambiar mangueras del sistema hidráulico				X

Fuente: elaboración propia.

Figura 28. Nivel de aceite del tanque hidráulico



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Nivel de aceite del tanque hidráulico*. 10 de mayo de 2015.

Figura 29. Llave para purga del agua del tanque hidráulico



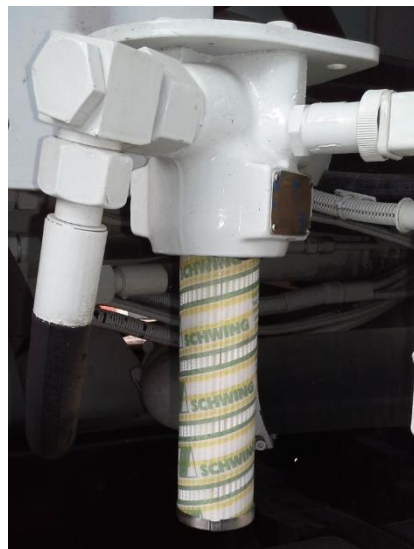
Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Llave para purga*. 10 de mayo de 2015

Figura 30. **Filtro de aceite hidráulico secundario**



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Filtro secundario*. 10 de mayo de 2015.

Figura 31. **Filtro de aceite hidráulico primario**



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Filtro primario*. 10 de mayo de 2015.

Figura 32. **Tanque de aceite hidráulico**



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Tanque de aceite hidráulico*. 10 de mayo de 2015.

Figura 33. **Mangueras de las bombas hidráulicas**



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Mangueras de las bombas hidráulicas*. 10 de mayo de 2015.

Figura 34. **Enfriador de aceite hidráulico**



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Enfriador de aceite hidráulico*. 10 de mayo de 2015.

3.5.3.2. Lubricación de piezas móviles

La lubricación es vital para cualquier pieza mecánica que esté en movimiento y en contacto con otras, ya que si hay una buena lubricación, se evitará un desgaste prematuro de dichas piezas. En la tabla XXVI se detalla la rutina de conservación para piezas o elementos móviles de la bomba de concreto tipo pluma.

Tabla XXVI. Rutina de conservación de piezas móviles

No.	Descripción	Frecuencia	
		Cada mes	40 metros cúbicos
1	Engrasar bujes de los brazos de la pluma	X	
2	Engrasar cojinete del giro de la torre	X	
3	Engrasar buje que une el primer brazo y la torre	X	
4	Limpiar y engrasar dientes de la corona de giro	X	
5	Lubricar estabilizadores de la pluma	X	
6	Engrasar <i>bushings</i> de la válvula oscilante		X
7	Engrasar <i>bushings</i> del agitador		X

Fuente: elaboración propia.

La propuesta del engrase de los *bushings* del eje del agitador se hizo a razón de que los operadores reportaban que la sabieta se observaba en abundancia en los puntos donde tendría que tener grasa, y al realizar el cambio de estos *bushing* y otras piezas que entran en contacto con el concreto, el desgaste era excesivo, por lo que se propuso engrasar a los 40 metros cúbicos de concreto bombeado e ir observando la cantidad de sabieta que salía en dichos puntos, estableciendo que a ese metraje de concreto la sabieta que se observaba era mínima.

Figura 35. **Punto de engrase de la válvula oscilante**



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Punto de engrase de la válvula oscilante*. 10 de mayo de 2015.

Figura 36. **Punto de engrase del agitador del lado derecho**



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Punto de engrase del agitador del lado derecho*. 10 de mayo de 2015.

Figura 37. **Punto de engrase del agitador del lado izquierdo**



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Punto de engrase del agitador lado izquierdo.* 10 de mayo de 2015.

Figura 38. **Puntos de engrase del cilindro de la válvula oscilante**



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Puntos de engrase del cilindro.* 10 de mayo de 2015.

Figura 39. **Puntos de engrase del giro de la torre**



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Puntos de engrase del giro.* 10 de mayo de 2015.

Figura 40. **Superficie de lubricación de estabilizadores de la pluma**



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Superficie de lubricación de estabilizadores.* 10 de mayo de 2015.

Figura 41. **Puntos de engrase de los brazos de la pluma**



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Puntos de engrase de los brazos*. 10 de mayo de 2015.

3.5.3.3. Cambio de piezas de desgaste

Estas piezas están sujetas a desgaste debido a la fricción que se provoca al entrar en contacto con el concreto, y la severidad del desgaste aumenta debido a la cantidad y tipo de concreto que se está bombeando, por lo que es oportuno realizar una revisión periódica de estas piezas y evitar que el equipo falle debido a un desgaste excesivo de estas piezas.

Para estimar la frecuencia del mantenimiento o cambio de estas piezas se utilizaron los datos de las siguientes tablas.

Tabla XXVII. **Frecuencias de cambio de las cabezas de pistón**

CAMBIO DE CABEZAS DE PISTÓN PLUMA NO. 1		CAMBIO DE CABEZAS DE PISTÓN PLUMA NO. 2		CAMBIO DE CABEZAS DE PISTÓN PLUMA NO. 3	
Fecha	m ³ concreto	Fecha	m ³ concreto	Fecha	m ³ concreto
05/02/2013 al 15/01/2014	12 268,00	02/03/2013 al 04/08/2013	6 618,00	02/05/2013 al 28/02/2014	10 258,75
16/01/2014 al 01/10/2014	10 557,13	05/08/2013 al 07/07/2014	13 226,00	01/03/2014 al 08/09/2014	7 816,38
02/10/2014 al 30/04/2015	2 900,65	08/07/2014 al 07/02/2015	8 461,25	09/09/2014 al 08/12/2014	2 380,75
		08/02/2015 al 17/06/2015	8 368,00	09/12/2014 al 30/04/2015	3 814,75

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Colocación de Concreto, S.A.

Tabla XXVIII. **Cambio de piezas de desgaste de la pluma No. 2**

CAMBIO DE PIEZAS DE DESGASTE DE LA PLUMA No. 2		
Fecha de cambio	Descripción	m ³ concreto
16/10/2013 al 17/06/2015	Anillo de corte	27 189,25
	Resorte de presión	27 189,25
	Buje p/tapa tolva	27 189,25
	O-ring	27 189,25
02/07/2014 al 17/04/2015	Cambio de buje agitador derecho	12 833,00
	Cambio de punta de agitador derecho usado	12 833,00
18/04/2015 al 17/06/2015	Bujes de lado derecho e izquierdo	4 213,25
	Puntas de lado izquierdo y derecho	4 213,25
	Hules del remezclador de los lados derecho e izquierdo	4 213,25
17/06/2013 al 15/10/2013	Sello de riñón	4 111,75
16/10/2013 al 08/10/2014	Sello de riñón	13 919,50
09/10/2014 al 17/06/2015	Sello de riñón	13 396,00

Fuente: elaboración propia, con base en datos de Colocación de Concreto, S.A.

En la tabla XXIX se detallan las frecuencias de conservación propuestas para los metrajes de 7 000 m³, 14 000 m³ y 21 000 m³ de concreto bombeado:

Tabla XXIX. **Rutina de conservación de 7 000 m³, 14 000 m³ y 21 000 m³ de concreto bombeado**

	No.	Descripción	7 000 m ³	14 000 m ³	21 000 m ³	Observaciones
Cilindros de trabajo	1	Cabezas de pistón	Cambiar	Cambiar	Cambiar	El operador debe observar si la sabieta está ingresando a la caja de agua
Eje del agitador	1	<i>Bushing</i> del lado izquierdo	Revisar	Cambiar	Revisar	Todas las piezas están sujetas a desgaste
	2	Punta del lado izquierdo	Revisar	Cambiar	Revisar	
	3	Hule del agitador del lado izquierdo	Revisar	Cambiar	Revisar	
	4	(2) <i>Bushings</i> del lado derecho	Revisar	Cambiar	Revisar	
	5	Punta del lado derecho	Revisar	Cambiar	Revisar	
	6	Hule del agitador del lado derecho	Revisar	Cambiar	Revisar	
Válvula oscilante	1	Sello de riñón	Cambiar/ Revisar	Cambiar/ Revisar	Cambiar/ Revisar	Todas las piezas están sujetas a desgaste
	2	<i>Bushings</i> del eje de la válvula oscilante	Revisar	Revisar	Cambiar	
	3	Placa de espejo (<i>housing lining</i>)	Revisar	Revisar	Cambiar	
	4	Anillo de corte	Revisar	Revisar	Cambiar	
	5	Resorte de presión	Revisar	Cambiar/ Revisar	Cambiar	
	6	<i>Back up ring</i> (anillo de apoyo)	Revisar	Revisar	Cambiar	
	7	Placa de gafas	Revisar	Revisar	Cambiar	
	8	Placa de desgaste grande (<i>wear plate large</i>)	Revisar	Revisar	Cambiar	
	9	Placa de desgaste pequeña (<i>wear plate small</i>)	Revisar	Revisar	Cambiar	
	10	Válvula oscilante	Revisar	Revisar	Revisar/ Metalizar	

Fuente: elaboración propia, con base a http://35dyem3oph321z6xwa2rhxs7.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2012/05/Pumpkit_Wear-Parts-Guide-Final.pdf Consulta. 20 de junio de 2015.

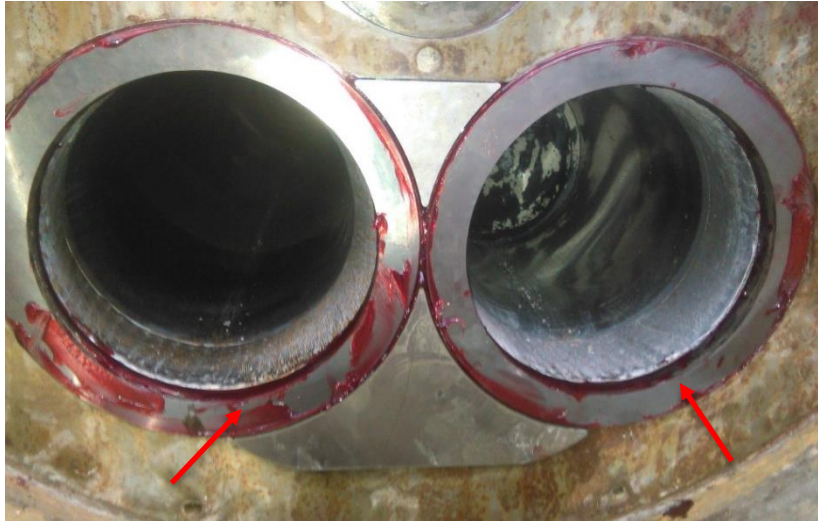
Para establecer si las frecuencias descritas anteriormente se apegan a la realidad, es importante llevar un control de los metros cúbicos de concreto bombeado entre cada cambio o revisión de piezas, y establecer parámetros para clasificar estas piezas según el desgaste, para con ello ampliar o reducir el parámetro de revisión o cambio según la cantidad de metros cúbicos bombeados.

Figura 42. ***Bushing del eje de la válvula oscilante***



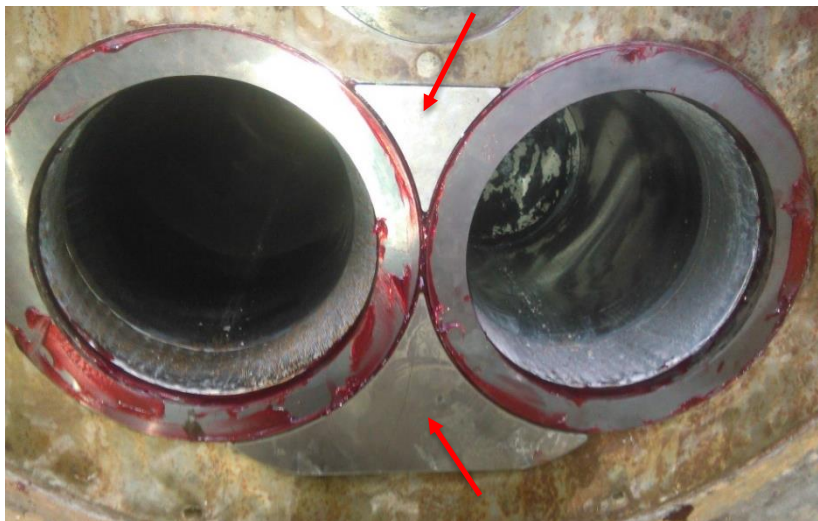
Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Bushing del eje de la válvula oscilante*. 10 de mayo de 2015.

Figura 43. **Placa de gafas individuales**



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Placa de gafas individuales*. 10 de mayo de 2015.

Figura 44. **Placas de desgaste**



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Placas de desgaste*. 10 de mayo de 2015.

Figura 45. **Válvula oscilante**



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Válvula oscilante*. 12 de febrero de 2015.

Figura 46. **Sello de riñón**



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Sello de riñón*. 10 de mayo de 2015.

Figura 47. **Resorte de presión**



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Resorte de presión*. 10 de mayo de 2015.

Figura 48. **Anillo de corte**



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Anillo de Corte*. 10 de mayo de 2015.

Figura 49. **Base de la placa de espejo**



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Base de la placa de espejo*. 10 de mayo de 2015.

Figura 50. **Placa de espejo**



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Placa de espejo*. 10 de mayo de 2015.

Figura 51. **Conjunto armado de piezas de desgaste**



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Conjunto armado de piezas de desgaste*. 2015.

3.6. Plan de conservación de equipo de colocación de concreto

Tener un plan de conservación específico y bien empleado evitará que ocurran demasiadas fallas al momento de la operación de los equipos, minimizando pérdidas de dinero, tiempo, recursos, entre otros.

3.6.1. Actividades a desarrollar

A continuación se explican las actividades a desarrollar.

3.6.1.1. Recopilación de información de los manuales de operación y mantenimiento

La finalidad de recopilar información de los manuales que se encuentran en el área de taller mecánico fue conocer de manera general el funcionamiento de los distintos equipos y sus componentes. También se conocieron las medidas de seguridad que deben ser empleadas al momento de estar operando cada equipo.

3.6.1.2. Información sobre la operación del equipo

Para complementar la información sobre la operación de los equipos, se acompañó a los operadores de estos equipos a diferentes obras para establecer el modo de operar, y las circunstancias bajo las cuales funcionaban.

3.6.1.3. Recopilación del historial de mantenimiento

El historial de la conservación de los diferentes equipos se pudo obtener de un registro digital que lleva el personal del taller, con el objetivo de conocer la condición de los equipos.

3.6.1.4. Comparación del mantenimiento actual y el programa de mantenimiento estipulado en el manual

La comparación entre el mantenimiento actual y estipulado en el manual tuvo la finalidad de identificar las posibles deficiencias en el mantenimiento de estos equipos.

3.6.2. Ficha técnica del equipo

Las fichas técnicas de helicópteros manuales y tripulados, cortadoras de concreto, conjuntos vibradores y motores para conjunto vibrador se muestran en las tablas siguientes:

Tabla XXX. Ficha técnica de helicópteros manuales

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO

Máquina: Helicóptero manual	Marca: Allen Engineering	Código: HM07
Fabricante: Allen Engineering	País: EEUU	Año: 2009
Modelo: 436 BASIC	No. serie: 4360209004	
ESPECIFICACIONES		
Marca del motor	Honda	
Modelo del motor	GX 160	
Tipo de motor	Monocilíndrico de 4 tiempos OHV	
Relación de compresión	8,5:1	
Desplazamiento	163 cm ³	
Combustible	Gasolina regular	
Salida de potencia neta	4,8 HP @ 3 600 rpm	
Tipo de enfriamiento	Enfriado por aire	
Sistema de ignición	Volante magnético (de estado sólido)	
Carburador	Tipo flotador	
Método de arranque	Arranque retráctil	
Caja de engranajes	Estándar	
Cantidad de aspas	4	
Tamaño de las aspas	6 x 14 plg	
Dimensiones específicas de la máquina (largo x ancho x alto)	1 829 x 965 x 914 mm	
Cantidad y tipo de aceite para motor	0,5 Litros SAE 10W30	
Cantidad de aceite para caja de engranajes	0,75 Litros SAE 80W90	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. **Ficha técnica de helicópteros tripulados**

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO

Máquina: Helicóptero tripulado	Marca: Allen Engeniering	Código: TH03
Fabricante: Allen Engeniering	País: EEUU	Año: Sin datos
Modelo: MP 205	No. serie: Sin datos	
ESPECIFICACIONES		
Marca del motor	KOHLER	
Tipo de motor	4 tiempos OHV	
Modelo	CH740S	
No. Serie	3906206051	
Año:	2009	
Tipo de enfriamiento	Enfriado por agua	
Desplazamiento	725 cm ³	
Cantidad y tipo de aceite para motor	1 galón SAE 10W30	
Cantidad de aceite para cada caja de engranajes	½ galón SAE 80W90	
Combustible	Gasolina regular	
Tipo de faja		
Caja de engranajes	Estándar	
Cantidad de aspas	4	
Tamaño de las aspas	6 x 18 plg	
Dimensiones específicas de la máquina (largo x ancho x alto)	2 133 x 1 041 x 1 320 (mm)	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. Ficha técnica de cortadoras de concreto

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO

Máquina: Cortadora de concreto	Marca: Sin datos	Código: C03
Fabricante: Sin datos	País: Sin datos	Año: Sin datos
Modelo: Sin datos	No. serie: Sin datos	
ESPECIFICACIONES		
Marca del motor	Robin	
Modelo del motor	EH410YD00147901	
Tipo de motor	Monocilíndrico de 4 tiempos OHV	
Tipo de enfriamiento	Enfriado por aire	
Desplazamiento	404 cm ³	
Sistema de ignición	Volante magnético (de estado sólido)	
Carburador	Tipo flotador	
Método de arranque	Arranque retráctil	
Tipo de lubricación	Por salpicadura	
Combustible	Gasolina	
Cantidad y tipo de aceite para motor	1,20 Litros SAE 10W30	
Cantidad de fajas	3	
Tipo de fajas	A-29	
Tipo del disco de corte		
Dimensiones del disco de corte		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. Ficha técnica de motores para conjunto vibrador

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO

Máquina: Motor para conjunto vibrador	Marca: Honda	Código: M61
Fabricante: sin datos	País: sin datos	Año: sin datos
Modelo: sin datos	No. serie: sin datos	
ESPECIFICACIONES		
Marca del motor	Honda	
Modelo del motor	GX160	
Tipo de motor	Monocilíndrico de 4 tiempos OHV	
Desplazamiento	163 cm ³	
Relación de compresión	8,5:1	
Salida de potencia neta	4,8 HP @ 3 600 rpm	
Tipo de enfriamiento	Enfriado por aire	
Sistema de ignición	Volante magnético (de estado sólido)	
Carburador	Tipo flotador	
Método de arranque	Arranque retractil	
Tipo de lubricación	Por salpicadura	
Combustible	Gasolina	
Cantidad y tipo de aceite para motor	0,5 Litros SAE 10W/30	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. **Ficha técnica de conjunto vibrador**

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO

Máquina: Conjunto vibrador	Marca:	Código:
Fabricante:	País:	Año:
Modelo:	No. serie:	
ESPECIFICACIONES		
Longitud		
Diámetro de la cabeza		
Número de cojinete		
Número de retenedor		
Diámetro de la unión para el chicote		
Diámetro de la unión para la manguera		

Fuente: elaboración propia.

3.6.3. Orden de trabajo

La orden de trabajo es un documento en el cual se deberán anotar todo tipo de mantenimiento realizado a la maquinaria. A continuación se presenta el formato propuesto para este documento:

Tabla XXXV. Formato de orden de trabajo

ORDEN DE TRABAJO						
ORDEN DE TRABAJO No.					MANTENIMIENTO	CORRECTIVO
MÁQUINA/EQUIPO:						PREVENTIVO
MARCA:				PRIORIDAD	ALTA	MEDIA
SERIE:						BAJA
FECHA DE ENTRADA TALLER			HORA ENTR. TALLER		TÉCNICO QUE EJECUTA:	
MANT. ELÉCTRICO		MONTAJE DE EQUIPO				
MANT. MECÁNICO		OTRO				
FECHA DE SALIDA TALLER			HORA SAL. TALLER		HORÓMETRO / MILLAJE DE LA MÁQUINA	
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE MANTENIMIENTO				COSTOS DE MANTENIMIENTO		
				CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO
OBSERVACIONES:						
TÉCNICO: _____		OPERADOR: _____			AUTORIZA: _____ JEFE DE TALLER	

Fuente: elaboración propia.

3.6.6. Ficha de requisición de materiales y/o suministros

A continuación se detalla el formato para la solicitud de repuestos.

Tabla XXXVIII. **Ficha de requisición de materiales y suministros**

REQUISICIÓN DE MATERIALES Y SUMINISTROS

Fecha: _____

No. _____

No. de Orden de Trabajo: _____

Código del equipo: _____

No.	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	CANTIDAD SOLICITADA	CANTIDAD DESPACHADA
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Técnico que solicita

Jefe de taller

ENTREGADO
Fecha:
Recibe:
Firma:

Vo.Bo. Jefe de producción

Persona de bodega que despacha

Original(blanco): Bodega
Duplicado (celeste): Contabilidad
Triplicado (rosado): Solicitante

Fuente: elaboración propia.

3.6.7. Rutinas de conservación

En las tablas siguientes se muestran las rutinas de conservación de los motores para el conjunto vibrador y el conjunto vibrador, así como una parte de las rutinas de conservación de los helicópteros manuales, helicópteros tripulados y cortadoras de concreto. Las rutinas completas de estos últimos equipos se detallan en el apéndice.

Tabla XXXIX. Rutinas de conservación para helicópteros manuales

RUTINA DE CONSERVACIÓN

Intervalo de conservación	No.	Descripción	Acción	Observaciones
Diariamente	1	Nivel del aceite del motor	Revisar	Nivelar si fuera necesario
	2	Fugas de aceite	Revisar	
	3	Fugas de combustible	Revisar	
	4	Condición de las aspas	Revisar	Que todas las aspas tengan el mismo tamaño
	5	Interruptor de encendido del motor	Comprobar	
	6	Filtro de aire	Revisar	Nunca arranque el motor sin un filtro de aire
	7	Cubierta de las fajas	Revisar	Nunca opere sin la cubierta de protección
	8	Interruptor de apagado de emergencia	Comprobar	.
	9	Manecilla y cable del acelerador del motor	Comprobar	
	10	Bulbo de nivel bajo de aceite	Comprobar	
	11	Estructura de la máquina	Revisar Limpiar	Limpiar con agua para eliminar restos de concreto

Fuente: Elaboración propia, con base en el manual de operación allanadora de a pie J-36/M-30.

Serie Whiteman.

Figura 52. **Motor de combustión interna del helicóptero manual**



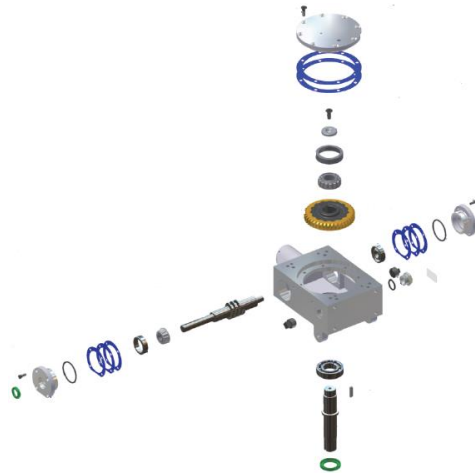
Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Motor de combustión interna*. 15 de marzo de 2015.

Figura 53. **Puntos de engrase de los brazos de las aspas**



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Puntos de engrase de los brazos*. 15 de marzo de 2015.

Figura 54. **Despiece de la caja de engranajes**



Fuente: Allen Engineering Corporation. *Operations-Parts Manual Walk-behind*.
https://www.alleneng.com/images/manuals/Pro_Trowel_02_2012.pdf. Consulta: 14 de marzo de 2015.

Figura 55. **Mecanismo de transmisión de potencia por correa**



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Transmisión de potencia por correa*. 15 de marzo de 2015.

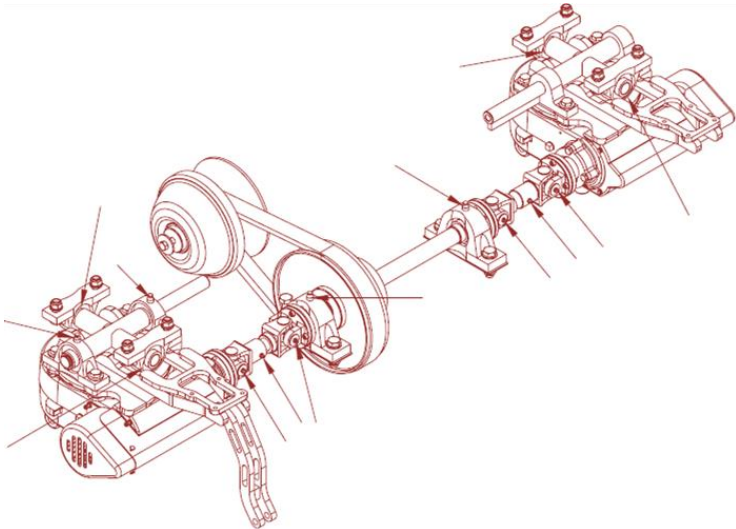
Tabla XL. Rutina de conservación para helicópteros tripulados

RUTINA DE CONSERVACIÓN

Intervalo de conservación	No.	Descripción	Acción	Observaciones
Diario o cada 10 horas de trabajo	1	Nivel del aceite del motor	Revisar	Nivelar si fuera necesario
	2	Nivel de refrigerante del motor	Revisar	
	3	Nivel del tanque de combustible	Revisar	
	4	Nivel del tanque de agua	Revisar	
	5	Fugas de combustible	Revisar	
	6	Fugas de aceite	Revisar	
	7	Filtro de aire	Revisar	Nunca arranque el motor sin un filtro de aire
	8	Condición de las aspas	Revisar	Que todas las aspas tengan el mismo tamaño
	9	Estructura de la máquina	Revisar Limpiar	Limpiar con agua para eliminar restos de concreto.
	10	Sistema de rociado de agua	Comprobar	
	11	Filtro de aire	Revisar Limpiar	

Fuente: elaboración propia, con base en el manual de operación de alisadoras dobles CRT 48-31V.

Figura 56. **Puntos de engrase del sistema de transmisión de potencia**



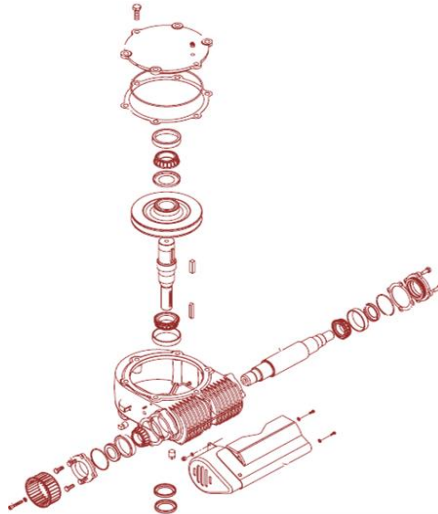
Fuente: WACKER. Puntos de engrase del sistema de transmisión. *Manual de operación de alisadoras dobles CRT 48-31V*. 2006. P. 37.

Figura 57. **Transmisión de potencia por correa dentada**



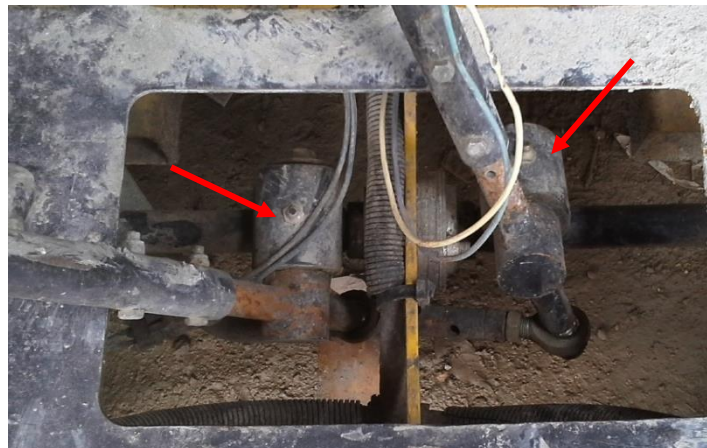
Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Transmisión por correa dentada*. 14 de marzo de 2015.

Figura 58. **Despiece de la caja de engranajes**



Fuente: WACKER. Despiece de la caja de engranajes. *Manual de operación de alisadoras dobles CRT 48-31V*. 2006. P. 69.

Figura 59. **Puntos de engrase del sistema de dirección**



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Puntos de engrase del sistema de dirección*. 14 de marzo de 2015.

Figura 60. **Motor de combustión interna del helicóptero tripulado**



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Motor de combustión interna*. 14 de marzo de 2015.

Tabla XLI. **Rutinas de conservación para cortadoras de concreto**

RUTINA DE CONSERVACIÓN

Intervalo de conservación	No.	Descripción	Acción	Observaciones
Diariamente	1	Nivel del aceite del motor	Revisar	Nivelar si fuera necesario
	2	Fugas de combustible	Revisar	
	3	Fugas de aceite	Revisar	
	4	Interruptor de encendido del motor	Comprobar	
	5	Filtro de aire	Revisar	Nunca arranque el motor sin un filtro de aire
	6	Tolva del disco de corte	Revisar	Nunca opere la cortadora sin la tolva de protección
	7	Cubierta de fajas	Revisar	Nunca opere la cortadora sin la cubierta de protección
	8	Disco de corte	Revisar	
	9	Estructura de la máquina	Revisar/ Limpiar	Limpiar con agua para eliminar restos de concreto.

Fuente: elaboración propia.

Figura 61. **Mecanismo para la profundidad del disco de corte**



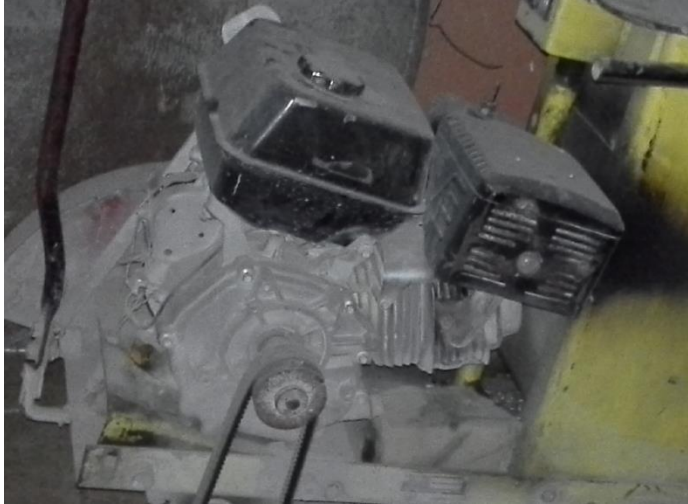
Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Mecanismo para disco de corte*. 14 de marzo de 2015.

Figura 62. **Guía para el disco de corte para concreto**



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Guía para disco de corte*. 14 de marzo de 2015.

Figura 63. **Motor de combustión interna de la cortadora de concreto**



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Motor de combustión interna*. 2015.

Figura 64. **Mecanismo de transmisión de potencia por correa**



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Transmisión de potencia por correa*. 2015.

Tabla XLII. Rutina de conservación para conjunto vibrador

RUTINA DE CONSERVACIÓN

Intervalo	Sección	Pieza	Acción
Conjunto vibrador con cabezal de un diámetro de 25 mm			
Cada 15 días	Cabezal	Péndulo	Limpiar y revisar por desgaste, si es necesario cambie el péndulo. Revisar retenedor y cojinete, cambiar si es necesario.
		<i>Housing</i>	Limpiar. Revisar los extremos por desgaste, si es necesario cambie el <i>housing</i> .
		Punta	Limpiar y revisar por desgaste, si es necesario cambie la punta.
	Flecha flexible	Manguera	Revisar por agrietamiento, cortaduras y otros. Limpiar
		Chicote	Revisar el chicote y espiga por desgaste. Limpiar chicote y volver a engrasar
	Acoplamiento	Acople	Desarmar y limpiar. Revisar piezas y cojinetes, cambiar si es necesario. Engrasar
Conjunto vibrador con cabezales de un diámetro de 35 mm en adelante			
Cada mes	Cabezal	Péndulo	Limpiar y revisar por desgaste, si es necesario cambie el péndulo. Revisar retenedor y cojinete, cambiar si es necesario.
		<i>Housing</i>	Limpiar. Revisar los extremos por desgaste, si es necesario cambie el <i>housing</i> .
		Punta	Limpiar y revisar por desgaste, si es necesario cambie la punta.
	Flecha flexible	Manguera	Revisar por agrietamiento, cortaduras y otros. Limpiar
		Chicote	Revisar el chicote y espiga por desgaste. Limpiar chicote y volver a engrasar
	Acoplamiento	Acople	Desarmar y limpiar. Revisar piezas y cojinetes, cambiar si es necesario. Engrasar
Se recomienda limpiar el conjunto vibrador con un paño mojado para remover el concreto adherido al finalizar de operar el equipo.			

Fuente: elaboración propia.

Figura 65. **Péndulo**



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Péndulo*. 14 de marzo de 2015.

Figura 66. **Acople de la manguera**



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Acople de la manguera*. 14 de marzo de 2015.

Figura 67. **Punta**



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Punta*. 14 de marzo de 2015.

Figura 68. **Housing**



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Housing*. 14 de marzo de 2015.

Tabla XLIII. Rutina de conservación para motores para conjunto vibrador

RUTINA DE CONSERVACIÓN

Intervalo de conservación	No.	Descripción	Acción	Observaciones
Diariamente	1	Nivel del aceite del motor	Revisar	Nivelar si fuera necesario
	2	Fugas de combustible	Revisar	
	3	Fugas de aceite	Revisar	
	4	Interruptor de encendido del motor	Comprobar	
	5	Filtro de aire	Revisar	Nunca opere el motor sin un filtro de aire
	6	Bulbo de nivel bajo de aceite	Comprobar	
Cada mes de operación	1	Aceite del motor	Cambiar	
	2	Filtro de Aire	Limpiar/ Cambiar	
	3	Carburador	Limpiar	
	4	Bujía	Limpiar/ Calibrar	
	5	Arrancador(cuerda y canasta)	Revisar/ Ajustar	
	6	Aceleración del motor	Revisar/ Ajustar	
	7	Acople	Revisar	Verificar el estado de las muelas por desgaste
	8	Seguro para la sujeción de la masa con el acople	Revisar	Verificar el estado por desgaste
Cada año de operación	1	Bujía	Cambiar	
	2	Válvulas de culata del motor	Calibrar	
	3	Tanque de gasolina	Limpiar	

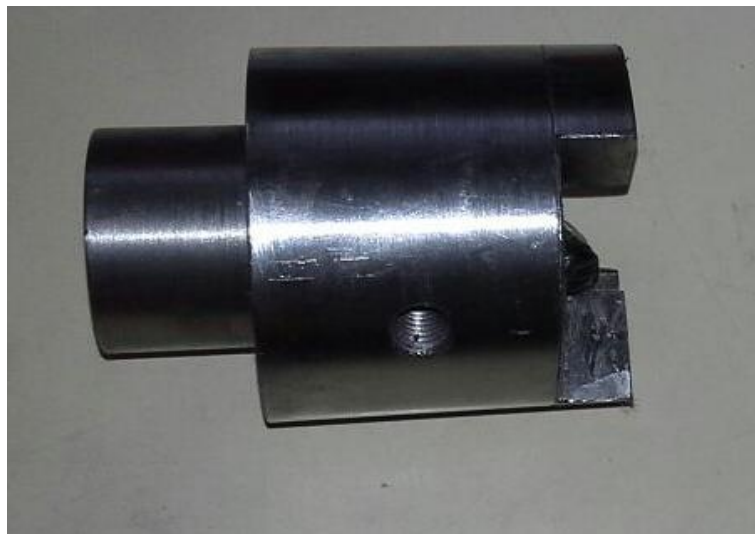
Fuente: elaboración propia.

Figura 69. **Ubicación del filtro de aire**



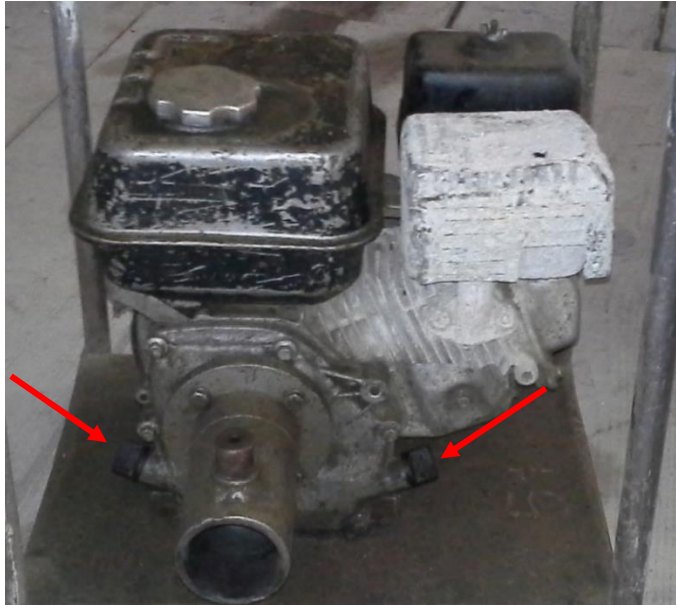
Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Ubicación del filtro de aire*. 14 de marzo de 2015.

Figura 70. **Acople de salida**



Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Acople*. 14 de marzo de 2015.

Figura 71. **Ubicación del drene y llenado de aceite del motor**

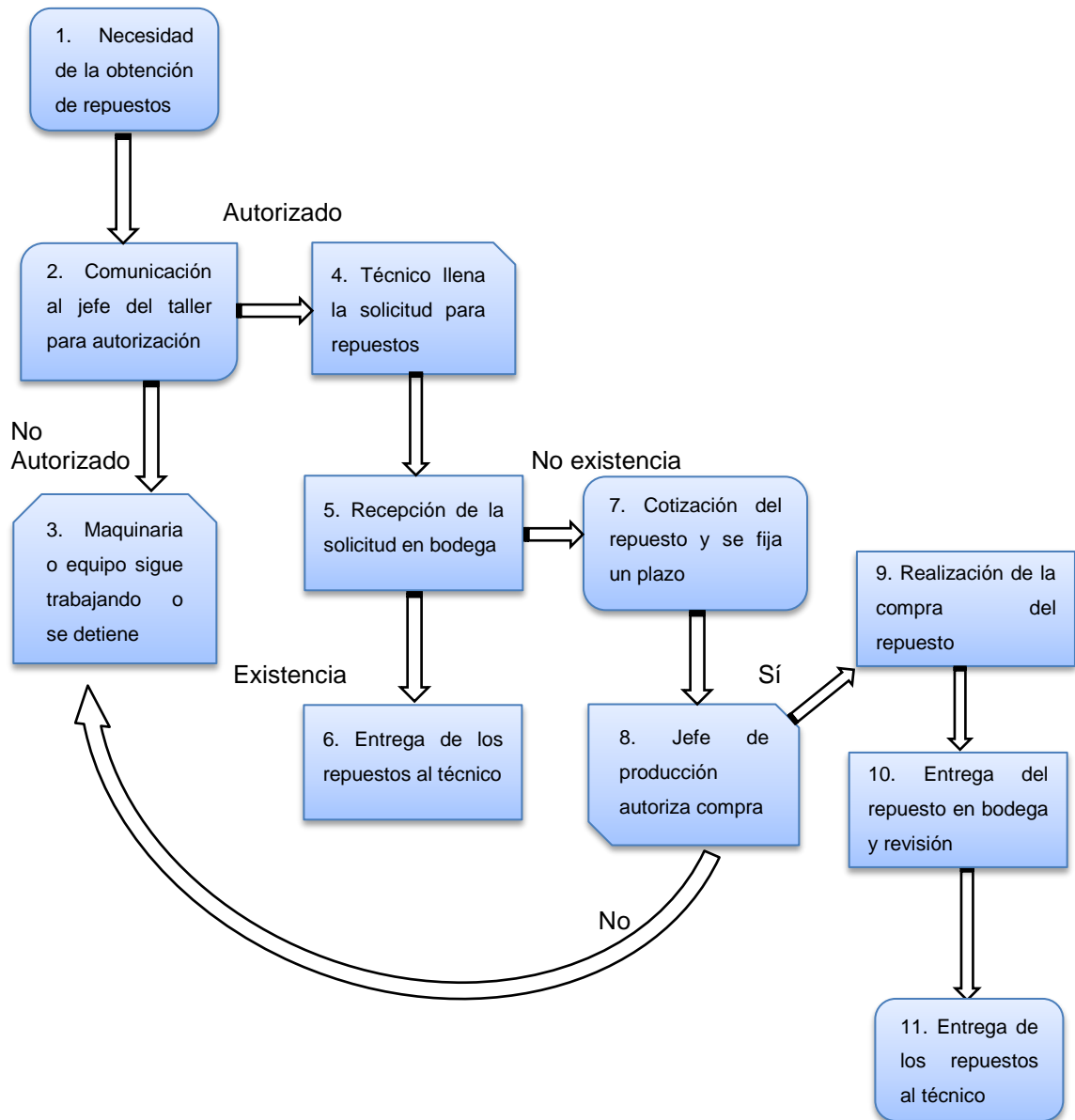


Fuente: Colocación de Concreto, S.A. *Drene y llenado de aceite*. 2015.

3.7. Proceso para la solicitud de repuestos

Mantener los repuestos necesarios y la cantidad adecuada facilita las tareas de mantenimiento ya que el tiempo que el equipo está parado únicamente es por razones del mantenimiento y no debería ser por falta de repuestos. A continuación se muestra el flujograma para el proceso de solicitud de repuestos:

Figura 72. **Flujograma del proceso de solicitud y entrega de repuestos**

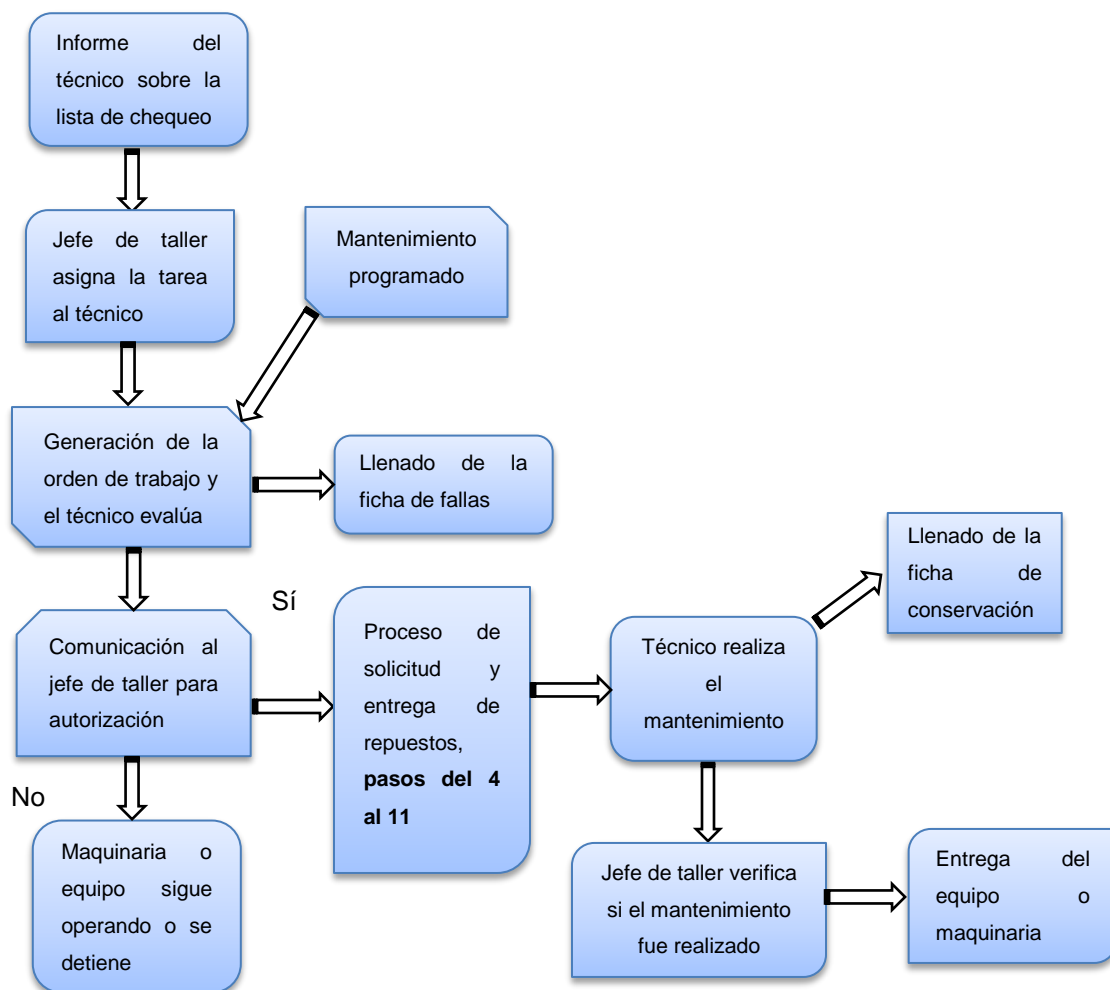


Fuente: elaboración propia

3.8. Proceso para el inicio del mantenimiento del equipo de bombeo y colocación de concreto

Seguir un proceso para la realización de cualquier actividad beneficiosa, ya que se puede llevar un mejor control e ir teniendo una mejora continua en dichos procesos. A continuación se presenta el flujograma para el proceso de mantenimiento del equipo de colocación y bombeo de concreto.

Figura 73. Flujograma del proceso de mantenimiento del equipo



Fuente: elaboración propia.

4. FASE DE DOCENCIA

4.1. Importancia de la conservación en los equipos

El mantener en condiciones óptimas los equipos es importante debido a que si estos fallan al momento de estar siendo operados, la producción se ve afectada, se causa retrasos a terceros, los costos por mantenimiento correctivo suben y la imagen que la empresa proyecta a sus clientes no es la mejor.

Para generar un ambiente de trabajo en equipo con las personas responsables de la operación y conservación de los equipos, así como con el personal encargado de programar la producción, es necesario establecer mecanismos que faciliten el flujo de información, por lo que se realizaron reuniones periódicas para verificar si la información proporcionada por ambos grupos llegó a las personas interesadas y se puede cumplir con lo siguiente:

- Que las fallas o inconvenientes que ocurran al momento de estar operando los equipos, sean verificados y solucionados por el personal del área del taller mecánico.
- Que el personal encargado de programar la producción tenga conocimiento de cuál equipo está siendo o necesita ser reparado, y establecer con ello qué disponibilidad posee para realizar la programación de la producción.

- Es necesario que el jefe del taller mecánico pueda cumplir con el programa de conservación establecido para cada equipo, evitando que los equipos fallen al momento de estar siendo operados y así mantener la disponibilidad de los mismos.
- Es importante que el personal que opera los equipos mantenga limpio los mismos. Que se realicen las rutinas diarias de verificación del equipo antes de operarlo y el reporte correspondiente de las fallas o inconvenientes.

4.2. Capacitación del personal

Una parte importante para la conservación de los equipos son los operadores de los mismos, por lo que es conveniente informarles sobre la frecuencia de las rutinas de conservación para que ellos tengan noción del tipo de mantenimiento que se le deber realizar al equipo dependiendo del tiempo transcurrido, y poder informar o realizar un recordatorio a la persona encargada de programar las reparaciones.

Para contribuir a esto se realizó un plan para capacitar a los operadores, en el que se estableció lo siguiente:

- Temas a desarrollar
- Cronograma de actividades
- Personas que impartirán la capacitación
- Número de participantes
- Lugar de realización y recursos

Entre los temas a desarrollar en la capacitación se propusieron:

1. Importancia del mantenimiento de los equipos
2. Seguridad en la operación de los equipos de colocación de concreto
3. Introducción y uso a la utilización de la lista de chequeo diario de los equipos de colocación de concreto.
4. Proceso para reportar una falla en el equipo de bombeo y colocación de concreto.

Con respecto a la forma en que se impartirá la capacitación a los operadores se propusieron las siguientes fechas

Tabla XLIV. **Cronograma de las capacitaciones**

Fecha	Horario	Tema	Dirigido a	Responsable
04/04/2015	09:00-10:00	Importancia del mantenimiento de los equipos	Operadores de los equipos de bombeo de concreto	Supervisor/Jefe de Taller/Heber Díaz
07/04/2015 y 09/04/2015	09:00-10:00	Importancia del mantenimiento de los equipos	Operadores del equipo de colocación de concreto	Supervisor/Jefe de Taller/Heber Díaz
18/04/2015	08:00-10:00	Seguridad en la operación de los equipos de colocación de concreto	Operadores del equipo de colocación de concreto	Supervisor/Jefe de taller/Heber Díaz
02/05/2015	8:00-11:00	Introducción y uso a la utilización de la lista de chequeo de los equipos de colocación de concreto, en la fase de revisión diaria.	Operadores del equipo de colocación de concreto	Supervisor/Jefe de taller/ Heber Díaz
09/05/2015	08:00-09:30	Proceso para reportar una falla en el equipo de bombeo y colocación de concreto.	Operadores y jefes de grupo	Supervisor/Jefe de taller/Heber Díaz

Fuente: elaboración propia.

Como parte del recurso humano que participará impartiendo la capacitación están: los supervisores, el jefe del taller y los técnicos encargados del mantenimiento del equipo de bombeo y colocación de concreto.

Las personas a quienes se les impartió esta capacitación fueron: los operadores de las bombas para concreto y los operadores de los helicópteros manuales y tripulados, de las cortadoras de concreto y los operadores de los conjuntos vibradores.

La capacitación se impartió en las instalaciones de la Empresa Colocación de Concreto S.A. La parte teórica se realizó en las oficinas centrales y la parte práctica se realizó en las instalaciones donde se guarda el equipo y en las áreas de trabajo.

Para darle seguimiento a esta parte de la capacitación, el jefe de producción o jefe del taller podrá programar, después de algún tiempo de finalizada la capacitación, que los operadores demuestren cuáles son los ítems a revisar antes de operar el equipo, basándose en la lista de chequeo de cada equipo y estableciendo de esta manera a qué nivel se asimiló la información y el cumplimiento de sus obligaciones como operadores.

Otro aspecto en el que se debe tener una capacitación constante es la seguridad en la operación de los equipos, así como en el uso de equipo de protección personal, que conlleva mantener un ambiente seguro de trabajo para evitar accidentes.

A continuación se detallan los formatos para las listas de chequeo de los helicópteros manuales y tripulados, cortadoras para concreto y motores para conjunto vibrador.

Tabla XLV. **Formato de chequeo diario para helicóptero manual**

LISTA DE CHEQUEO DIARIO – HELICÓPTERO MANUAL

Código del equipo: _____

Operador: _____ No. de grupo: _____

No.	Descripción	OK	Revisar
1	Nivel del aceite del motor		
2	Fugas de aceite		
3	Fugas de combustible		
4	Condición de las aspas		
5	Interruptor de encendido del motor		
6	Filtro de aire		
7	Cubierta de las fajas		
8	Interruptor de apagado de emergencia		
9	Manecilla y cable del acelerador del motor		
10	Bulbo de nivel bajo de aceite		
11	Estructura de la máquina		

Observaciones:

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVI. **Formato de chequeo diario para helicóptero tripulado**

LISTA DE CHEQUEO DIARIO – HELICÓPTERO TRIPULADO

Código del equipo: _____

Operador: _____ No. de grupo: _____

No.	Descripción	OK	Revisar
1	Nivel del aceite del motor		
2	Nivel de refrigerante del motor		
3	Nivel del tanque de combustible		
4	Nivel del tanque de agua		
5	Fugas de combustible		
6	Fugas de aceite		
7	Filtro de aire		
8	Condición de las aspas		
9	Estructura de la máquina		
10	Sistema de rociado de agua		
11	Filtro de aire		
12	Interruptor de apago de emergencia		
13	Luces de trabajo		

Observaciones:

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVII. **Formato de chequeo diario para cortadora de concreto**

LISTA DE CHEQUEO DIARIO - CORTADORA PARA CONCRETO

Código del equipo: _____

Operador: _____ No. de grupo: _____

No.	Descripción	OK	Revisar
1	Nivel del aceite del motor		
2	Fugas de combustible		
3	Fugas de aceite		
4	Interruptor de encendido del motor		
5	Filtro de aire		
6	Tolva del disco de corte		
7	Tolva de fajas		
8	Fajas		
9	Disco de corte		
10	Depósito para agua de refrigeración		
11	Guía del disco de corte		
12	Estructura de la máquina		

Observaciones:

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVIII. Formato de chequeo diario para motor para conjunto vibrador

LISTA DE CHEQUEO DIARIO – MOTOR PARA CONJUNTO VIBRADOR

Código del equipo: _____

Operador: _____ No. de grupo: _____

No.	Descripción	OK	Revisar
1	Nivel del aceite del motor		
2	Fugas de combustible		
3	Fugas de aceite		
4	Interruptor de encendido del motor		
5	Filtro de aire		
6	Bulbo de nivel bajo de aceite		

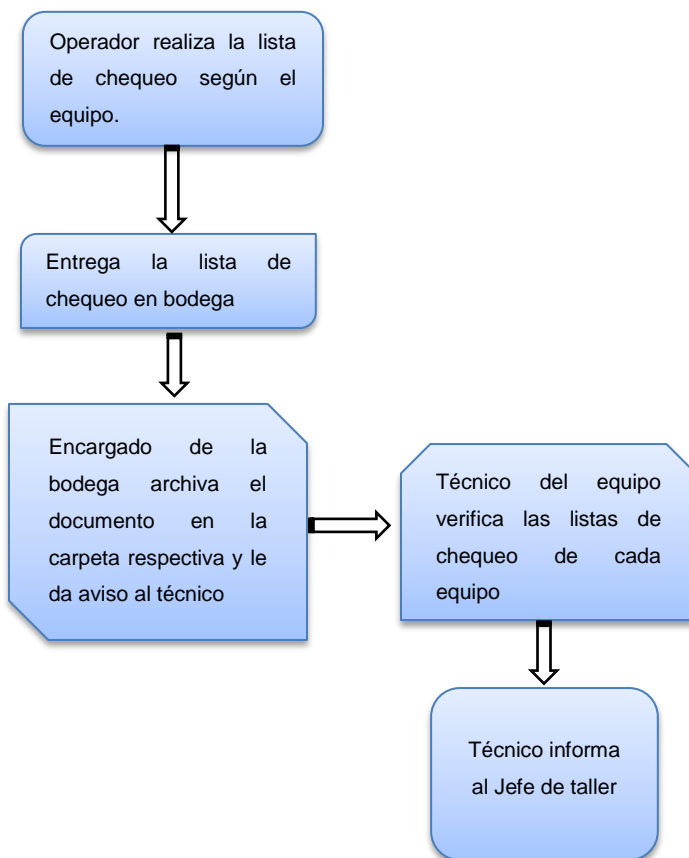
Observaciones:

Fuente: elaboración propia.

Con ayuda de los formatos anteriormente descritos se tendrá un mejor control en el mantenimiento de los equipos de colocación de concreto, y ese estará siendo el punto de inicio para las tareas de mantenimiento, debido a que en los mismos deberán anotarse cualquier situación que se presente al momento de estar operando el equipo.

A continuación se describe por medio de un flujograma el proceso para el reporte de una falla en el equipo de colocación y bombeo de concreto.

Figura 74. **Flujograma para reportar una falla en el equipo de colocación y bombeo para concreto.**



Fuente: elaboración propia

Para gestionar las órdenes de trabajo se propuso realizar un tablero de control del flujo de las órdenes de trabajo, el cual debe incluir los siguientes ítems:

- Nombre del técnico responsable
- Orden pendiente de asignar
- Esperando autorización
- Esperando repuestos
- Orden en proceso
- Orden terminada

Tabla XLIX. **Tablero de control del flujo de las órdenes de trabajo**

CUADRO DE CONTROL DE ÓRDENES DE TRABAJO PARA EL MANTENIMIENTO					
				Técnico 1	X
	X			Técnico 2	
		X		Técnico 3	
X					
Orden pendiente de asignar	Esperando autorización	Esperando repuestos	Orden en proceso		Orden terminada

Fuente: elaboración propia

4.3. Importancia del historial de conservación

Al tener un historial de conservación se puede establecer si se está realizando un programa de conservación preventivo o correctivo, o algún otro tipo de programa, para con ello poder cambiar el rumbo de las tareas de conservación de acuerdo a las necesidades de la empresa, por lo que se debe enfatizar la importancia de llevar un registro de actividades de conservación de forma fiable. Debido a esta necesidad se propusieron los siguientes documentos:

- Ficha técnica del equipo
- Lista de chequeo diario
- Orden de trabajo
- Requisición de repuestos
- Ficha de fallas
- Ficha de conservación

Cada equipo involucrado en el programa de conservación contará con una carpeta que incluirá estos documentos.

Y, con la finalidad de mantener un registro fiable de todas las actividades realizadas en cada equipo, el jefe de producción o taller podrá escoger una fecha aleatoria para verificar si los documentos de cada equipo se están archivando y llenando correctamente.

4.4. Presentación de resultados

Con relación a la fase de investigación, la cual se enfocó en el consumo de combustible, los resultados obtenidos se dieron a conocer a la gerencia de la empresa, donde se hizo ver que podría haber una disminución del consumo de combustible si se instalaban nuevos *fan clutch* a los motores de los camiones Mack, lo cual representaría un ahorro de dinero.

Así también se presentaron en gerencia los documentos que servirán para el control de las tareas de conservación de los equipos de colocación y bombeo de concreto y las rutinas de conservación para estos equipos. Las rutinas planteadas se realizaron con base en los manuales de cada equipo, experiencia de operadores y personal del taller mecánico, y a la observancia en la operación y en las actividades de conservación de cada equipo.

También se dieron a conocer las etapas de los procesos para la realización del mantenimiento de los equipos, la solicitud de repuestos y de la lista de chequeo diario, enfatizando la importancia que tiene la realización de esta última, ya que es el punto de partida para la conservación de los equipos.

CONCLUSIONES

1. Las fallas encontradas en las bombas para concreto tipo pluma, montadas en un camión como; temperatura del aceite hidráulico fuera de parámetros, lubricación deficiente de piezas mecánicas, fugas de aceite hidráulico, *fan clutch* del motor funcionando en forma directa y costos elevados por cambio de piezas de desgaste, se deben a un mantenimiento preventivo deficiente.
2. La mejora en la comunicación entre el personal de producción y el taller mecánico se reflejó en el tiempo disponible para realizar las actividades de conservación de los equipos.
3. La propuesta de los documentos y rutinas de conservación de los equipos, se realizó con base en los manuales de los equipos, experiencia de operadores y personal del taller mecánico, y así como en la observancia de la operación y de las actividades de conservación.

RECOMENDACIONES

Al jefe de taller

1. Verificar las condiciones de las herramientas del área del taller mecánico, para establecer si es necesario renovarlas con la finalidad de que el trabajo designado a cada persona sea realizado de una mejor forma.
2. Establecer el estado físico de los conjuntos vibradores (mangueras) por forros dañados, puntas y *housing* con exceso de desgaste, ya que esto hace que el personal de taller dedique más tiempo a estas reparaciones, y se provoca que las actividades de conservación para otros equipos se demore o se realice con algunas deficiencias.
3. Instalar las guardas de protección de las piezas móviles de los helicópteros manuales y cortadores para concreto por seguridad del operador.
4. Cambiar los horómetros de los helicópteros tripulados que no estén funcionando, para llevar un mejor control de las rutinas de conservación y no tener un aumento de costos por acciones correctivas en el equipo.

5. Llevar un registro en el cual se detalle cuáles helicópteros o cortadoras se utilizaron, y la producción en metros cuadrados o lineales que respectivamente realizaron en cada obra, para crear un historial y estimar el tiempo de las rutinas de conservación, ya que estos equipos no cuentan con horómetro.
6. Llevar un registro de los metros cúbicos de concreto bombeado entre cada cambio de piezas de desgaste de las bombas para concreto tipo pluma, para establecer la frecuencia de cambio de dichas piezas y evitar costos elevados por trabajos correctivos.
7. Enviar muestras de aceite hidráulico usado al laboratorio para su respectivo análisis, con una frecuencia de 500 horas de trabajo, para tener un mejor control de la degradación de las propiedades del aceite hidráulico en el sistema de bombas para concreto tipo pluma y cambiar este en el tiempo oportuno.

Al operador

8. Engrasar cada 40 metros cúbicos de concreto bombeado los *bushings* del agitador y de la válvula oscilante para evitar un desgaste prematuro de estas piezas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Allen Engineering Corporation. *Operations-Parts Manual MP 205*. [en línea].
<https://www.alleneng.com/images/manuals/MP205_05_2002.pdf>
[Consulta: 14 de marzo de 2015].
2. Allen Engineering Corporation. *Operations-Parts Manual Walk-behind*. [en línea].
<https://www.alleneng.com/images/manuals/Pro_Trowel_02_2012.pdf>. [Consulta: 14 de marzo de 2015].
3. *Bomba para concreto montada en camión*. [en línea].
<<http://schwing.com/products/spto-1000/>>. [Consulta: 26 de junio de 2015].
4. *Bomba para concreto remolcada*. [en línea].
<<http://schwing.com/products/SP1000/>>. [Consulta: 26 de junio de 2015].
5. *Bomba tipo pluma*. [en línea].
<<http://schwinglatinoamerica.com/productos/s32x/>>. [Consulta: 26 de junio de 2015].

6. *Cabeza de pistón*. [en línea].
<http://35dyem3oph321z6xwa2rhxs7.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2012/05/Pumpkit_Wear-Parts-Guide-Final.pdf>. [Consulta: 10 de junio de 2015].
7. *Cilindros de material*. [en línea].
<http://35dyem3oph321z6xwa2rhxs7.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2012/05/Pumpkit_Wear-Parts-Guide-Final.pdf>. [Consulta: 10 de junio de 2015].
8. *Cilindros hidráulicos*. [en línea].
<http://35dyem3oph321z6xwa2rhxs7.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2012/05/Pumpkit_Wear-Parts-Guide-Final.pdf>. [Consulta: 10 de junio de 2015].
9. *Fan clutch*. [en línea].
<http://catalog.hortonww.com/catalog/fan_drive_dim.asp?service_no=999498&no#999498>. [Consulta: 26 de junio de 2015].
10. GENUINE SCHWING PARTS. *Pumpkit Reference Guide*. [en línea].
<http://35dyem3oph321z6xwa2rhxs7.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2012/05/Pumpkit_Wear-Parts-Guide-Final.pdf>. [Consulta: 10 de junio de 2015].
11. Grupo CIPSA. *Cortadora de Concreto, Modelo: CCT12*. Grupo CIPSA. 2014. P. 39
12. MULTIQUIP. *Manual de operación allanadora de a pie J-36/M-30. Serie Whiteman*. Multiquip. 2007. P. 42.

13. MULTIQUIP. Manual de vibradores manuales para concreto tipo péndulo. Multiquip. 2001. P. 40.
14. SCHWING, American Inc. *Manual de Capacitación*. Schwing. 1a. Ed. P. 230.
15. SCHWING, American Inc. *Operation Manual KVM 32XLD/S*. Schwing. 1a. Ed. P. 258.
16. *Tolva*. [en línea].
<http://35dyem3oph321z6xwa2rhxs7.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2012/05/Pumpkit_Wear-Parts-Guide-Final.pdf>. [Consulta: 10 de junio de 2015].
17. WACKER. *Manual de Operación de Alisadoras dobles CRT 48-31V*. Wacker Corporation. 2006. P. 170.

APÉNDICES

Tabla I. Rutina de conservación completa para helicópteros manuales

Intervalo de conservación	No.	Descripción	Acción	Observaciones
Diariamente	1	Nivel del aceite del motor	Revisar	Nivelar si fuera necesario
	2	Fugas de aceite	Revisar	
	3	Fugas de combustible	Revisar	
	4	Condición de las aspas	Revisar	Que todas las aspas tengan el mismo tamaño
	5	Interruptor de encendido del motor	Comprobar	
	6	Filtro de aire	Revisar	Nunca arranque el motor sin un filtro de aire
	7	Cubierta de las fajas	Revisar	Nunca opere sin la cubierta de protección
	8	Interruptor de apagado de emergencia	Comprobar	
	9	Manecilla y cable del acelerador del motor	Comprobar	
	10	Bulbo de nivel bajo de aceite	Comprobar	
	11	Estructura de la máquina	Revisar/ Limpiar	Limpiar con agua para eliminar restos de concreto.
Semanalmente	1	Bujes de los cuatro brazos	Engrasar	Lubricar hasta que salga grasa alrededor de los bujes
	2	Embrague centrífugo	Revisar/ Limpiar	
	3	Arrancador (cuerda y canasta)	Revisar	
	4	Filtro de Aire	Limpiar	
	5	Alineación de la faja	Revisar	Comprobar la alineación de la faja
	6	Nivel de aceite de la caja de engranajes	Revisar	Nivelar si fuera necesario

Continuación de la tabla I

Intervalo de conservación	No.	Descripción	Acción	Observaciones
Cada 2 meses o 50 horas de operación	1	Aceite del motor	Cambiar	
	2	Filtro de Aire	Limpiar/ Cambiar	
	3	Carburador	Limpiar	
	4	Bujía	Limpiar/ Calibrar	
	5	Aceleración del motor	Revisar/ Ajustar	
	6	Faja	Revisar	Desgaste de la faja debido al uso
Cada año o 300 horas de operación	1	Bujes de los brazos	Revisar/ Cambiar	
	2	Sello del eje de entrada a caja de engranes	Revisar/ Cambiar	
	3	Sello de eje de salida de caja de engranes	Revisar/ Cambiar	
	4	Cable de ajuste de las aspas	Revisar/ Cambiar	
	5	Válvulas de culata del motor	Calibrar	
	6	Bujía	Cambiar	
	7	Tanque de gasolina	Limpiar	
	8	Faja	Cambiar	
	9	Brazos para las aspas	Revisar	Verificar si los brazos no están doblados.
	10	Aceite de la caja de engranajes	Cambiar	

Fuente: elaboración propia, con base en el Manual de operación allanadora de a pie J-36/M-30. Serie *Whiteman*. 2007.

Tabla II. Rutina de conservación completa para helicópteros tripulados

Intervalo de conservación	No.	Descripción	Acción	Observaciones
Diario o cada 10 horas de trabajo	1	Nivel del aceite del motor	Revisar	Nivelar si fuera necesario
	2	Nivel de refrigerante del motor	Revisar	
	3	Nivel del tanque de combustible	Revisar	
	4	Nivel del tanque de agua	Revisar	
	5	Fugas de combustible	Revisar	
	6	Fugas de aceite	Revisar	
	7	Filtro de aire	Revisar	Nunca arranque el motor sin un filtro de aire
	8	Condición de las aspas	Revisar	Que todas las aspas tengan el mismo tamaño
	9	Estructura de la máquina	Revisar/ Limpiar	Limpiar con agua para eliminar restos de concreto.
Cada 20 horas de trabajo	1	Nivel de aceite en la caja de engranajes	Revisar	Nivelar si fuera necesario
	2	Sistema de dirección manual de la máquina	Engrasar	Aplicar por lo menos 3 bombazos en cada grasera
	3	Sistema de inclinación de las aspas	Engrasar	Aplicar por lo menos 3 bombazos en cada grasera
	4	Sistema de transmisión	Engrasar	Aplicar por lo menos 3 bombazos en cada grasera
	5	Bujes de los brazos de las aspas	Engrasar	Lubricar hasta que salga grasa por lo bujes
	6	Sistema de rociado de agua	Comprobar	
Cada 50 horas	1	Faja de transmisión	Revisar/ Ajustar	Desgaste por el uso
	2	Sistema de luces de trabajo	Comprobar	

Continuación de la tabla II

Intervalo de conservación	No.	Descripción	Acción	Observaciones
Cada 100 horas	1	Aceite de motor	Cambiar	
	2	Filtro de aceite	Cambiar	
	3	Filtro de combustible	Revisar	
	4	Filtro de aire	Revisar Limpiar	
Cada 200 horas	1	Bujía	Revisar/ Limpiar/ Calibrar	
	2	Filtro de aire	Cambiar	
	3	Faja del ventilador	Revisar/ Ajustar	Desgaste por el uso
Cada 300 horas	1	Bujía	Cambiar	
	2	Filtro de combustible	Cambiar	
	3	Válvula de alivio, caja de engranajes	Cambiar/ Revisar	
	4	Aceite caja de engranajes	Cambiar	
	5	Refrigerante del motor	Cambiar	
	6	Tanque de Combustible	Limpiar	
	7	Tanque de agua	Limpiar	

Fuente: elaboración propia, con base en el Manual de operación de alisadoras dobles CRT 48-31V.

Tabla III. Rutina de conservación completa de cortadoras

Intervalo de conservación	No.	Descripción	Acción	Observaciones
Diariamente	1	Nivel del aceite del motor	Revisar	Nivelar si fuera necesario
	2	Fugas de combustible	Revisar	
	3	Fugas de aceite	Revisar	
	4	Interruptor de encendido del motor	Comprobar	
	5	Filtro de aire	Revisar	Nunca arranque el motor sin un filtro de aire
	6	Tolva del disco de corte	Revisar	Nunca opere la cortadora sin la tolva de protección
	7	Cubierta de fajas	Revisar	Nunca opere la cortadora sin la cubierta de protección
	8	Disco de corte	Revisar	
	9	Estructura de la máquina	Revisar/ Limpiar	Limpiar con agua para eliminar restos de concreto.
Semanalmente	1	Sistema de levante (chumacera y eje)	Engrasar	Lubricar hasta que salga grasa alrededor de los sellos.
	2	Chumaceras del eje del disco de corte	Engrasar	Lubricar hasta que salga grasa alrededor de los sellos.
	3	Arrancador (cuerda y canasta)	Revisar	
	4	Filtro de Aire	Limpiar	
	5	Alineación y tensión de fajas	Revisar/ Ajustar	Desgaste por el uso
	6	Sistema de agua	Comprobar	
Cada 3 meses o 50 horas de operación	1	Aceite del motor	Cambiar	
	2	Filtro de Aire	Limpiar/ Cambiar	
	3	Carburador	Limpiar	
	4	Bujía	Limpiar/ Calibrar	
	5	Aceleración del motor	Revisar	

Continuación de la tabla III

Intervalo de conservación	No.	Descripción	Acción	Observaciones
Cada año o 300 horas de operación	1	Bujía	Cambiar	
	2	Válvulas de culata del motor	Calibrar	
	3	Tanque de gasolina	Limpiar	
	4	Fajas	Cambiar	Desgaste por el uso
	5	Sistema de agua(depósito, manguera y llave de paso)	Revisar/ Limpiar	

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Reporte de un análisis de aceite hidráulico usado



Reporte de Análisis de Lubricante
North America: +1-877-808-3750

0	1	2	3	4
NORMAL	AVANZADA	CRTICO		

Severidad General del Reporte

Información de Cuenta				Información del Componente				Información de muestra																
Número de cuenta: 507487-0072-0000 Nombre de Compañía: COLOCACION DE CONCRETO Contacto: Dirección: Teléfono:				ID de Componente: C-385BNK PLUMA 3 ID Secundaria: Filtro de tipo de componente: HYDRAULIC Fabricante: SCHWING Modelo: KVM34X Aplicación: CONSTRUCTION Capacidad de sumidero: 120 galón				Número de Huella: 14142Y00437 Número de laboratorio: G-100035 Localización de Laboratorio: Guatemala City Analista de Datos: MIO Tomada: 02-feb-2015 Recibido: 04-feb-2015 Completado: 06-feb-2015																
Información de filtro				Información Misceláneo				Información del Producto																
Tipo de filtro: FULLFLOW Índice de Micrón: 10								Fabricante del Producto: PURE GUARD Nombre del Producto: XL 5000 Grado de Viscosidad: ISO 68																
Comentarios				La viscosidad se encuentra SIGNIFICATIVAMENTE BAJA; Es el grado identificado correcto? Por favor verifique. Si es así; El cambio del lubricante se sugiere si no hecho en el tiempo del muestro Se ha agregado información o cambiado y se ha regenerado el informe;																				
Metales de Desgaste (ppm)											Metales Contaminantes		Fuente de Varios Metales (ppm)				Metales Aditivos (ppm)							
Muestra #	Hierro	Cromo	Níquel	Aluminio	Cobre	Plomo	Estrafio	Cadmio	Plata	Vanadio	Silice	Sodio	Potasio	Titanio	Molibdeno	Antimonio	Manganeso	Litio	Boro	Magnesio	Calcio	Bario	Fósforo	Zinc
1	12	2	0	5	9	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	3	117	0	364	423
Información de muestra				Contaminantes				Propiedades de liquido																
Muestra #	Fecha de toma	Fecha de recibo	Tiempo de Aceite h	Tiempo de unidad h	Cambio de Aceite galón	Aceite Agregado galón	Cambio de Filtro	Dilución de Combustible % de vol	Hollín % de vol	Agua % de Vol	Viscosidad 40 °C cSt	Viscosidad 100 °C cSt	Número de Acido mg KOH/g	Número Básico mg KOH/g	Oxidación abs/cm	Nitración abs/0.1 mm								
1	02-feb-2015	04-feb-2015	2730	7219	Unk	0	Unk			<.1 - FTIR	49.0		0.38		7	5								
Cuento de Partículas (partículas/mL)										Análisis Adicionales														
Muestra #	Código ISO Basado en 4/6/14	> 4 µm	> 6 µm	> 10 µm	> 14 µm	> 21 µm	> 38 µm	> 70 µm	> 100 µm	Método de prueba														
1	//																							

Los comentarios son un consultivo y se basan en el supuesto de que la muestra y los datos presentados son válidos. Lubricante o ausencia de tiempo del componente limita la evaluación. Ninguna garantía expresada o implícita.

Fuente: Colocación de Concreto, S.A.

Control para el recorrido de las plumas

COLCOSA / ALICOSA

Tel.s: 2288-2012 - 2288-0135 - 2254-7469

TRASLADO DE VEHÍCULOS

NOMBRE DEL PILOTO
 HORA DE ENTRADA HORA DE SALIDA
 VEHÍCULO PLACAS NO. CANTIDAD DE GALONES DIESEL

	INICIO	FINAL
MILLAS		
H/CAMION		
H/PTO		

FECHA		
DIA	MES	AÑO

No.	HORA DE SALIDA	LUGAR DE SALIDA	HORA DE LLEGADA	LUGAR DE LLEGADA	MILLAS INICIO	MILLAS LLEGADA	TIPO DE MOVIMIENTO
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

Fuente: Colocación de Concreto, S.A.

Control manual de la bomba para concreto tipo pluma montada en un camión



Fuente: Colocación de Concreto, S.A.

Banco de mandos manuales para la operación de la pluma de distribución



Fuente: Colocación de Concreto, S.A.

Punto de salida del concreto en la tolva



Fuente: Colocación de Concreto, S.A.

Control remoto para operación de la bomba para concreto, tipo pluma montada en un camión



Fuente: Colocación de Concreto, S.A.