



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE  
MANTENIMIENTO**

**“ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO  
DE LAS UNIDADES MÓVILES DE BOMBEO (M.T.U.), EN  
LA COMPAÑÍA TRACE OIL FIELD”**

**LENIN GIOVANNI ACOSTA MORENO**

**TESIS DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO DE MANTENIMIENTO**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2013**

**ESPOCH**

Facultad de Mecánica

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS**

---

2012-10-12

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**LENIN GIOVANNI ACOSTA MORENO**

---

Titulada:

**“ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO DE LAS UNIDADES MÓVILES DE BOMBEO (M.T.U.), EN LA COMPAÑÍA TRACE OIL FIELD”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

**INGENIERO DE MANTENIMIENTO**

---

Ing. Geovanny Novillo A.

DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Fernando González

DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. Hernán Samaniego

ASESOR DE TESIS

# ESPOCH

Facultad de Mecánica

---

## CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** ACOSTA MORENO LENIN GIOVANNI

**TÍTULO DE LA TESIS:** “ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO DE LAS UNIDADES MÓVILES DE BOMBEO (M.T.U.), EN LA COMPAÑÍA TRACE OIL FIELD”

**Fecha de Examinación:** 2013-10-08

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Dr. Marco Haro Medina. PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Fernando González DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Hernán Samaniego ASESOR			

\* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

---

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

---

f) Dr. Marco Haro Medina  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

El trabajo de grado que presento, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos, científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad del autor. El patrimonio intelectual e industrial le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

Lenin Giovanni Acosta Moreno

## **DEDICATORIA**

Cuando tenemos un sueño y nos esforzamos por convertirlo en realidad nada es imposible. Durante este largo tiempo de estudios se presentaron dificultades y gratos momentos. El presente trabajo representa el esfuerzo, la dedicación y perseverancia inspirados por el amor, la comprensión y el apoyo de todos aquellos que estuvieron a mi lado, a quienes dedico de corazón este logro.

Mi gratitud, principalmente está dirigida a Dios por haberme dado la existencia e incondicionalmente siempre ha estado a mi lado guiándome para cumplir mis metas con responsabilidad y permitirme llegar al final de mi carrera.

A mis Tíos: Marco Haro y Jeannette Acosta, quienes a lo largo de mi carrera han velado por mi bienestar y educación, dándome aliento para siempre salir adelante y cumplir mis objetivos, siendo pilares fundamentales en mi vida, dignos de ejemplo de trabajo y constancia, ofreciéndome todo el apoyo necesario en el transcurso de los años.

A mi abuelita Carmen Landa porque con su cariño y fortaleza formo mi espíritu haciendo una persona responsable y digna de admiración.

**Lenin Giovanni Acosta Moreno**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por mantenerme con salud y brindarme la oportunidad de culminar un escalón más de uno de mis sueños, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO con su FACULTAD DE MECANICA y en especial a la ESCUELA DE INGENIERIA DE MANTENIMIENTO, con todo su personal docente, integrado por profesionales que supieron poner en mi un grano de su conocimiento para mi formación como Ingeniero en Mantenimiento.

A mi familia quienes me brindaron todo su apoyo para realizar este sueño, quienes en todo momento supieron extender su mano de una manera desinteresada.

**Lenin Giovanni Acosta Moreno**

# CONTENIDOS

	<b>Pág</b>
<b>1. GENERALIDADES</b>	
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 <i>Objetivo general</i> .....	3
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	3
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 El mantenimiento.....	4
2.1.1 <i>Definición</i> .....	4
2.1.2 <i>Función del mantenimiento</i> .....	4
2.2 Objetivos básicos del mantenimiento.....	4
2.3 Recursos necesarios para un plan de mantenimiento.....	6
2.3.1 <i>Recurso humano</i> .....	6
2.3.2 <i>Recurso material</i> .....	6
2.3.3 <i>Recursos financieros</i> .....	6
2.4 Importancia del mantenimiento en la industria.....	7
2.5 Tipos de mantenimiento.....	7
2.5.1 <i>Mantenimiento correctivo</i> .....	8
2.5.2 <i>Mantenimiento predictivo</i> .....	9
2.5.3 <i>Técnicas del mantenimiento predictivo</i> .....	10
2.5.4 <i>Mantenimiento preventivo</i> .....	11
2.5.5 <i>Comparación de costos de los tres sistemas de mantenimiento</i> .....	12
2.5.6 <i>Mantenimiento proactivo</i> .....	13
2.5.7 <i>Mantenimiento cero horas (overhaul)</i> .....	14
2.5.8 <i>Mantenimiento en uso</i> .....	15
2.6 Implementación del plan de mantenimiento.....	15
2.6.1 <i>Análisis de la situación actual</i> .....	15
2.6.2 <i>Inventario técnico de la maquinaria</i> .....	15
2.6.3 <i>Evaluación del estado actual de la maquinaria</i> .....	17

2.6.4	<i>Fichas de datos y características</i> .....	18
2.6.5	<i>Clasificación de los equipos</i> .....	19
2.7	Plan de mantenimiento.....	20
2.8	Documentación para un plan de mantenimiento.....	21
2.8.1	<i>Solicitud de servicio externo</i> .....	21
2.8.2	<i>Solicitud de compra</i> .....	21
2.8.3	<i>Historial de mantenimiento</i> .....	21
2.9	Categorización de los equipos.....	21
2.9.1	<i>Política de mantenimiento acorde con la categoría de la máquina</i> .....	24
2.10	Planificación y programación del mantenimiento.....	25
2.10.1	<i>Planificación del mantenimiento</i> .....	25
2.10.2	<i>Programación del mantenimiento</i> .....	26
2.11	Introducción al bombeo hidráulico.....	27
2.11.1	<i>Definición del sistema de bombeo hidráulico</i> .....	27
2.11.2	<i>Descripción de completación típica para bombeo hidráulico</i> .....	27
2.12	Teoría general de bombeo hidráulico tipo jet.....	29
2.12.1	<i>Principio de funcionamiento de la bomba jet</i> .....	30
2.13	Unidades MTU.....	31
2.13.1	<i>Definición</i> .....	31
2.13.2	<i>Funcionamiento</i> .....	32
2.13.3	<i>Partes que lo conforman</i> .....	32
2.13.4	<i>Características técnicas</i> .....	33
2.14	Descripción del motor a diesel.....	33
2.14.1	<i>Principio de funcionamiento</i> .....	33
2.14.2	<i>Especificaciones técnicas</i> .....	34
2.14.3	<i>Sistema de admisión y escape</i> .....	34
2.14.4	<i>Sistema de alimentación de combustible</i> .....	35
2.14.5	<i>Sistema de lubricación</i> .....	36
2.14.6	<i>Sistema de enfriamiento y refrigeración</i> .....	36
2.14.7	<i>Sistema de encendido</i> .....	37
2.14.8	<i>Tablero de control</i> .....	37
2.14.9	<i>Detección de fallas en motores a diesel por color de humo</i> .....	38
2.15	Bomba quintuplex 300q – 5H.....	39
2.15.1	<i>Especificaciones técnicas</i> .....	40
2.15.2	<i>Fluid end</i> .....	41

2.16	Caja de velocidades (5 velocidades).....	42
2.16.1	<i>Especificaciones técnicas</i> .....	42
2.17	Reductor de velocidades.....	43
2.17.1	<i>Especificaciones técnicas</i> .....	43
2.18	Manifold de inyección.....	44
2.19	Módulo acumulador de presión.....	44
2.19.1	<i>Especificaciones técnicas</i> .....	44
2.20	Bomba centrífuga (booster).....	45
2.20.1	<i>Especificaciones técnicas</i> .....	45
2.21	Fallas comunes en la unidad MTU.....	46
2.21.1	<i>Fuga de fluido por sello de bomba booster</i> .....	46
2.21.2	<i>Cambio de asientos y bolas por caída de presión en la inyección</i> .....	46
2.21.3	<i>Fuga de fluido motriz en bomba quintuples</i> .....	47
<b>3.</b>	<b>EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL MANTENIMIENTO</b>	
3.1	Organización actual del mantenimiento en la Empresa “Trace oil field”.....	48
3.2	Análisis de la situación actual del mantenimiento utilizado.....	49
3.3	Evaluación del estado actual de la maquinaria.....	51
3.4	Análisis del estado técnico de los equipos.....	51
3.5	Documentación utilizada actualmente.....	51
<b>4.</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO</b>	
4.1	Inventario técnico de equipos.....	53
4.2	Fichas técnicas de datos y características de cada equipo.....	55
4.3	Categorización de los equipos.....	83
4.4	Fijación de tareas, procedimientos y frecuencias.....	84
4.4.1	<i>Elaboración del banco de tareas y fijación de frecuencias para la bomba centrífuga.</i> .....	84
4.4.2	<i>Elaboración del banco de tareas y fijación de frecuencias para el motor Caterpillar 3406</i> .....	88
4.4.3	<i>Elaboración del banco de tareas y fijación de frecuencias para la caja de velocidades</i> .....	94
4.4.4	<i>Elaboración del banco de tareas y fijación de frecuencias para el reductor de velocidades</i> .....	96

4.4.5	<i>Elaboración del banco de tareas y fijación de frecuencias para la bomba quintuplex.....</i>	98
4.4.6	<i>Elaboración del banco de tareas para el módulo acumulador.....</i>	103
4.4.7	<i>Elaboración del banco de tareas para el manifold.....</i>	105
4.5	Gestión de documentación de trabajo.....	106
4.5.1	<i>Solicitud de trabajo de mantenimiento.....</i>	107
4.5.2	<i>Solicitud de servicio externo de mantenimiento.....</i>	108

## **5. PROGRAMACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO POR MEDIO DEL SOFTWARE SGM Pro**

5.1	Introducción al software SGM Pro (software de gestión de mantenimiento)	112
5.2	Requerimientos del sistema.....	113
5.3	Tutorial del software.....	113
5.3.1	<i>Página de inicio.....</i>	113
5.3.1.1	<i>Inicio de sesión.....</i>	113
5.3.1.2	<i>Menú principal.....</i>	115
5.3.1.3	<i>Ingreso de tareas.....</i>	115
5.3.1.4	<i>Ingreso de códigos de equipos.....</i>	116
5.3.1.5	<i>Ingreso de datos de los equipos.....</i>	117
5.3.1.6	<i>Designación de tareas a cada equipo.....</i>	117
5.3.1.7	<i>Generación del plan de mantenimiento.....</i>	119
5.3.1.8	<i>Ingreso de fallas.....</i>	120

## **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

6.1	Conclusiones.....	121
6.2	Recomendaciones.....	121

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## LISTA DE TABLAS

		<b>Pág.</b>
1	Comparación de costos de implementación de los tipos de mantenimiento más destacados.....	12
2	Evaluación del estado técnico de los equipos.....	18
3	Detección de fallas en motores a diesel por color de humo.....	38
3	Detección de fallas en motores a diesel por color de humo.....	39
4	Lista de partes del fluid end.....	42
5	Codificación de área y equipos.....	53
6	Codificación de equipos.....	54
7	Ficha técnica de datos y características de la bomba centrífuga 01.....	55
8	Ficha técnica de datos y características de la bomba centrífuga 02.....	56
9	Ficha técnica de datos y características de la bomba centrífuga 03.....	57
10	Ficha técnica de datos y características de la bomba centrífuga 04.....	58
11	Ficha técnica de datos y características del motor caterpillar 01.....	59
12	Ficha técnica de datos y características del motor caterpillar 02.....	60
13	Ficha técnica de datos y características del motor caterpillar 03.....	61
14	Ficha técnica de datos y características del motor caterpillar 04.....	62
15	Ficha técnica de datos y características de la caja de velocidades 01.....	63
16	Ficha técnica de datos y características de la caja de velocidades 02.....	64
17	Ficha técnica de datos y características de la caja de velocidades 03.....	65
18	Ficha técnica de datos y características de la caja de velocidades 04.....	66
19	Ficha técnica de datos y características el reductor de velocidades 01.....	67
20	Ficha técnica de datos y características el reductor de velocidades 02.....	68
21	Ficha técnica de datos y características el reductor de velocidades 03.....	69
22	Ficha técnica de datos y características el reductor de velocidades 04.....	70
23	Ficha técnica de datos y características de la bomba quintuplex 01.....	71
24	Ficha técnica de datos y características de la bomba quintuplex 02.....	72
25	Ficha técnica de datos y características de la bomba quintuplex 03.....	73
26	Ficha técnica de datos y características de la bomba quintuplex 04.....	74
27	Ficha técnica de datos y características de la bomba lubricación forzada 01.....	75
28	Ficha técnica de datos y características de la bomba lubricación forzada 02.....	76
29	Ficha técnica de datos y características de la bomba lubricación forzada 03.....	77
30	Ficha técnica de datos y características de la bomba lubricación forzada 04.....	78
31	Ficha técnica de datos y características del módulo acumulador de presión 01...	79

32	Ficha técnica de datos y características del módulo acumulador de presión 02...	80
33	Ficha técnica de datos y características del módulo acumulador de presión 03...	81
34	Ficha técnica de datos y características del módulo acumulador de presión 04...	82
35	Categorización de la maquinaria.....	83
36	Solicitud de trabajo de mantenimiento.....	108
37	Solicitud de servicio externo de mantenimiento.....	110

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
1	Condiciones de la maquinaria..... 9
2	Comparación de costos de mantenimiento más destacados..... 12
3	Mantenimiento proactivo..... 14
4	Sistema de codificación..... 16
5	Plan de mantenimiento de proceso de acción cíclica..... 20
6	Completación típica de bombeo hidráulico..... 28
7	Configuración boquilla y garganta..... 30
8	Efecto venturi..... 30
9	Móvil testing unit, M.T.U. .... 32
10	Sistema de admisión y escape..... 35
11	Sistema de alimentación de combustible..... 35
12	Sistema de lubricación..... 36
13	Sistema de enfriamiento y lubricación..... 37
14	Tablero de control..... 38
15	Bomba quintuplex..... 40
16	Partes del fluid end..... 41
17	Caja de velocidades..... 43
18	Reductor de velocidades..... 43
19	Manifold de inyección..... 44
20	Acumulador de presión..... 45
21	Bomba centrífuga..... 45
22	Organigrama funcional..... 48
23	Bomba centrífuga..... 84
24	Motor caterpillar 3406..... 88
25	Caja de velocidades..... 94
26	Reductor de velocidades..... 96
27	Bomba quintuplex..... 98
28	Módulo acumulador..... 103
29	Manifold..... 105
30	Página de inicio..... 113
31	Parte de inicio de sesión..... 114
32	Ingreso de datos para iniciar sesión..... 114

33	Menú principal.....	115
34	Ingreso de estrategias.....	115
35	Lista de tareas.....	116
36	Ubicación técnica de equipos.....	116
37	Ingresos de datos de equipos.....	117
38	Asignación de tareas.....	118
39	Asignación de tareas.....	118
40	Tareas para la bomba centrífuga 01.....	119
41	Generación del plan.....	120
42	Ingreso de fallas.....	120

## LISTA DE ABREVIACIONES

TOF	Trace Oil Field
MTU	Unidad móvil de prueba (Móvil testing unit).
OT	Orden de trabajo
P.E.C.A.	Planificar-Ejecutar-Controlar-Actuar.
BHA	Bottom Hole Assembly (Completación de fondo)
IP	Índice de productividad
NPT	(Acrónimo del inglés national pipe thread) indica rosca cónica.
Gls	Galones
15W40	Viscosidad del aceite a la temperatura de operación
BPD	Barriles por día
Stoke	Unidad física de la viscosidad cinemática

## LISTA DE ANEXOS

- A**      **Estado técnico de los equipos**
- A.1**      Estado técnico de la bomba centrífuga 01
- A.2**      Estado técnico de la bomba centrífuga 02
- A.3**      Estado técnico de la bomba centrífuga 03
- A.4**      Estado técnico de la bomba centrífuga 04
- A.5**      Estado técnico del motor caterpillar 01
- A.6**      Estado técnico del motor caterpillar 02
- A.7**      Estado técnico del motor caterpillar 03
- A.8**      Estado técnico del motor caterpillar 04
- A.9**      Estado técnico de la caja de velocidades 01
- A.10**      Estado técnico de la caja de velocidades 02
- A.11**      Estado técnico de la caja de velocidades 03
- A.12**      Estado técnico de la caja de velocidades 04
- A.13**      Estado técnico del reductor de velocidades 01
- A.14**      Estado técnico del reductor de velocidades 02
- A.15**      Estado técnico del reductor de velocidades 03
- A.16**      Estado técnico del reductor de velocidades 04
- A.17**      Estado técnico de la bomba quintuplex 01
- A.18**      Estado técnico de la bomba quintuplex 02
- A.19**      Estado técnico de la bomba quintuplex 03
- A.20**      Estado técnico de la bomba quintuplex 04
- A.21**      Estado técnico de la bomba de lubricación forzada 01
- A.22**      Estado técnico de la bomba de lubricación forzada 02
- A.23**      Estado técnico de la bomba de lubricación forzada 03
- A.24**      Estado técnico de la bomba de lubricación forzada 04
- A.25**      Estado técnico de la bomba de inyección de químico 01
- A.26**      Estado técnico de la bomba de inyección de químico 02
- A.27**      Estado técnico de la bomba de inyección de químico 03.
- A.28**      Estado técnico de la bomba de inyección de químico 04.

- A.29 Estado técnico del módulo acumulador de fluido 01.
- A.30 Estado técnico del módulo acumulador de fluido 02.
- A.31 Estado técnico del módulo acumulador de fluido 03.
- A.32 Estado técnico del módulo acumulador de fluido 04.

**B Análisis vibracional de las bombas centrífugas**

- B.1 Espectro obtenido en el punto 1 BC01 R.
- B.2 Espectro obtenido en el punto 1 BC01 T.
- B.3 Espectro obtenido en el punto 1 BC01 A.
- B.4 Espectro obtenido en el punto 2 BC01 R.
- B.5 Espectro obtenido en el punto 2 BC01 T.
- B.6 Espectro obtenido en el punto 2 BC01 A.
- B.7 Espectro obtenido en el punto 1 BC02 R.
- B.8 Espectro obtenido en el punto 1 BC02 T.
- B.9 Espectro obtenido en el punto 1 BC02 A.
- B.10 Espectro obtenido en el punto 2 BC02 R.
- B.11 Espectro obtenido en el punto 2 BC02 T.
- B.12 Espectro obtenido en el punto 2 BC02 A.
- B.13 Espectro obtenido en el punto 1 BC03 R.
- B.14 Espectro obtenido en el punto 1 BC03 T.
- B.15 Espectro obtenido en el punto 1 BC03 A.
- B.16 Espectro obtenido en el punto 2 BC03 R.
- B.17 Espectro obtenido en el punto 2 BC03 T.
- B.18 Espectro obtenido en el punto 2 BC03 A.
- B.19 Espectro obtenido en el punto 1 BC04 R.
- B.20 Espectro obtenido en el punto 1 BC04 T.
- B.21 Espectro obtenido en el punto 1 BC04 A.
- B.22 Espectro obtenido en el punto 2 BC04 R.
- B.23 Espectro obtenido en el punto 2 BC04 T.
- B.24 Espectro obtenido en el punto 2 BC04 A.

## RESUMEN

La Presente Tesis titulada “Elaboración de un plan de mantenimiento de las unidades móviles de bombeo (M.T.U.), en la compañía Trace Oíl Field”, tiene como objetivo elaborar y presentar un sistema de mantenimiento asistido por software para planificar, ejecutar y controlar las tareas de mantenimiento que requieren las unidades móviles de prueba.

Para determinar el estado técnico de las máquinas de la compañía, partí del inventario de equipos, registros de documentación como manuales técnicos y de operación, y el historial de ocurrencia de fallos, apoyándome en herramientas metodológicas de observación, entrevistas y estudio de caso. Con el conocimiento del estado técnico de los equipos y las horas de funcionamiento de las máquinas, se planificó y programó tareas de mantenimiento evitando pérdidas de producción por paralizaciones de maquinaria dentro del proceso productivo.

La maquinaria de la empresa es nueva y no existe suficiente historial de averías que permitan establecer un análisis estadístico significativo para determinar las frecuencias de servicios; en estas condiciones, se recurrió a obtener información y criterio de los técnicos de mayor experiencia y recomendaciones de fabricantes.

El software SGM (Software de Gestión de Mantenimiento), muestra una interfaz agradable permitiendo una manipulación fácil de la información. Tiene una interfaz intuitiva para cualquier persona, y permite el ingreso de estrategias, técnicos, equipos, ubicación técnica, componentes, partes y fallas. Genera cronogramas de actividades de mantenimiento para cada máquina.

Se recomienda el ingreso de información inmediata al sistema, cuando se adquiera maquinaria por la empresa para que el sistema se mantenga actualizado.

## **ABSTRACT**

The present Thesis titled "Developing a maintenance's plan of the mobile pumping units (M.T.U.) in "Trace Oil Field Company", aims to develop and submit a maintenance system aided software to plan, implement and monitor maintenance tasks which require testing mobile units.

In order to determine the technical state of the company's machines, the inventory of equipment, records and documentation such as technical manuals of operation and fault history, were taken in to account supporting on methodological tools of observation, interviews and case study. With knowledge of the technical condition of the equipment and the hours of operation of the machines, we planned and scheduled maintenance avoiding production losses machinery stoppages in the production process.

The machinery of the company is new and there is not enough history of failures that would provide a meaningful statistical analysis to determine the frequency of services, in these conditions, it was used to obtain information and criteria from the most experienced technicians and manufacturers recommendations.

The SGM software (Maintenance Management Software), shows a nice interface allowing easy manipulation of information. It has an intuitive interface for anyone, and allows the entry of strategies, technical, equipment, functional location, components, parts and faults. It generates schedules maintenance activities for each machine.

The maintenance system aided software, generates schedules maintenance activities for each of the company's machines.

Admission is recommended for immediate information to the system, when purchased machinery to the company for keep the system updated.

# **CAPÍTULO I**

## **1. GENERALIDADES**

### **1.1 Antecedentes**

La compañía TRACE OIL FIELD, ubicada en la ciudad del Coca, se dedica a proveer equipos de superficie para evaluación, producción de pozos petroleros y procesos de levantamiento de fluidos con Unidades Móviles de Bombeo (M.T.U.), facilitando la operación de las compañías operadoras en diferentes bloques dentro del territorio ecuatoriano.

Esta compañía se ha proyectado mantener el buen estado de funcionamiento de sus equipos en el sector de producción, así también un control eficiente de los documentos de mantenimiento.

Con el propósito de optimizar recursos se ha visto en la necesidad de implementar un plan de mantenimiento asistido por un Software, que permita la conservación de las Unidades Móviles de Bombeo (M.T.U.), así como aumentar la confiabilidad y disponibilidad de las mismas, evitando paros imprevistos.

Una buena planificación y programación del mantenimiento es de mucha importancia en la operación confiable de la maquinaria, la frecuencia y la duración del mantenimiento depende mucho del tipo de equipo, además es posible determinar hasta qué punto es conveniente aumentar la confiabilidad comparando los costos provenientes de este aumento, con los producidos por las interrupciones del servicio debido a fallas.

Los equipos utilizados en la compañía fueron adquiridos en el 2009 y 2010, y actualmente no se tienen mayores datos de fallas, por ello es importante establecer un plan de mantenimiento para planificar y programar las tareas de mantenimiento asistido por un Software que es la meta de la compañía TRACE OIL FIELD.

## **1.2 Justificación**

La realización del presente plan de mantenimiento se crea a partir de una necesidad en el área más importante de la empresa como es el mantenimiento, en el cual la aparición de fallos y averías en las Unidades Móviles de Bombeo (MTU), trae consigo la disminución de los beneficios que pudieran obtenerse del proceso productivo en cuestión, de ahí nace la necesidad de implementar Programas de Mantenimiento preventivo, y reducir los tiempos de paro de los equipos con los que cuenta la Empresa, optimizando los recursos humanos y económicos.

El presente trabajo, tiene como objetivo ayudar a la Compañía TRACE OILFIELD con un Plan de Mantenimiento asistido por un Software para cubrir con todas las necesidades del Mantenimiento, en la planificación, gestión y ejecución de las tareas preventivas del mismo.

La calidad, la productividad, la seguridad industrial y el respeto al medio ambiente, son parámetros que siempre se deben alcanzar en una empresa y para ello se necesita el aporte de un factor clave en la competitividad como es: “La Confiabilidad” en los equipos y maquinarias. “Obtener la Confiabilidad solo es posible con el correcto mantenimiento”

Este trabajo de investigación, es un aporte a la industria de tal manera que le sea fácil y útil contar con un registro de equipo, tareas programadas, control de bodega, taller, proveedores y personal a cargo de la ejecución de las tareas de Mantenimiento, al igual que un control de costos de las diferentes órdenes de trabajo, mediante el cual nos permita reducir los tiempos de paros imprevistos, incrementando la fiabilidad y confiabilidad de los equipos, obteniendo una eficiencia idónea, características de una empresa de prestigio.

## **1.3 Objetivos**

**1.3.1** *Objetivo general.* Implantar un Plan de Mantenimiento de las Unidades Móviles de Bombeo (MTU), en la compañía “TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.”

### **1.3.2** *Objetivos específicos:*

Recopilar la información necesaria de tipos y filosofías de mantenimiento para realizar un estudio concreto y definir la estrategia de mantenimiento que se aplicará hacia el medio de ejecución.

Realizar un estudio del estado técnico actual de las unidades M T U.

Establecer la metodología para la implantación del plan de mantenimiento.

Implementar el Plan de Mantenimiento asistido por ordenador.

Evaluar y comparar los resultados con la situación actual.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 El Mantenimiento

**2.1.1 Definición.** Es un conjunto de actividades que se realiza a un sistema, equipo o componente para asegurar que continúe desempeñando las funciones deseadas dentro de un contexto operacional determinado.

Su objetivo primordial es preservar la función, las buenas condiciones de operabilidad, optimizar el rendimiento y aumentar el período de vida útil de los activos, procurando una inversión óptima de recursos.(TAVARES, 2003)

**2.1.2 Función del mantenimiento.** El mantenimiento es una función técnica y un servicio que se presta a la producción, independientemente de que lo que se produce sean productos o servicios.

El mantenimiento está considerado como un órgano funcional y técnico, cuyo encuadre depende del menor o mayor alcance de las funciones que le sean asignadas según la política de mantenimiento de la empresa. El mantenimiento ha de tener una visión a corto, mediano y largo plazo.

#### 2.2 Objetivos básicos del mantenimiento

Un mantenimiento adecuado mejora la disponibilidad de los equipos, disminuye las paralizaciones no programadas, logra una mayor producción con igual gasto general de mantenimiento presupuestado. Da mayor garantía al cumplimiento de entregas comprometidas y mejora la moral y actitud del personal que trabaja con base a bonificaciones por producción.

Por medio de los ajustes oportunos se reducirá los rechazos por Control de Calidad, obteniéndose mayor cantidad de unidades de productos aprovechables.

Estas son las perspectivas que cualquier sistema o método de Mantenimiento pretende lograr y según sean los resultados que alcance, será la medida del mayor o menor éxito de su cometido.

En el libro de Mantenimiento su Implantación y Gestión el autor L. Torres, clasifica a

los objetivos del mantenimiento de la siguiente forma:(TORRES, 2005)

- **Máxima producción**

Asegurar la óptima disponibilidad y mantener la fiabilidad de los sistemas, instalaciones, máquinas y equipos. Reparar las averías en el menor tiempo posible.

- **Mínimo costo**

- Reducir las fallas a su mínima expresión las fallas.
- Aumentar la vida útil de las maquinas e instalaciones.
- Manejo óptimo de stock
- Manejarse dentro de costos anuales regulares.

- **Calidad requerida**

- Cuando se realizan las operaciones en los equipos e instalaciones, aparte de solucionar el problema, se debe mantener la calidad requerida.
- Mantener el funcionamiento regular de la producción sin distorsiones.
- Eliminar las averías que afecten la calidad del producto.

- **Conservación de la energía**

- Conservar en buen estado las instalaciones auxiliares.
- Eliminar paros y puestas de marchas continuas.
- Controlar el rendimiento de los equipos.

- **Conservación del medio ambiente**

- Mantener las protecciones en aquellos equipos que pueden producir fugas contaminantes.
- Evitar averías en equipos e instalaciones correctoras de poluciones.

- **Higiene y seguridad**

- Mantener las protecciones de seguridad en los equipos para evitar accidentes.
- Adiestrar al personal sobre normas para evitar los accidentes.
- Asegurar que los equipos funcionen en forma adecuada

## **2.3 Recursos necesarios para un plan de mantenimiento**

Para que un plan de mantenimiento pueda lograr sus objetivos es necesario que se cuente con una serie de elementos o recursos que conjugados armonicen y contribuyan al adecuado funcionamiento.

Es importante destacar que el manejo de los recursos es un arte basada en la coordinación y en los principios básicos de la administración dirección y el control.

**2.3.1 Recurso humano.** El recurso humano es de gran importancia en el departamento de mantenimiento, pues se puede contar tecnológicamente con el equipamiento más moderno o con las mejores instalaciones, pero si se carece de un grupo humano motivado y bien dirigido, el éxito del departamento es imposible.

El recurso humano debe contar con conocimientos, capacidades y habilidades, los mismos que ayuden a crear un ambiente abierto, donde cada persona se sienta implicada en hacer realidad los fines del departamento participando directamente.

De ahí la importancia de contar con el recurso humano que este encaminado a alcanzar los objetivos del departamento de mantenimiento, además que se encuentre bien capacitado y entrenado de acuerdo a las necesidades de cada empresa o proceso productivo.

**2.3.2 Recurso material.** Son aquellos bienes tangibles propiedad de la empresa:

Edificios, terrenos, instrumentos, instalaciones, maquinaria, equipos necesarios para el cumplimiento de las acciones a realizar por parte del departamento. Así como también los repuestos, materiales auxiliares, herramientas y otros requeridos por todos y cada uno de los ítems a mantener dentro de la planta.

**2.3.3 Recursos financieros.** En el departamento de mantenimiento el recurso económico, está basado en las necesidades de adquisición de materiales, repuestos, herramientas y otros que son requeridos para la realización del plan de mantenimiento programado y también del no programado, ya que gracias a la existencia de los recursos materiales el departamento de mantenimiento estará en la capacidad de alcanzar los objetivos deseados. (LEZANA, 1998)

## **2.4 Importancia del mantenimiento en la industria**

En la práctica es imposible encontrar una maquina o equipo que no necesite mantenimiento.

Para la producción se requiere de máquinas o equipos, los mismos que con la acción del tiempo y del uso están sujetas a un proceso irreversible de desgaste, de envejecimiento y a una degradación de eficiencia técnica; así como llegar a convertirse en equipos de tecnología obsoleta. Por lo tanto, para aliviar estos males inevitables se requerirá asociar la vida de estas máquinas o equipos con el mantenimiento.

Mantener un equipo representa realizar gastos (inversión), los cuales, no se encuentran siempre detallados en los libros de Contabilidad. De ahí que muchas veces no se le otorgue la importancia que merecen los servicios de mantenimiento en las plantas industriales. Incluso se considera un gasto inútil, muchas de las veces por desconocimiento de su aplicación y ventajas.

## **2.5 Tipos de mantenimiento**

El Mantenimiento Industrial, de acuerdo a su modo de intervención se clasifica de la siguiente manera:

- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Predictivo
- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Proactivo
- Mantenimiento Cero horas (Overhaul)
- Mantenimiento en uso.(CUADRADO, 2002)

**2.5.1** *Mantenimiento correctivo.* Basa su acción en la corrección de daños o fallas luego de que estos se han producido. Este sistema se caracteriza por la improvisación y representa el más alto costo para la industria. La mayoría de empresas están acostumbradas a este tipo de Mantenimiento, se supone que el equipo siga en servicio hasta que no pueda desempeñar su función normal, y que exista la obligación de llamar al Servicio de Mantenimiento para reparar el defecto.

Una vez reparado el equipo, el Servicio de Mantenimiento no atiende de nuevo al equipo hasta que no presente otra falla. (AMAYA, 2010)

La actitud de permitir que instalaciones y equipos funcionando sin prestarlas mucha atención, sino, hasta que una avería disminuya la producción tiene origen en:

- Indiferencia ante las técnicas de programación.
- Falta de justificación económica, para un gasto de aplicación de estas técnicas.
- Demanda excesiva, temporal o permanente de la capacidad normal instalada en la empresa.

No requiere por tanto, una preparación previa a la acción, porque debajo de este sistema se está actuando siempre de “urgencia”.

El Mantenimiento Correctivo en nuestro país, lamentablemente es un método muy realizado principalmente en industrias menores, donde la importancia del mantenimiento aún no ha logrado impactar a sus ejecutivos.

Sus aspectos más relevantes pueden resumirse como sigue:

**2.5.1.1** *Ventajas del mantenimiento correctivo:*

- No requiere de una organización técnica muy especializada
- No existe una programación previa detallada.
- Es rentable en equipos que no intervienen de manera instantánea en la producción, donde la implantación de otro sistema resultaría poco económico.

**2.5.1.2** *Desventajas del mantenimiento correctivo:*

- La Disponibilidad de los equipos es incierta.
- Lleva paralizaciones en extremo costosas y prolongadas.
- El costo extra de materiales, repuestos y mano de obra, es el resultado de una avería imprevista la que podría haberse evitado con un poco de atención.

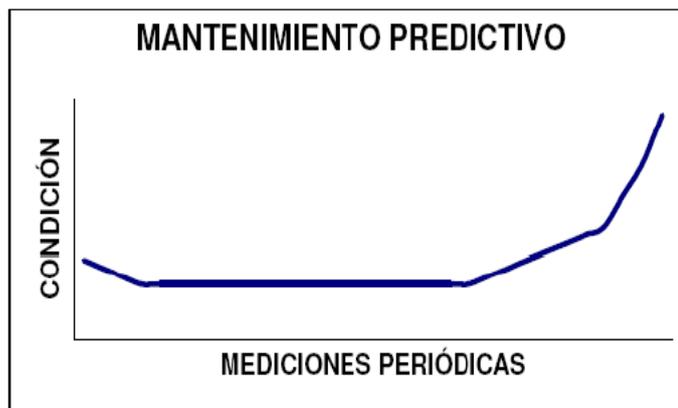
- Molestias causadas al trabajador, el cual, tendrá que abandonar su labor sin haberla terminado, por fallas imprevistas.
- Riesgos del personal de producción.

**2.5.2 Mantenimiento predictivo.** El mantenimiento predictivo se fundamenta en detectar una falla antes de que suceda, para dar tiempo a corregirla sin detener de la producción. Estos controles pueden llevarse a cabo de forma periódica o continua, en función de tipos de equipo, sistema productivo, etc.

Para ello se usa instrumentos de diagnóstico, aparatos y pruebas no destructivas, como análisis de lubricantes, comprobaciones de temperaturas de equipos eléctricos, análisis de vibraciones, etc. Además se realiza el monitoreo de las condiciones del equipo mientras este se encuentre trabajando.

En la Figura 1., se puede observar la curva de la condición de la maquinaria cuando se aplica el mantenimiento predictivo.

Figura 1. Condiciones de la maquinaria



Fuente: [www.fing.uncu.edu.ar/catedras/planeamiento/archivos/mant\\_intro\\_07.pdf](http://www.fing.uncu.edu.ar/catedras/planeamiento/archivos/mant_intro_07.pdf)

Los síntomas de la avería son monitoreados y las reparaciones son efectuadas antes de la falla del equipo.

Las acciones recomendadas son en función de:

- Importancia del equipo
- Límites de deterioro del equipo
- Impacto del deterioro del equipo
- Análisis de la tendencia
- Predice la futura falla y el tiempo en que se puede dar.

### **2.5.2.1** *Ventajas del mantenimiento predictivo:*

El Autor S. Garrido del libro Organización y Gestión Integral del Mantenimiento, destaca las siguientes ventajas sobre el mantenimiento predictivo:

- Reduce el tiempo de parada, al conocerse exactamente que órgano es el que fallo.
- Permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo.
- Optimiza la gestión del personal de mantenimiento.
- Requiere una plantilla de mantenimiento más reducida.
- La verificación del estado de la maquinaria, tanto realizada de forma periódica como de forma accidental, permite confeccionar un archivo histórico del comportamiento mecánico y operacional muy útil en estos casos.
- Conocer con exactitud el tiempo límite de actuación que no implique el desarrollo de un fallo imprevisto.
- Toma de decisiones sobre la parada de una línea de máquinas en momentos críticos.
- Confección de formas internas de funcionamiento o compra de nuevos equipos.
- Permitir el conocimiento del historial de actuaciones, para ser utilizada para el mantenimiento correctivo.
- Facilita el análisis de las averías,
- Permite el análisis estadístico del sistema.(GARRIDO, 2003)

**2.5.3** *Técnicas del mantenimiento predictivo.* El principio del monitoreo de la condición de una maquina es el concepto muy antiguo. El operario a cargo de una maquina lo ha usado desde siempre con sus propios sentidos. Estos métodos naturales de monitoreo han sido:

- La vista para detectar fugas, humos o cambios de color de superficies por recalentamiento.
- El olfato, para detectar fugas y recalentamiento.
- El oído, para detectar ruidos anormales indicativos de algún problema.
- El tacto, para detectar vibraciones o temperaturas normales.

El uso hoy en día de instrumentos de medida elimina lo subjetivo del problema y permite comparar las mediciones actuales con las mediciones obtenidas cuando la

maquina está en buenas condiciones. Aunque actualmente existe una gran variedad de técnicas usadas en el mantenimiento predictivo.

**2.5.4** *Mantenimiento preventivo.* La programación de inspecciones, funcionamiento, seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido y no a una demanda del operario o usuario, también es conocido como Mantenimiento Preventivo Planificado.

Su propósito es prever las fallas, manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

La característica principal de este tipo de Mantenimiento es la de inspeccionar periódicamente los equipos, detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno.

Con un buen Mantenimiento Preventivo Planificado, se obtiene experiencia en la determinación de las causas de fallas repetitivas, del tiempo de operación seguro de un equipo, así como la definición de puntos débiles de instalaciones, maquinas, equipos, etc.

**2.5.4.1** *Ventajas del mantenimiento preventivo:*

El Autor E. Cuadrado del libro Mantenimiento Industrial, destaca las siguientes ventajas sobre el mantenimiento preventivo:

- Seguridad: las obras e instalaciones sujetas a mantenimiento preventivo operan en mejores condiciones de seguridad.
- Vida útil: Una instalación, un equipo, maquinaria o sistema tiene una vida útil mucho mayor que la que tendría con un sistema de mantenimiento correctivo.
- Mayor duración de los equipos e instalaciones.
- Disminución de existencias en bodega y, por lo tanto sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.
- Carga de trabajo: La carga de trabajo para el personal de mantenimiento preventivo es más uniforme que un sistema de mantenimiento correctivo.
- Menor costo de las reparaciones.(CUADRADO, 2002)

**2.5.4.2 Fases del mantenimiento preventivo:**

- Elaboración del Inventario técnico, con manuales, planos, características de cada equipo.
- Establecer procedimientos técnicos, listados de trabajos a efectuar periódicamente.
- Realizar el Control de frecuencias, indicación exacta de la fecha a efectuar el trabajo.
- Registro de las reparaciones, repuestos y costos.

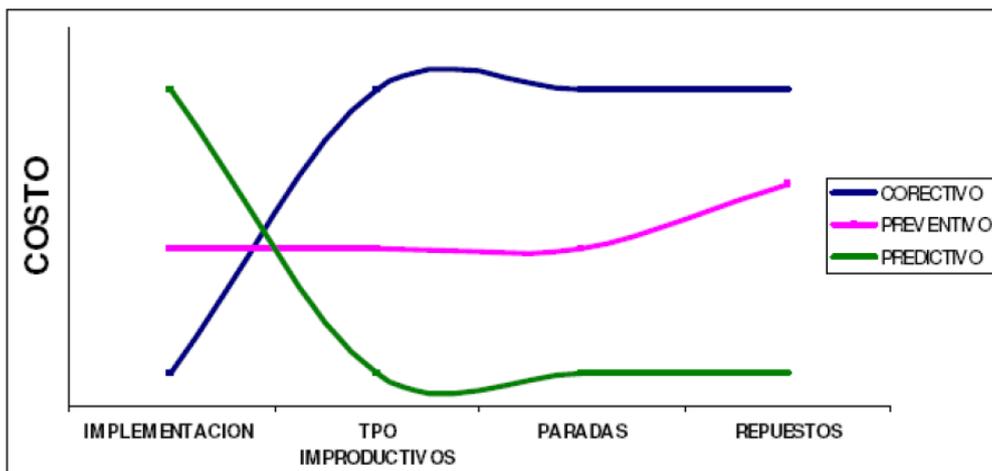
**2.5.5 Comparación de costos de los tres sistemas de mantenimiento:**

Tabla 1. Comparación de costos de implementación de los tipos de mantenimiento más destacados

<b>COSTOS</b>	<b>CORRECTIVO</b>	<b>PREVENTIVO</b>	<b>PREDICTIVO</b>
Para implementar	Bajo	Mediano	Altos
Improductivos	Altos	Mediano	Muy altos
Tiempo de parada	Alto e Indefinidos	Predefinidos	Mínimos
Asociado a existencia de repuestos	Alto consumo e indefinidos	Alto consumo y definidos	Consumo mínimo

Fuente: Autor

Figura 2. Comparación de costos de mantenimiento más destacados



Fuente: [www.fing.uncu.edu.ar/catedras/planeamiento/archivos/mant\\_intro\\_07.pdf](http://www.fing.uncu.edu.ar/catedras/planeamiento/archivos/mant_intro_07.pdf)

**2.5.6** *Mantenimiento proactivo.* Este mantenimiento tiene como fundamento los principios de solidaridad, colaboración, iniciativa propia, sensibilización, trabajo en equipo, de modo tal que todos los involucrados directa o indirectamente en la gestión del mantenimiento deben conocer la problemática del mantenimiento, es decir, que tanto técnicos, profesionales, ejecutivos y directivos deben estar conscientes de las actividades que se llevan a cabo para desarrollar las labores de mantenimiento.

El mantenimiento proactivo implica contar con una planificación de operaciones, la cual debe estar incluida en el Plan Estratégico de la organización. Este mantenimiento a su vez debe brindar indicadores (informes) hacia la gerencia, respecto del progreso de las actividades, los logros, aciertos, y también errores.

El mantenimiento Proactivo está basado en tres principios:

- Mejorar los Procedimientos antes que causen fallas.
- Evitar paradas del equipo para mantenimiento correctivo.
- Aumentar el tiempo entre intervalos para mantenimiento preventivo.

Es sistemas mecánicos operados bajo la protección de lubricantes líquidos, controla cinco causas de falla plenamente reconocidas, puede llevar a la prolongación de la vida de los componentes en muchas ocasiones hasta de 10 veces con respecto a las condiciones de operación actuales. Estas cinco causas críticas son:

- Partículas
- Agua
- Temperatura
- Aire
- Combustible o compuestos químicos

Cualquier de las desviaciones anteriores causaran una falla, lo cual dará como resultado deterioro del material del componente, seguido de una baja en el desempeño del equipo y finalizando con la pérdida total de los componentes o la funcionabilidad del equipo.

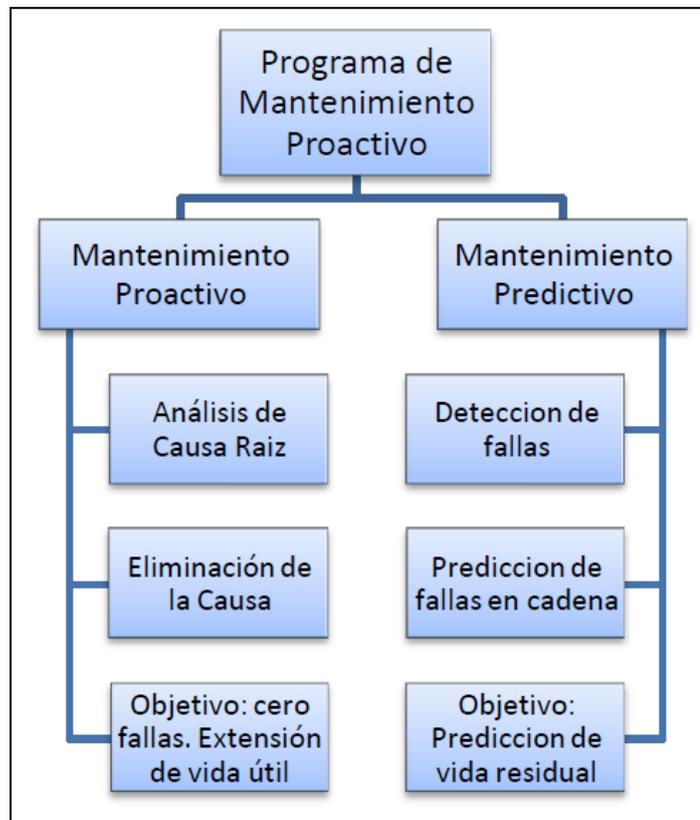
La mayor reducción en el presupuesto de mantenimiento viene de la aplicación de tres principios:

- Por cada falla hay una causa.

- Siempre hay una mejor manera de hacerlo o un mejor producto para usar.
- Si otra empresa similar puede obtener mejores resultados, nosotros también

En la figura 3, se puede observar un resumen del plan de mantenimiento proactivo.

Figura 3. Mantenimiento proactivo



Fuente: GARCIA G., Organización y gestión integral del mantenimiento

**2.5.7** *Mantenimiento cero horas (overhaul)*. El mantenimiento acero horas es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, o cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.

**2.5.8** *Mantenimiento en uso.* Este es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo. Consiste en una serie de tareas elementales (toma de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos) para las que no es necesario una gran formación, sino tan solo un entrenamiento breve.

Este tipo de mantenimiento es la base del TPM (Total productive maintenance).  
(AMAYA, 2010)

## **2.6 Implementación del plan de mantenimiento**

En el Libro de Mantenimiento su implantación y gestión el Autor L. Torres, recomienda que al implementar un Plan de Mantenimiento se considera como primera fase definir un plan directriz de actuación. Este plan debe establecer la descripción de las diferentes etapas que se llevarán a cabo para la implementación definitiva del Plan de Mantenimiento.(TORRES, 2005)

Para ello tenemos:

**2.6.1** *Análisis de la situación actual.* Para realizar un de Plan de Mantenimiento, es necesario efectuar un análisis de la situación de la empresa y de su entorno, las características de funcionamiento y los recursos con que cuenta. En esta etapa descubrimos qué es lo que realmente estamos haciendo, y cómo lo estamos desarrollando. Nos interesa conocer cuáles son las instalaciones de la empresa, sus características particulares, el estado de situación del almacén de repuestos y sus recursos, así también los recursos humanos.

**2.6.2** *Inventario técnico de la maquinaria.* Una vez elaborada la lista de equipos es muy importante identificar cada uno de los equipos con un código único. Esto facilita su localización, su referencia en órdenes de trabajo, en planos, permite la elaboración de registros históricos de fallos e intervenciones, permite el cálculo de indicadores referidos a áreas, equipos, sistemas, elementos, etc., y permite el control de costos. Básicamente, existen dos posibilidades a la hora de codificar: (KNESEVIC, 1996)

**2.6.2.1** *Sistema de codificación no significativo.* Son sistemas que asignan un número o un código correlativo a cada equipo, pero el número o código no aporta ninguna información adicional.

La ventaja del empleo de un sistema de codificación No Significativo, de tipo

correlativo, es la simplicidad y la brevedad del código. Con apenas cuatro dígitos es posible codificar la mayoría de las plantas industriales. La desventaja es la dificultad para ubicar una máquina a partir de su código: es necesario tener siempre a mano una lista para poder relacionar cada equipo con su código. Eso, o tener una memoria prodigiosa.

**2.6.2.2** *Sistemas de codificación significativos o inteligentes.* En el que el código asignado aporta información significativa y valiosa información sobre el equipo al que nos referimos: tipo de equipo, área en el que está ubicada, familia a la que pertenece y toda aquella información adicional que queramos incorporar al código. El problema es que al añadir más información el código aumenta de tamaño.

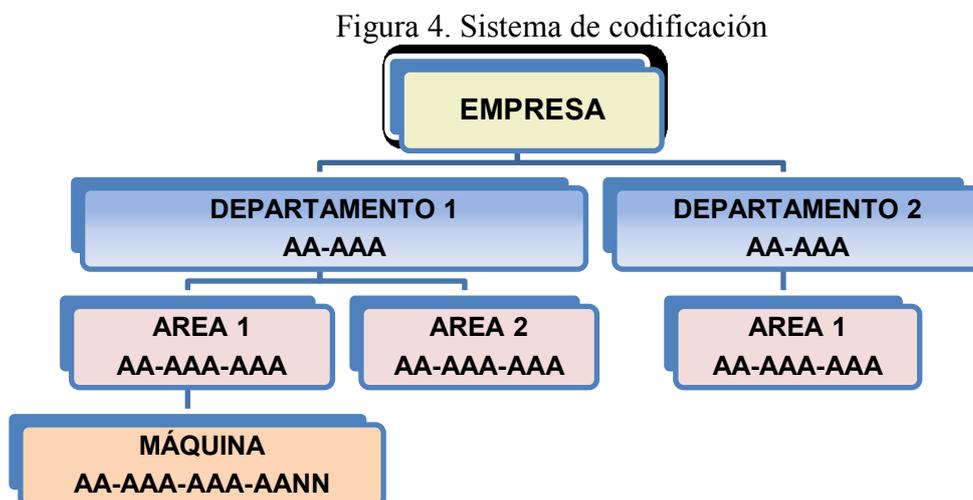
La información que debería mantener el código de una máquina es:

- Planta al que pertenece.
- Departamento al que pertenece.
- Área al que pertenece.
- Tipo de máquina.

**2.6.2.3** *Codificación de la maquinaria.* La codificación utilizada en la Empresa Trace Oil Field, es una codificación significativa, es decir que aporta información sobre dónde y a qué clase de máquina pertenece.

A= Alfabético Mascarilla utilizada: AA

N= Numérico



Fuente: MOROCHO, M. Administración del mantenimiento

**2.6.3** *Evaluación del estado actual de la maquinaria.* Luego de haber elaborado la codificación de los equipos, será necesario proceder a la determinación del estado técnico de ellos, para lo cual se realizará una revisión previa de cada uno.

Esta revisión previa la efectuarán los técnicos más calificados del taller en las diferentes especialidades (mecánicos, electricistas, etc.) y estará dirigida a detectar el grado de desgaste de las diferentes partes y mecanismos de cada uno de los equipos. Lo que permitirá determinar su estado técnico.

El estado técnico de un equipo se define con las condiciones técnicas y funcionales que esté presenta en un momento dado.

Un equipo que está sometido a un determinado régimen de trabajo se deteriora continuamente y su estado técnico puede llegar a tal punto, que se refleje en la mala calidad de la producción elaborada, en un bajo rendimiento, en el aumento de las roturas imprevistas e incluso, en el aumento de los riesgos de operación para el obrero.

De ahí que es necesario mejorar de forma constante el estado técnico de los equipos mediante los servicios de mantenimiento, los que se realizan con el fin de restituirles, en lo posible, sus características de diseño.

La inspección que se lleva a cabo para determinar el estado técnico de un equipo, deberá contemplar los aspectos siguientes:

- Consumo de energía.
- Funcionamiento del mecanismo motriz.
- Estado de la carcasa o cuerpo del equipo.
- Funcionamiento de los mecanismos de regulación y mando.
- Estado de las correas, cadenas de transmisión, acoples, etc.
- Estado de conservación de los instrumentos que indican los parámetros de funcionamiento del equipo.
- Nivel de ruido y vibraciones.

**2.6.3.1 Clasificación de los equipos de acuerdo a su estado técnico.** Al evaluar una máquina o parte de ella, su estado técnico se determina por la eficiencia que presente en relación con las condiciones de fábrica. La eficiencia de una máquina se traduce en producción realizada; si se tiene en cuenta dicha eficiencia, el estado técnico se evalúa como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 2. Evaluación del estado técnico de los equipos

<b>BUENO</b>	90 A 100%
<b>REGULAR</b>	75 A 89%
<b>MALO</b>	50 A 74%
<b>MUY MALO</b>	MENOS DE 49%

Fuente: Autor

El estado técnico de las máquinas permite definir el tipo de servicios que comprende el Plan de Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP).

**2.6.3.2 Procedimiento para determinar el estado técnico de un equipo.** Al realizar la revisión previa se determina una valoración que puede ser bueno, regular, malo o muy malo, por cada uno de los aspectos que comprende esta revisión. A partir de esta valoración se determina el estado técnico de una máquina, empleando el procedimiento siguiente:

- Se multiplica la cantidad de aspectos evaluados como buenos, por 1; los evaluados como regulares, por 0.80; los evaluados como malos, por 0.60; y los evaluados como muy malos, por 0.40.
- Se suman todos estos productos y el resultado se divide entre la cantidad de aspectos evaluados.
- El resultado anterior se multiplica por 100. y se obtiene el índice que permite evaluar, según los criterios ya señalados, el estado técnico de la máquina en su conjunto.

**2.6.4 Fichas de datos y características.** La confección de fichas técnicas de datos y características, las cuales contienen la siguiente información:

### **Encabezado**

- Nombre de la empresa.
- Nombre de la máquina.
- Código y su respectiva descripción.
- Fotografía de la máquina.

### **Datos de fabricación y adquisición (datos de placa)**

- Fabricante.
- Año.
- País productor.
- Modelo.
- Serie.
- Fecha y valor de adquisición.

### **Datos generales**

- Dimensiones de la máquina.
- Dimensiones de mantenimiento.
- Otros.

### **Especificaciones**

- Energía requerida.
- Potencia instalada
- Parámetros de funcionamiento, etc.
- Componentes de seguridad.
- Necesidades.

### **Motor**

- Datos de placa

**2.6.5** *Clasificación de los equipos.* Con el objetivo de emplear de la forma más racional posible los recursos humanos y materiales que son necesarios para prestar los servicios de mantenimiento, se debe establecer un sistema de prioridades, de forma tal, que dichas prioridades respondan a los requerimientos productivos más importantes.

Para ello es conveniente realizar una clasificación de las máquinas atendiendo a su influencia dentro del proceso productivo.

La clasificación que corresponde a éstos intereses es la siguiente:

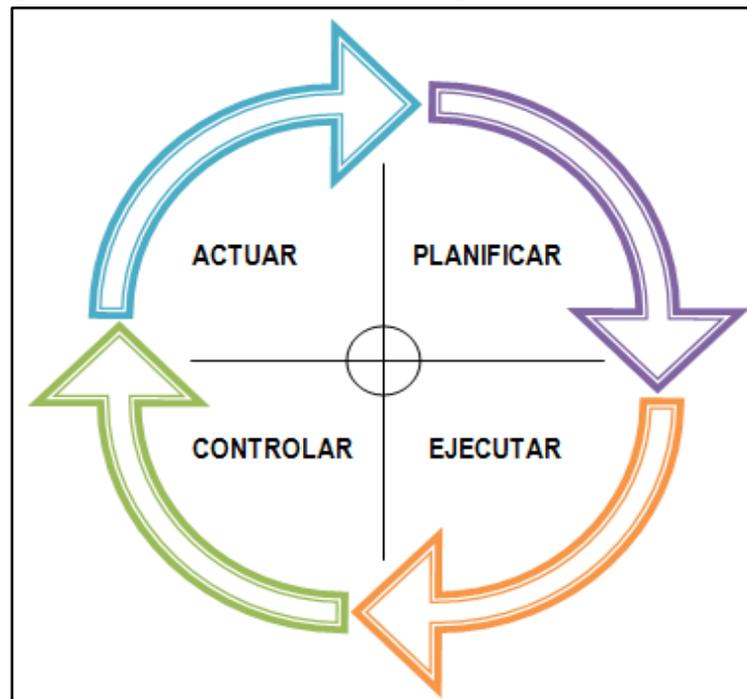
- Equipos críticos
- Equipos fundamentales o semi-críticos
- Equipos no fundamentales o no críticos

## 2.7 Plan de mantenimiento

En el Libro de Mantenimiento su Implantación y Gestión el Autor L. Torres, indica que para realizar el plan es conveniente aplicar el método por fases denominado P.D.C.A. que se basa en la aplicación de un proceso de acción cíclica que consta de cuatro fases fundamentales, indicadas en el esquema **P.D.C.A.**, que significa:(TORRES, 2005)

**P** = Plan = Planificar      **D** = Do = Ejecutar  
**C** = Check = Controlar      **A** = Act = Actuar

Figura 5. Plan de mantenimiento de proceso de acción cíclica



Fuente: TORRES, L. Mantenimiento su implantación y gestión

## **2.8 Documentación para un plan de mantenimiento**

La base fundamental para poder lograr un buen trabajo de gestión de mantenimiento se encuentra en el hecho de llevar correctamente los documentos de gestión del mantenimiento, teniendo en cuenta a cada uno de ellos y siendo cuidadoso al llevarlos ya que este es el pilar fundamental con lo que se podrá trabajar en el futuro sobre la fiabilidad, disponibilidad.

Así mismo se mejorará los tiempos de mantenimiento y reparación de las máquinas. Toda esta información estará almacenada en una base de datos en donde se adjuntarán los siguientes documentos:

**2.8.1 *Solicitud de servicio externo.*** Deberá tener datos sobre el solicitante, el servicio solicitado, la descripción del servicio, los lugares recomendados, unidades, código del elemento, descripción específica del servicio, costo de la pro forma, observaciones generales y la autorización.

La gestión del mismo es responsabilidad del departamento de mantenimiento.

**2.8.2 *Solicitud de compra.*** Contendrá datos sobre el elemento solicitado, como su nombre, su material componente básico, la cantidad requerida, características del mismo y datos del proveedor. La gestión del mismo es responsabilidad del departamento de mantenimiento.

**2.8.3 *Historial de mantenimiento.*** Este deberá contener el número de orden, las fechas de solicitud y ejecución, la descripción de la tarea, el sistema revisado o fallado, las acciones preventivas o correctivas tomadas y las horas hombre utilizadas.

## **2.9 Categorización de los equipos**

M. Morocho Autor del libro Administración del mantenimiento, indica que la categorización de la maquinaria o equipos se determina tomando en consideración cuatro aspectos selectivos y siete parámetros directivos. (MOROCHO, 2002)

Las categorías pueden ser denominadas de la siguiente forma:

- Categoría A
- Categoría B
- Categoría C

### Aspectos Selectivos

**Intercambiabilidad:** Propiedad de ser sustituida por otra.

<b>Categoría</b>	<b>Características</b>
A	Irreemplazable
B	Reemplazable
C	Intercambiable

**Importancia Productiva:** Cuánto afecta en la producción.

<b>Categoría</b>	<b>Características</b>
A	Imprescindible, su parada afecta más del 50% de la producción.
B	Limitante, su parada afecta entre el 10% y el 50% de la producción.
C	Convencional, su parada afecta menos del 10% de la producción.

**Régimen de Operación:** Forma de participación en el proceso productivo.

<b>Categoría</b>	<b>Características</b>
A	Trabaja en un proceso continuo
B	Trabaja en un proceso seriado
C	Trabaja en un proceso alternado

**Nivel de Utilización:** Forma de uso en la producción.

<b>Categoría</b>	<b>Características</b>
A	Muy utilizada
B	Media utilización
C	Poca utilización

### Parámetros Directivos

**Parámetro Principal de la Máquina:** Se considera la precisión.

<b>Categoría</b>	<b>Características</b>
A	Alta
B	Media
C	Baja

**Mantenibilidad:** Facilidad para darle mantenimiento.

<b>Categoría</b>	<b>Características</b>
A	Máquina de alta complejidad
B	Máquina de media complejidad
C	Máquina de simple complejidad

**Conservabilidad:** Facilidad de permanecer en conservación.

<b>Categoría</b>	<b>Características</b>
A	Máquina con condiciones especiales
B	Máquina protegida
C	Máquina normal en condiciones severas

**Automatización:** En cuanto a su funcionamiento y familia de equipo se refiere.

<b>Categoría</b>	<b>Características</b>
A	Automática (robot, computadora, etc.).
B	Semiautomática.
C	Máquina totalmente mecánica.

**Valor de la Máquina:** Comparadas con el parque que se posee.

<b>Categoría</b>	<b>Características</b>
A	Alto valor
B	Medio valor
C	Bajo valor

**Facilidad de Aprovisionamiento:** Facilidad de conseguir repuestos.

<b>Categoría</b>	<b>Características</b>
A	Mala
B	Regular
C	Buena

**Seguridad Operacional:** Seguridad que el equipo ofrece al entorno

<b>Categoría</b>	<b>Características</b>
A	Máquina peligrosa.
B	Máquina con peligrosidad media.
C	Máquina poco peligrosa.

### **2.9.1 Política de mantenimiento acorde con la categoría de la máquina:**

#### **Para la Categoría A**

Lograr la máxima disponibilidad de la maquinaria o equipos, para lo cual se recomienda lo siguiente:

- **Mantenimiento Predictivo:** gran utilización de técnicas de ultrasonido, vibraciones, análisis de aceites, termografía, sin escatimar costos.
- **Mantenimiento Preventivo:** emplear un sistema de mantenimiento preventivo planificado.
- **Mantenimiento Correctivo:** en el caso de reparaciones imprevistas.

#### **Para la Categoría B**

Reducir los costos de mantenimiento sin que ello perjudique la disponibilidad de la maquinaria o equipos, para lo cual se recomienda realizar lo siguiente:

- **Mantenimiento Predictivo:** usarlo solo en caso necesario.
- **Mantenimiento Preventivo:** emplear un sistema de mantenimiento preventivo planificado.
- **Mantenimiento Correctivo:** en el caso de reparaciones imprevistas.

#### **Para la Categoría C**

Disminuir los costos de mantenimiento lo menor posible, para lo cual se recomienda realizar lo siguiente:

- **Mantenimiento Predictivo:** casi cero.
- **Mantenimiento Preventivo:** emplear un sistema de mantenimiento preventivo planificado.
- **Mantenimiento Correctivo:** en el caso de reparaciones imprevistas.

## **2.10 Planificación y programación del mantenimiento**

**2.10.1 Planificación del mantenimiento.** La planificación del servicio de mantenimiento es un método sistemático y organizado que nos permitirá cumplir las diversas tareas a realizarse en la maquinaria o equipos, empleando del modo más racional los recursos humanos y materiales. (VARGAS ZUÑIGA, 1983)

### **Parámetros principales que se requieren en la planificación del mantenimiento.**

Los parámetros principales que se requieren para realizar una adecuada planificación del mantenimiento son: (MOROCHO, 2002)

- Estado técnico actual de la maquinaria o equipos.
- Condiciones de trabajo de la maquinaria o equipos.
- Grado de utilización de la maquinaria o equipos.
- Capacidad de carga a la que se hace trabajar la maquinaria o equipos.
- Decisiones acerca de la futura eliminación de la maquinaria o equipos.
- Decisiones acerca de la adquisición de nueva maquinaria o equipos.
- Decisiones acerca de la reconstrucción de la maquinaria o equipos.
- Demanda futura de utilización de la maquinaria o equipos.
- Importancia de la maquinaria o equipos en el proceso productivo.
- Banco de tareas a realizarse en la maquinaria o equipos.
- Servicio por el que empezará el mantenimiento.
- Tiempo que se invertirá en la solución de reparaciones imprevistas.
- Cantidad de obreros necesarios.

### **Tipos de planificación del mantenimiento**

En general los tipos de planificación del mantenimiento se dividen de la siguiente manera:(MOROCHO, 2002)

- Planificación a largo plazo:
- Planificación anual
- Planificación a corto plazo

**2.10.2 Programación del mantenimiento.** La programación del mantenimiento es la determinación de cuándo debe realizarse cada una de las tareas planificadas, teniendo en cuenta los programas de producción, la cantidad de los repuestos y la mano de obra disponible.

### **Parámetros que regulan la programación del mantenimiento**

Entre los parámetros que regulan la programación del mantenimiento merecen citarse principalmente los siguientes:

- Manuales de los fabricantes.
- Análisis estadísticos de registro o de órdenes de mantenimiento anteriores.
- Experiencia y observaciones de los supervisores y operadores.
- Pedidos de trabajo.
- Prioridades de los trabajos.
- Disponibilidad de los recursos humanos y materiales.
- Demanda de producción.
- Políticas en cuanto al horario de trabajo del personal de mantenimiento

### **Principios generales de la programación del mantenimiento**

El Autor A. Vargas Zúñiga del libro de la Organización del Mantenimiento Industrial, indica que la programación del mantenimiento debe efectuarse tomando en consideración los siguientes principios generales:

- Los diversos recursos que posee la empresa deben ser optimizados al máximo.
- Se debe prefijar la fecha de comienzo y terminación de cada uno de los trabajos a ejecutar.
- La distribución de las diferentes tareas de mantenimiento se lo debe realizar lo más
- adecuada y equitativamente posible.
- Se debe tener muy en cuenta la cantidad de personal, materiales y herramientas disponibles.
- Los cambios que se produzcan deben ser inmediatamente actualizados.

(VARGAS ZUÑIGA, 1983)

## **2.11 Introducción al bombeo hidráulico**

**2.11.1** *Definición del sistema de bombeo hidráulico.* El principio fundamental aplicado para bombeo hidráulico en subsuelo es la “Ley de Pascal” “La presión aplicada sobre cualquier punto de un líquido contenido se transmite, con igual intensidad, a cada porción del fluido y las paredes del recipiente que lo contiene”. La aplicación de este principio permite transmitir presión desde un equipo de bombeo centralizado o individual en la superficie a través de una tubería llena de líquido, hasta cualquier número de pozos petroleros.

La ausencia de partes móviles estrechamente ajustadas permite a la bomba Jet tolerar fluidos de producción y motriz abrasivos y corrosivos que para el caso de otros sistemas el levantamiento artificial son limitaciones importantes.

Cuando la presión del yacimiento no es suficiente para producir a flujo natural se debe evaluar las facilidades de producción y fondo para poner en producción el pozo con el sistema de levantamiento artificial hidráulico con bomba Jet.

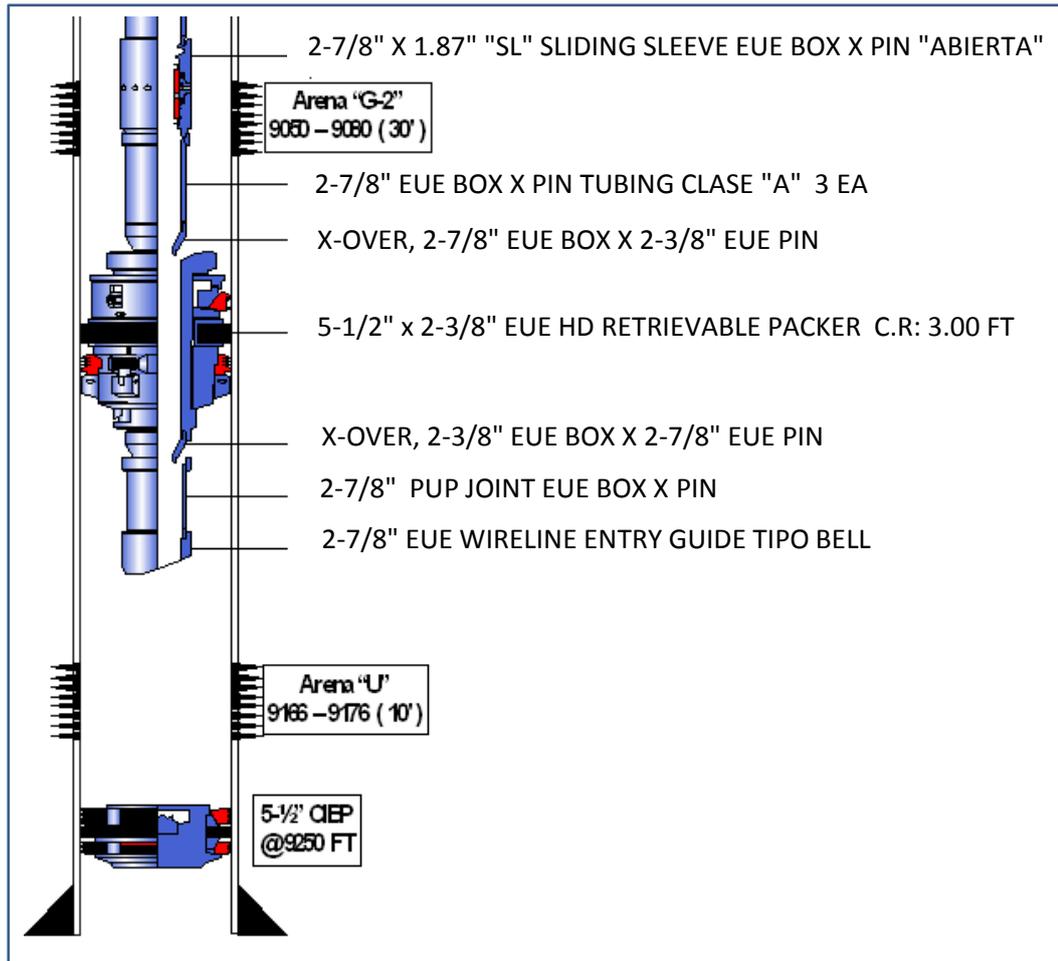
A continuación se detalla BHA de prueba para producción por bombeo hidráulico. (Dreser oil tools, 2005)

### **2.11.2** *Descripción de completación típica para bombeo hidráulico*

**TUBERIA.-** O Tubing, es la sarta de tubos que se encuentran instalados desde la superficie hasta el fondo del pozo, son tubos de alta presión (hasta 8000 psi, dependiendo de la cédula a utilizar) a través de ella se inyecta el fluido motriz a la bomba, cada tubo tiene 32 ft de longitud aproximadamente, en nuestro país los tubing más utilizados son de 3½”, 2 7/8” y 2 3/8”.

**TUBERIA DE REVESTIMIENTO.-** O Casing, es la tubería que va cementada a las paredes del pozo, a las profundidades hasta donde se instalará todo el conjunto de fondo se tienen diámetros de 5½ “ y 7”, es en el diámetro interior “ID” del casing donde se mezclan los fluidos inyectado + producido y de esta forma circulan hasta superficie; En nuestro país debido a longevidad de los casing estos han ido perdiendo su capacidad de resistencia sobre todo por la corrosión consecuentemente es limitada su resistencia a altas presiones de ±1500 psi.

Figura 6. Completación típica de bombeo hidráulico



Fuente Trace Oil Field. Manual de usuario

**CAVIDAD.-** Es un conjunto de extensiones, camisas y acoples con agujeros dispuestos de manera especial para determinado tipo de bomba (pistón o jet), en el interior de la cavidad se aloja la bomba destinada a trabajar, cuando la bomba se encuentra alojada en la cavidad se tienen sellos que delimitan cámaras entre bomba y cavidad apropiadas para cada función y recorrido del fluido. La cavidad posee alrededor de ella agujeros en lugares destinados al paso del fluido. Independientemente del tipo de bomba los agujeros en el extremo inferior son utilizados para la extracción de la bomba. La bomba jet utiliza tres de los lugares agujereados. Cuando por algún motivo (corte de fluido sellos de cavidad) debe ser retirada la cavidad, obligatoriamente se tiene que sacar con toda la sarta de tubería y se tiene que utilizar una unidad de reacondicionamiento.

**AISLADORES DE ZONAS.-** O packers, son elementos cuyo mecanismo mecánico o hidráulico hacen que sellen las paredes del casing y el tubing, aislando independientemente de esta forma las arenas productoras.

**CAMISAS.-** Son herramientas que van colocadas directamente en el intervalo de la zona o arena productora y que tiene como objetivo permitir que solo el fluido de la zona o arena en que dicho elemento se encuentra ingrese a través de él y llegue hasta la cavidad; estas herramientas tienen la particularidad de abrirse o cerrarse con la ayuda de una herramienta auxiliar llamada “Shifingtool”.

**VALVULA DE PIE.-** O standing valve, esta herramienta se aloja en el extremo inferior de la cavidad (seating ring), son necesarios en sistemas abiertos para crear el efecto “U” y prevenir que el líquido que está circulando regrese de nuevo al reservorio. Esta válvula puede ser recuperada con una unidad auxiliar de wire line. Cuando el pozo está produciendo, sirve de asiento para las bombas.

## **2.12 Teoría general de bombeo hidráulico tipo jet**

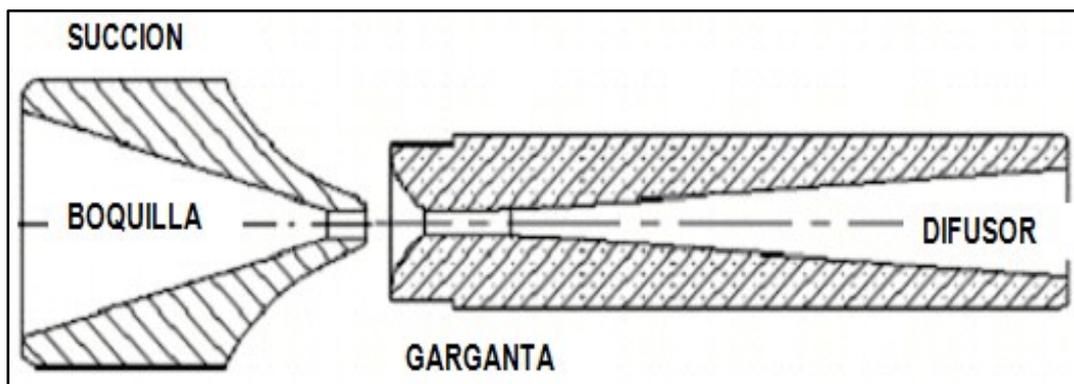
El bombeo hidráulico es el cambio de energía que se transmite hidráulicamente y que función de acuerdo al principio de Pascal: *“Establece que la presión aplicada en un punto de un fluido se transmite con la misma intensidad a cada punto del mismo”*.

En un sistema de Bombeo Hidráulico, el fluido motriz es tomado en la superficie ya sea de un tanque o un separador; pasa a través de una bomba reciprocante para incrementar la presión del líquido, e inyectarlo dentro del pozo a través de la tubería de producción o por el espacio anular.

Al fondo de la tubería, el fluido motriz (líquido) a presión se introduce en una bomba hidráulica tipo jet, con la finalidad de levantar el fluido de la formación hasta superficie.

Los caudales de producción y fluido motriz en las bombas jet se controlan mediante una configuración de boquilla (nozzle) y garganta (throat) (Figura 7.), que producen el efecto “Venturi”, el mismo que consiste en el paso de un fluido a través de un área reducida, produciendo un cambio de energía potencial a cinética, originando la succión del fluido de formación.

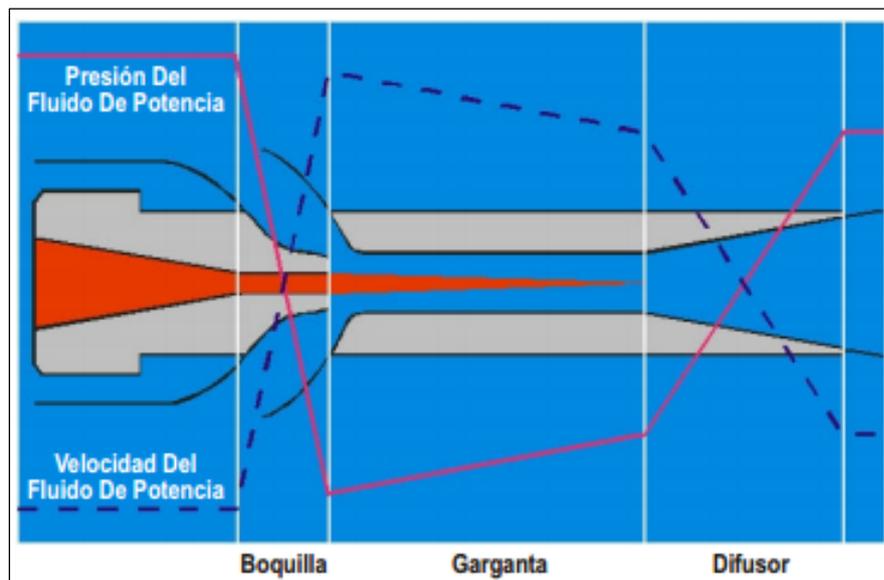
Figura 7. Configuración boquilla y garganta



Fuente: Trace Oil Field. Manual de usuario

**2.12.1** *Principio de funcionamiento de la bomba Jet.* Los caudales de producción y fluido motriz en las bombas jet se controlan mediante una configuración de nozzle y garganta "Venturi". Diferentes configuraciones geométricas (áreas internas de nozzle y garganta) permiten manejar diferentes caudales de inyección y producción.

Figura 8. Efecto venturi



Fuente: <http://www.weatherford.com/Products/Production/HydraulicLift/JetPumps/>

El fluido motriz se bombea a un caudal determinado ( $Q_1$ ) hasta la bomba jet en el subsuelo, donde llega al nozzle con una presión total que se designa como ( $P_1$ ). Este fluido a presión alta se dirige a través del nozzle, lo que hace que la corriente de fluido tenga alta velocidad y baja presión.

La presión baja ( $P_3$ ) llamada presión de succión permite que los fluidos del pozo entren en la bomba y se descargan por el casing el caudal de producción deseado ( $Q_3$ ).

Entonces el fluido motriz arrastra al fluido del pozo por efectos de la alta velocidad, estos dos fluidos llegan hasta la sección de área constante en donde se mezclan, en este punto se mantiene la velocidad y la presión constante.

Cuando los fluidos mezclados llegan al final de esta sección constante, al iniciar el cambio de áreas en el difusor tenemos que la velocidad va disminuyendo a medida que aumenta el área y la presión se incrementa.

Esta alta presión de descarga (P2) debe ser suficiente para levantar la mezcla de fluido de inyección (Q1) y producción (Q2) hasta la superficie.

Las partes importantes de la bomba jet es el nozzle y la garganta y sus correspondientes áreas internas de trabajo correspondientes (AN), (AT).. El área interna de cada una de ellas determina el rendimiento de la bomba.

El valor de la relación de estas áreas AN/AT deberá estar comprendido entre el 25 @ 30% de esta relación adimensional. El volumen de fluido motriz utilizando será proporcional al tamaño de la boquilla.

El área en la bomba debe dar paso al caudal de producción en el espacio anular entre la boquilla y la garganta. Las características de la bomba en cuanto a la cavitación responden sensiblemente a esta área.

## **2.13 Unidades M.T.U.**

**2.13.1** *Definición.* Móvil testing unit, MTU (Unidad móvil de prueba), son equipos utilizados para la evaluación y producción de pozos petroleros por medio de levantamiento artificial hidráulico. **(Trace oil field, 2009)**

Figura 9. Móvil testing unit, MTU



Fuente: T.O.F (Trace Oil Field)

**2.13.2 Funcionamiento.** La unidad (MTU) proporciona el fluido motriz de inyección, necesario para el adecuado funcionamiento de la bomba jet.

La unidad cuenta con manómetros para alta y baja presión con sensores de seguridad eléctricos, para parada inmediata; mirillas para nivel de fluidos, y válvulas de seguridad en los separadores para una sobre presión.

Cuentan también con Turbinas de caudal de 2" NPT, y Medidores de flujo con totalizadores MCII marca Halliburton, q se utiliza para el diseño y selección apropiada de la bomba jet y obtención de curvas del IPR.

**2.13.3 Partes que lo conforman:**

- Motor de combustión interna Caterpillar 3406
- Caja de velocidades Fruller (5 velocidades)
- Reductor de velocidades
- Bomba de desplazamiento positivo 300Q-5H
- Manifold de Inyección
- Módulo Acumulador de presión
- Plataforma de transportación.
- Bomba Centrífuga (Booster).

#### **2.13.4** *Características técnicas:*

- MOTOR DIESEL CATERPILLAR 3406.- Motor de 6 cilindros en línea, con potencia de 425 HP. A 2000 RPM.
- CAJA DE VELOCIDADES EATON O FULLER.- Caja con 5 velocidades
- REDUCTOR DE VELOCIDADES NATIONAL OILWELL.- Relación de transmisión 4,38:1
- BOMBA DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO, OILWELL 300Q-5H.- Bomba quintuples (5 cilindros en línea) con una capacidad de bombeo de 0.076 BLS. Por cada carrera de pistón
- MANIFOLD DE INYECCION.- Conjunto de válvulas de 2" fig. 1502, que permiten operar con facilidad las líneas de inyección y retorno de fluidos utilizados para la producción e inyección conectadas al cabezal del pozo sin tener que desmontar las conexiones y solo cambiar el sentido de flujo con el abrir y cerrar de estas válvulas.
- MÓDULO ACUMULADOR DE PRESIÓN.- Tiene con capacidad estática de 26 @ 46 BLS. ANSI 150 y 300.
- PLATAFORMA DE MOVILIZACION.- Plataforma de 13 m. de largo por 3.25 m. de ancho, con ocho ruedas 12000 R20, con tanque de combustible de 500 BLS.

#### **2.14 Descripción del motor a diesel**

El motor diesel es un motor térmico de combustión interna, en el cual el encendido se logra por la temperatura elevada que produce la compresión del aire en el interior del cilindro, fue inventado y patentado por Rudolf Diesel en 1892, del cual se deriva su nombre.

Fue diseñado inicialmente y presentado en la feria internacional de 1900 en Paris como el primer motor para "bio combustible"

**2.14.1** *Principio de funcionamiento.* Un motor diesel funciona mediante la inyección del combustible al ser inyectado en una cámara de combustión que contiene aire a una temperatura de auto combustión, sin necesidad de chispa. La temperatura que inicia la combustión procede de la elevación de la presión que se procede en el segundo tiempo

motor, la compresión. El combustible se inyecta en la parte superior de la cámara de compresión a gran presión, de forma que se atomiza y se mezcla con el aire a alta temperatura y presión. Como resultado de la mezcla se quema muy rápidamente. Esta combustión ocasiona que el gas contenido en la cámara se expanda, impulsando el pistón hacia abajo. La biela transmite este movimiento al cigüeñal, al que hace girar, transformando el movimiento lineal del pistón en movimiento de rotación.

Para que se produzca la auto inflamación es necesario calentar el aceite-combustible o emplear combustibles más pesados que los empleados en el motor de gasolina, empleándose la fracción de destilación del petróleo comprendida entre los 220 y 350°C., que se recibe la denominación de gasóleo.

#### **2.14.2** *Especificaciones técnicas:*

MARCA: CATERPILLAR

MODELO: 3406

SERIE: 3 ER 06760 A 3ER 1012

ARREGLO: 124-7563

POTENCIA: 425 HP. @ 2000 RPM.

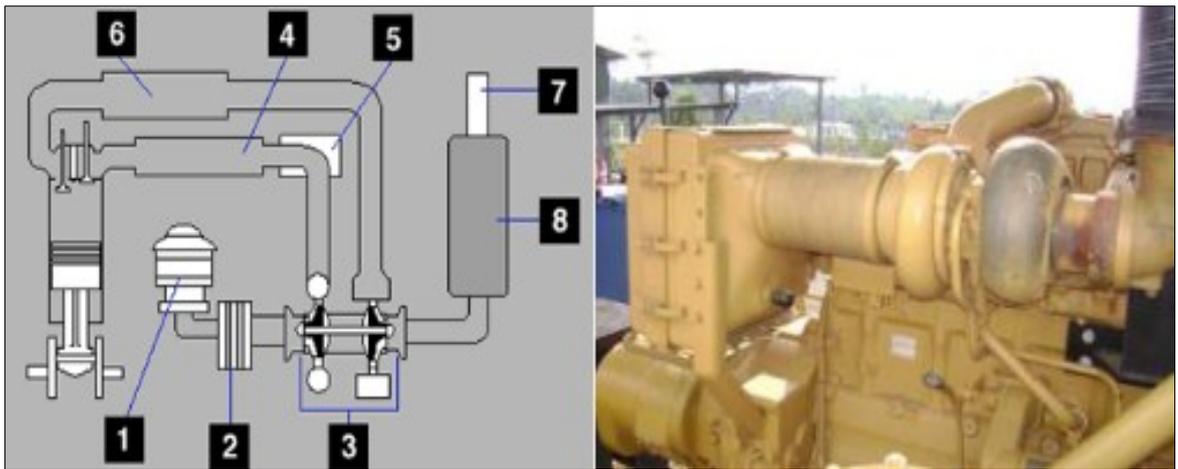
CPACIDAD DEL CARTER: 9 GLS.ACEITE: 15W40

#### **2.14.3** *Sistema de admisión y escape:(ver figura 10)*

Conforman las siguientes partes:

1. Ante filtro
2. Filtro de aire
3. Turbo compresor
4. Múltiple de admisión
5. Post enfriador
6. Múltiple de escape
7. Tubo de escape
8. Silenciador y tuberías de conexión

Figura 10. Sistema de admisión y escape



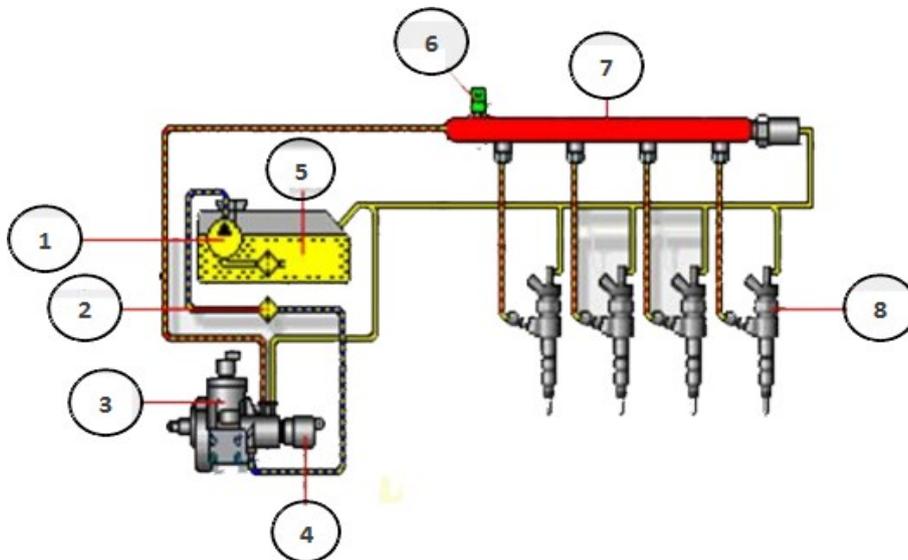
Fuente: Manual de motores caterpillar

#### 2.14.4 Sistema de alimentación de combustible

Conforman las siguientes partes:

1. Bomba de Transferencia
2. Filtro de combustible
3. Bomba de transferencia
4. Válvula reguladora de presión
5. Tanque de combustible
6. Sensor de presión
7. Acumulador de alta presión
8. Inyectores

Figura 11. Sistema de alimentación de combustible



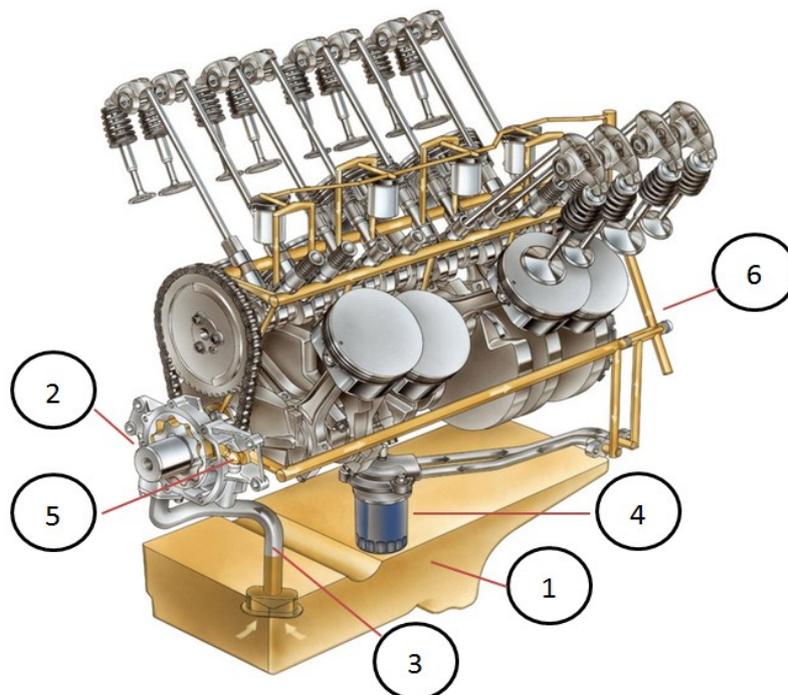
Fuente: Manual de motores caterpillar

### 2.14.5 Sistema de lubricación

Conforman las siguientes partes:

1. Depósito de aceite
2. Bomba de aceite
3. Tubo de succión
4. Filtro de aceite
5. Solenoide de parada
6. Conductos internos del motor

Figura 12. Sistema de lubricación



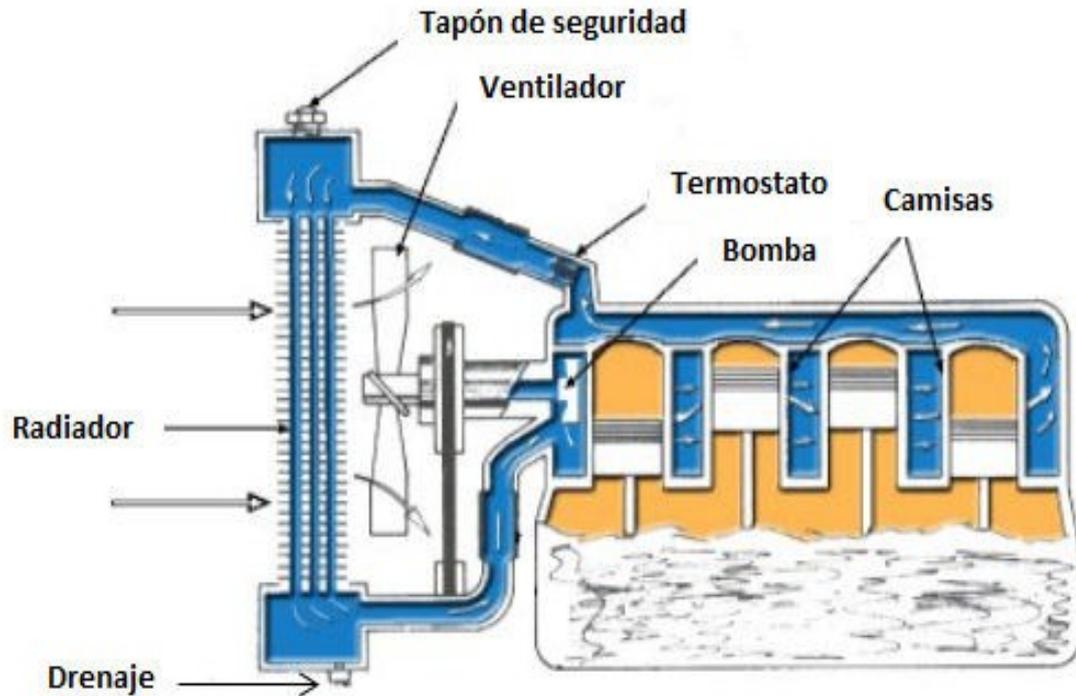
Fuente: Caterpillar. Manual de motores

### 2.14.6 Sistema de enfriamiento y refrigeración

Conforman las siguientes partes:

- Radiador
- Bomba de agua
- Termostato o regulador de temperatura
- Mangueras y conductos internos para dirigir el refrigerante por el motor

Figura 13. Sistema de enfriamiento y lubricación



Fuente: Caterpillar. Manual de motores

#### 2.14.7 Sistema de encendido

Conforman las siguientes partes:

- Batería
- Alternador
- Interruptor de arranque
- Cables de batería
- Amperímetro

**2.14.8 Tablero de control.** La unidad cuenta con un tablero de control para alta y baja presión con sensores de seguridad eléctricos, para parada inmediata, en caso de que haya una sobre o baja presión, bajos nivel de aceite, para control de temperatura del motor y acumulador de presión.

Figura 14. Tablero de control



Fuente: Autor

**2.14.9** *Detección de fallas en motores a diesel por color de humo.* A continuación se detallan problemas que se podrán detectar por el color del humo y sus posibles causas:

Tabla 3. Detección de fallas en motores a diesel por color de humo

<b>HUMO NEGRO GRIS</b>	
<b>PROBLEMA</b>	<b>POSIBLE CAUSA</b>
• MOTOR SOBRECARGADO	LAS RPM DEL MOTOR NO SON LAS ADECUADAS A LAS CONDICIONES DE OPERACION.
• FILTRO DE AIRE SUCION	EL INDICADOR DE AIRE ESTA EN ROJO – CAMBIAR O LIMPIAR EL FILTRO DE AIRE
• DETERIORO O RESTRICCIÓN EN EL TUBO DE ADMISIÓN	DETERIORADO P EL SISTEMA DE ADMISIÓN O RESTRICCIÓN DE ALGUNA CLASE
• RESTRICCIÓN EN EL SISTEMA DE ESCAPE	RETIRAR EL ESCAPE Y ARRANQUE EL MOTOR, PARA VER SI CESA EL PROBLEMA
• AJUSTE INCORRECTO O FUGA EN LAS VÁLVULAS	FALTA DE CALIBRACIÓN DE VÁLVULAS
• BOQUILLAS DE COMBUSTIBLE DEFECTUOSAS	TAPONAMIENTO O ROTURA DE AREA DE INYECCIÓN DE LAS BOQUILLAS

Fuente: Caterpillar. Manual de motores

Tabla 4. Detección de fallas en motores a diesel por color de humo

HUMO BLANCO	
PROBLEMA	POSIBLE CAUSA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• TIEMPO FRIO- SE APLICA CUANDO EL MOTOR TRABAJA EN ZONAS ALTAS</li> </ul>	EL AIRE DEL EXTERIOR ES FRIO, LA TEMPERATURA EN EL CILINDRO ES MAS FRIA, POR LO QUE NO TODO EL COMBUSTIBLE SE QUEMA, ESTE COMBUSTIBLE SALE POR EL ESCAPE EN FORMA DE HUMO BLANCO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• MOTOR DEMASIADO TIEMPO EN BACÍO</li> </ul>	EL MOTOR FUNCIONA MUCHO TIEMPO EN VACÍO, LOS CILINDROS SE ENFRIAN Y NO SE QUEMA TODO EL COMBUSTIBLE
<ul style="list-style-type: none"> <li>• BOQUILLAS DE COMBUSTIBLE DEFECTUOSAS</li> </ul>	TAPONAMIENTO O ROTURA DE AREA DE INYECCIÓN DE LAS BOQUILLAS
HUMO AZUL	
PROBLEMA	POSIBLE CAUSA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• NIVEL ALTO DE ACEITE</li> </ul>	DEMACIADO ACEITE EN EL CARTER
<ul style="list-style-type: none"> <li>• DESGASTE EN LOS RINES DEL PISTÓN O EN LAS PAREDES DEL CILINDRO (CAMISAS)</li> </ul>	PISTONES Y CAMISAS, ROTOS O CON EXCESIVO DESGASTE
<ul style="list-style-type: none"> <li>• RESPIRADERO DEL CARTER TAPADO</li> </ul>	TAPONAMIENTO EN EL CARTER
<ul style="list-style-type: none"> <li>• TUBO ALIMENTADOR DAÑADO</li> </ul>	DESGASTE EN LOS SELLOS

Fuente: Caterpillar. Manual de motores

### 2.15 Bomba quintuplex 300q – 5H

Las bombas quintuples poseen émbolos buzos quintuples, con plunger de 1 7/8” de O.D. y carrera de 5” para operar hasta una presión máxima de 4000 psi. Y un caudal de inyección hasta de 3800 bls/día. Esta bomba nos va a proporcionar la presión necesaria para realizar la operación.

En esta viene instalada una bomba de inyección cuya función es inyectar químico a la línea de inyección, con el propósito de alivianar el fluido cuando este es 100% de crudo.

También cuenta con una bomba de lubricación forzada, que se utiliza para lubricar los plunger, con el fin de evitar el deterioro de los mismos, cuando el fluido es 100 % de crudo no existe la necesidad de usar la bomba de lubricación forzada.

La bomba de lubricación forzada al igual que la bomba de inyección de químico, van

acopladas a la bomba quintuple mediante bandas conectadas a las poleas de las mismas, para lograr su funcionamiento.

### 2.15.1 Especificaciones técnicas:

MARCA:	PETRO FLOW
MODELO:	300Q-5H
RATE MAXIMUN PUT:	300 HP / AT: 400 RPM
RATE MAXIMUN OUTPUT:	270 HP / AT: 400 RPM
DIAMETRO DEL PLUNGER:	1 7/8"
STROKE CARRERA:	5"
GPM. RATED RPM:	120
MAXIMUN RATED PSI:	3800
CAPACIDAD DE ACEITE:	12 GLS.
ACEITE:	MEROPA 320

Figura 15. Bomba quintuplex



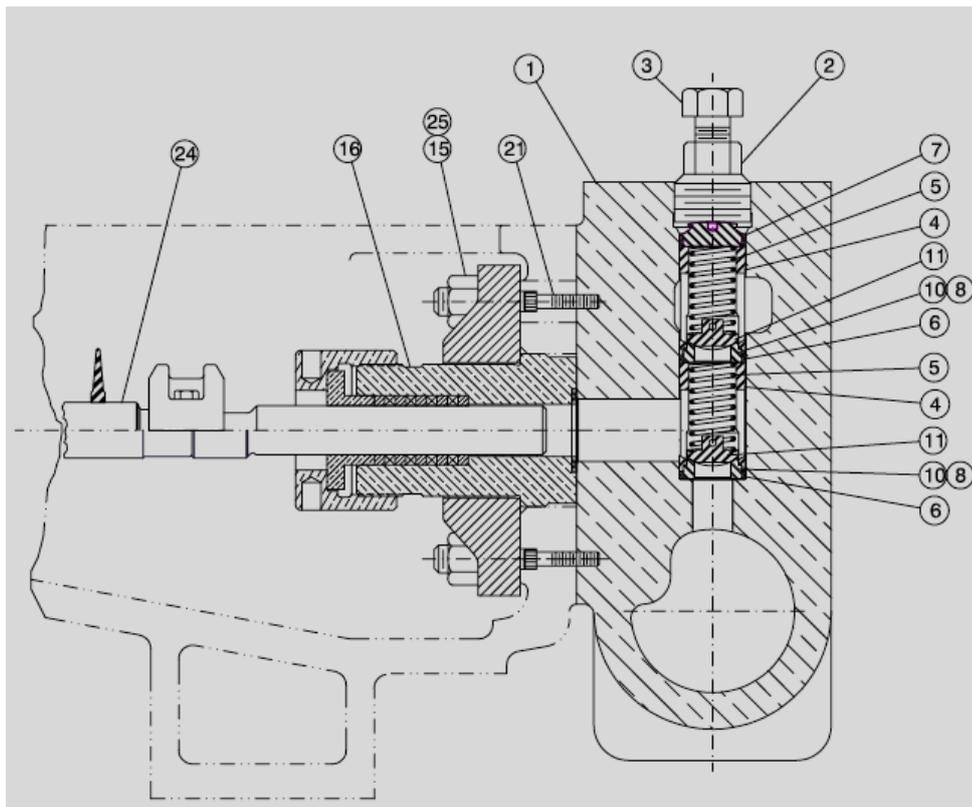
Fuente: Autor

### 2.15.2 *Fluid end*

Es el lugar donde se produce el cambio de baja a alta presión de descarga, está conformada por los siguientes elementos:

- Cilindro de fluido, fluid end
- Tuerca de tapa de cilindro
- Canastilla
- Resorte
- Sello de válvula
- Retenedor
- Asiento y bola
- Sthufing box
- Plunger roscado o grapado de 1 7/8"
- Prensa estopa

Figura 16. Partes del fluid end



Fuente: Manual de bomba quintuplex

Tabla 5. Lista de partes del fluid end

PART	PART NUMBERS		MATERIAL/SPECIFICATION	ITEM NO.
1	1713049	1713049	FLANGE, SUCTION 6"-600 R.J. - WELD NECK	27
1	1713047	1713047	FLANGE, SUCTION 6"-600 R.J. - BUND	26
20	6300220	6300220	NUT, 1 3/8" -6 HVY HEX	25
5	SEE PAGES 15, 16 & 17		ROD, INTERMEDIATE (CLAMP OR THREADED TYPE)	24
16	700053010	700053010	SCREW, 1" x 4" LG, HEX HD CAP (DISCHARGE)	23
8	700057010	700057010	SCREW, 1 1/8 x 4 1/2" LG, HEX HD CAP (SUCTION)	22
6	7006309	7006309	SCREW, 1/2 x 2 1/4" LG, HEX SOC HD CAP	21
2	6908036	6908036	RING, OVAL JOINT R-41 (SUCT.)	20
2	6908019	6908019	RING, OVAL JOINT R-26 (DISCH.)	19
2	250	250	CAPLUG, DISCHARGE FLANGE	18
2	1097	1097	CAPLUG, SUCTION FLANGE	17
5	SEE PAGES 11, 12, 13 & 14		STD. PLUNGER KIT OPTIONS	16
20	10032367	10032367	STUD. 1 3/8" x 7 1/2" LG.	15
1	1712326	1712326	BAR, STUFFING BOX ADJUSTING NUT	14
1	171708425		VALVE ONLY	13
1	171708125		SEAT	12
1		1717092-25	VALVE ONLY	11
1		1717091-25	SEAT	10
10	171708025		VALVE CPT, VG CAGE (INCL 12 & 13)	9
10		1717090-25	VALVE CPT, SPHERCAL (INCL 10 & 11)	8
5	17134172	17134172	RETAINER, VALVE CAGE	7
15	1712373	1712373	SEAL, VALVE CAGE	6
10	1712486	1712486	SPRING, BALL VALVE	5
10	17125854	17125854	CAGE, VALVE	4
5	1713410	1713410	SCREW, CAGE LOADING	3
5	17094842	17094842	COVER, CYLINDER TOP	2
1	171317714	171317714	CYLINDER ONLY, FLUID ( NI - ALUM. BRONZE)	1

Fuente: Manual de bomba quintuplex

## 2.16 Caja de velocidades (5 velocidades)

La caja de velocidades o cambios, viene acoplada directamente al motor y junto a un reductor de velocidades mediante un matrimonio, el cual va a transmitir el movimiento a la bomba la misma que nos va a proporcionar las revoluciones necesarias de giro para que la bomba entre en funcionamiento.

### 2.16.1 Especificaciones técnicas:

MARCA:	EATON FULLER
MODELO:	T905
RADIO:	A
CAPACIDAD DE ACEITE:	5 GLS.
ACEITE:	SAE 90

Figura 17. Caja de velocidades



Fuente: Autor

## 2.17 Reductor de velocidades

Viene acoplada a la bomba, tiene una relación de transmisión de 4.48:1

### 2.17.1 Especificaciones técnicas:

RATING:	300 HP.
GEAR RATIO (RELACION DE TRANSMICION):	4.38:1
CAPACIDAD DE ACEITE:	3.5 GLS.
ACEITE:	MEROPA 320

Figura 18. Reductor de velocidades



Fuente: T.O.F (Trace Oil Field)

## 2.18 Manifold de inyección

El manifold de inyección está compuesto por un conjunto de válvulas de 2" fig. 19 que facilitan la operación del sistema, para desplazar, reversar la bomba de subsuelo o recircular los fluidos sin la necesidad de cambiar líneas constantemente, optimizando tiempo y garantizando la seguridad en las operaciones.

**Figura 19.** Manifold de inyección



Fuente: T.O.F (Trace Oil Field)

## 2.19 Módulo acumulador de presión

Las unidades MTU cuentan con un acumulador de presión horizontal, para mayores desplazamientos de fluido. El acumulador tiene por objeto servir de reservorio para la inyección de fluido y para recibir el fluido de retorno.

### 2.19.1 Especificaciones técnicas:

TEMPERATURA DE DISEÑO:	150°F	CORROSION: 0.063"
PRESION DE DISEÑO:	250 PSI.	CAPACIDAD: 8000 BPD
PRESION DE PRUEBA:	375 PSI.	DIAMETRO: 60"
PESO VACIO:	3349 Kg.	LONGITUD: 10 FT.
MATERIAL CABEZA:	0.5"	

Figura 20. Acumulador de presión



Fuente: T.O.F (Trace Oil Field)

## 2.20 Bomba centrífuga (booster)

### 2.20.1 Especificaciones técnicas:

MARCA: TURCO

SERIE: GA-G34210

SIZE: 811-M-4 X 3 X 10

DIAMETRO SUCCION: 4"

DIAMETRO DESCARGA: 3"

DIAMETRO DEL IMPULSOR: 10

Figura 21. Bomba centrífuga



Fuente: T.O.F (Trace Oil Field)

## **2.21 Fallas comunes en la unidad MTU**

**2.21.1** *Fuga de fluido por sello de bomba booster.* Si empieza a liquear fluido por el sello, reajuste los 4 pernos del alojamiento del sello con una llave de 3/4" en cruz, si no se corrige de esta manera, siga los siguientes pasos:

1. Pare el motor y desacople la banda de la polea del motor
2. Aislé la bomba cerrando las válvulas de 4 y 3"
3. Drene el fluido de la succión de la bomba, para evitar contaminación
4. Retire los pernos de la base de soporte, de la bomba ubicados debajo de la polea de la misma con una llave 3/4"
5. Retire los 8 pernos de la carcasa de la bomba con una llave 15/16"
6. Desconecte la cañería de lubricación del sello mecánico
7. Retire la bomba evitando la contaminación del piso de la plataforma
8. Con una llave de tubo # 12 trabe el eje de la polea y afloje el impeler
9. Retire la tapa del sello mecánico, aflojando las dos tuercas de sujeción a la carcasa con una llave de 1/2"
10. Retire el sello mecánico aflojando los prisioneros con una llave hexagonal de 1/8"
11. Cambie el sello mecánico, y vuelva a armar la bomba siguiendo los pasos en orden contrario.

**2.21.2** *Cambio de asientos y bolas por caída de presión en la inyección.* Si la bomba quintuples no incrementa presión y después de descartar posibles causas de daño en la bomba jet, tubería de completación, falta de fluido, etc., siga los siguientes pasos para realizar el cambio de asientos, bolas, canastillas y resortes del fluid end:

1. Apague el motor y despresurice el sistema antes de aflojar cualquier tuerca.
2. Con una llave de pico # 24 afloje las 5 tapas superiores del fluid end
3. Retire el retenedor de las canastillas
4. Retire el resorte
5. Con un dedo magnético retire la bola
6. Con el extractor de canastillas retire la misma
7. Con el dedo magnético retire el asiento
8. Retire el sello de las canastillas
9. Siga el mismo procedimiento para retirar la otra canastilla

10. Limpie completamente el cilindro para inspeccionar que no haya rayaduras , ni principio de corte de fluido
11. Vuelva a armar las partes tomando en cuenta que por cada cilindro van 3 sellos, 2 canastillas, 2 asientos, 2 bolas, 2 resortes y 1 retenedor

### **2.21.3 Fuga de fluido motriz en bomba quintuples**

Este problema puede presentarse por las siguientes causas:

- Prensa estopas resacos o cristalizados
- Plunger con excesivo desgaste o rayadura
- Daño en los oring's del stuffing box

Para su reparación siga los siguientes pasos:

1. Apague el motor y despresurice el sistema, tanto en el lado de alta como de baja presión, evitando contaminar la plataforma.
2. Con dos llaves de tubo # 36 desconecte el plunger de 1 7/8" del embolo intermedio que conecta al pistón del powerend, (si los plungers son roscados), si los plungers son grapados desconectar la grapa retirando los 2 pernos con una llave 3/4".
3. Con un dado 2 3/16" afloje las 4 tuercas del retenedor del stuffing box.
4. Afloje y retire la tuerca de ajuste de los prensa estopas.
5. Retire el retenedor del stuffing box.
6. Retire el stuffing box, teniendo la precaución de no lastimarse las manos.
7. Una vez sacado el stuffingbox , proceda a cambiar los prensa estopas, plungers o los oring's (# 333 y 342), según la falla que se haya presentado en el equipo.
8. Es importante recalcar en la manera de poner los prensa estopas, los cuales deben ir en posiciones de 120° cada prensa estopa.
9. Vuelva a armar el equipo siguiendo la secuencia contraria al desarmado.
10. El ajuste de las tuercas que sostiene al stuffing box deben ser torquedadas a 500 +- 50 lb.

Estas son las tres fallas más comunes que se dan en el campo, y que la pueden resolver los operadores y técnicos de unidades.

## CAPÍTULO III

### 3. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL MANTENIMIENTO

#### 3.1 Organización actual del mantenimiento en la empresa “Trace Oilfield Services Cia. Ltda.”

La Compañía Trace Oil Field en la actualidad cuenta con una organización destacable en lo que se refiere a los distintos departamentos y las funciones de cada uno de ellos, lo que ha llevado al crecimiento de la misma en los últimos años.

Pero lamentablemente esta organización y tecnificación no se cumple en todos los niveles de organización de la empresa por lo que el departamento de mantenimiento es la excepción ya que no cuenta con la suficiente ayuda de un profesional dedicado a la planificación, evaluación, control y retroalimentación del plan de mantenimiento aplicado a las máquinas como también de llevar el control de los costos que significan las actividades mismas del departamento es decir un Gerente de Mantenimiento encargado de la gestión.

El Organigrama estructural del departamento de mantenimiento nos permite analizar la situación actual:

Figura 22. Organigrama funcional



Fuente: Autor

De acuerdo a este organigrama, la organización actual del departamento tiene delimitada las funciones del personal que en él labora, existe una persona que cumple los roles de administrativo (guardalmacén) y dos personas que son operativas, el jefe de mantenimiento y el técnico de mantenimiento.

Actualmente la organización del mantenimiento preventivo en la compañía, se la realiza de forma coordinada, pero hace falta que las tareas no se las realice verbalmente, sino más bien que se la ejecuten a partir de una orden de trabajo OT, la cual sea emitida y supervisada por el jefe de mantenimiento, posteriormente sea aprobada y se cuente en bodega con un stock de herramientas, repuestos y materiales necesarios para realizar las tareas programadas, como: inspecciones, cambios de aceite, lubricaciones, ajustes, purgas, reparación de fugas, cambios de elementos en sistemas de seguridad, etc. Con este plan de mantenimiento se controlará de mejor manera el inventario del almacén, consiguiendo abastecer anticipadamente de los repuestos y materiales que se utilizaran para cumplir las tareas.

Para complementar y se tenga un registro de los trabajos realizados y cuales se realizaran y revisaran, se lo controlará por medio de un software de gestión de mantenimiento (SGM Pro).

Cabe recalcar que no existe un especialista en el área eléctrico-mecánica por lo que el personal antes mencionado se basa en conocimientos básicos adquiridos ya sea empíricamente o gracias a su educación, razón por la cual cuando se presentan fallas que son de una magnitud considerable en cuanto a conocimientos técnicos se recurre a la contratación externa de un especialista.

### **3.2 Análisis de la situación actual del mantenimiento utilizado**

La empresa no cuenta con la ingeniería de mantenimiento por lo que todas las acciones realizadas por este están basadas en la experiencia de las personas que prestan sus servicios para el departamento de mantenimiento, la existencia de un registro de las actividades realizadas se las lleva en formatos básicos de mantenimiento, razón por la cual al no contar con actividades detalladas, conlleva a la no existencia de estadísticos que reflejen el éxito o fracaso del departamento.

El plan de mantenimiento utilizado actualmente está realizado en base a la experiencia y conocimientos adquiridos en algunas capacitaciones del jefe del departamento, el cual en ocasiones se cumple y en otras no por la falta ya sea de los repuestos y/o materiales, dando como resultado un sub mantenimiento lo que a la larga va a provocar fallos imprevistos y por ende la parada de la producción lo que significa pérdidas económicas para la empresa.

Sin embargo con antecedentes el plan está dando resultados positivos por lo que los paros imprevistos no ocurren a frecuencias cortas de tiempo, pero si cuando estas ocurren son de gran magnitud, como por ejemplo; si no se realizó en el tiempo programado el cambio de aceite en el reductor de velocidades, este provocará que el nivel de aceite baje y por ende exista calentamiento entre las ruedas dentadas por causa de un mayor roce, provocando la fractura de los dientes de las mismas, dando como resultado un paro de máquina y equipos q conforma la Unidad MTU de aproximadamente 14 días laborables, por cuanto en bodega no se cuenta con ese repuesto, ya que tiene un costo elevado y su importación es demorada.

Para la realización de sus actividades el departamento cuenta con un taller pequeño que está equipado con una prensa de banco, un esmeril, taladro de mano, amoladora de mano, herramientas básicas, entre otros que se encuentran en cualquier taller común, en el mismo taller cuenta con una pequeña oficina del personal administrativo y también con una bodega de almacenamiento de los repuestos y materiales a ser utilizados.

Por la falta de espacio y herramientas adecuados en nuestro taller para realizar la reparación de los Equipos (bombas de desplazamiento positivo, motores de combustión interna, reductor de velocidades, caja de velocidades), la compañía TRACE OILFIELD, se ve obligada a rentar un taller para realizar la reparación de los equipos mencionados anteriormente.

En conclusión el mantenimiento utilizado aun siendo basado en la experiencia y su planificación empírica tiene un éxito relativo a las condiciones en las que se aplica, lo cual no significa que esté aplicado correctamente, para que ello ocurra, hace falta llevar en detalle todo lo relacionado a una planificación y documentación técnica, para lo cual nos servirá de gran ayuda una herramienta informática, la misma que se implementará en la compañía TRACE OILFIELD para cumplir con estos objetivos.

### **3.3 Evaluación del estado actual de la maquinaria**

La determinación del estado técnico comienza por una revisión previa del equipo. Al realizar esta revisión previa se determina una valoración que puede ser bueno, regular, malo, muy malo, por cada uno de los aspectos que comprende esta revisión.

Por consiguiente cabe destacar también que para la evaluación del estado técnico de cada una de las máquinas es necesario tomar en cuenta ciertos parámetros, tales como:

- Criterios del personal operador que realiza continuamente las tareas de inspección y cambios de cada una de las partes de cada equipo, en este caso criterios del personal de mantenimiento.
- Niveles como los de temperaturas y presiones de trabajo de cada equipo que está en trabajo.

### **3.4 Análisis del estado técnico de los equipos**

Después de haber evaluado el estado técnico de los equipos, en lo que respecta a su estado de anclaje, sistemas eléctricos, carcasa, lubricación, estados de accesorios, etc. Se determina que la mayoría de los equipos tienen un porcentaje que oscila alrededor del 98%, dando como resultado un **estado técnico BUENO**, gracias a las acciones tomadas por el departamento de mantenimiento.

Las tablas de evaluación del estado técnico de las máquinas se encuentran en el Anexo A.

En el Anexo B se adjunta los espectros tomados de las bombas centrifugas, las mismas que nos indican que estas se encuentran en un buen estado técnico de acuerdo a los resultados obtenidos en los picos de los armónicos en cada punto del análisis.

### **3.5 Documentación utilizada actualmente**

En la actualidad el departamento de mantenimiento cuenta con una documentación de trabajo que fue elaborada por el jefe de mantenimiento, estos son documentos básicos para llevar administrativamente las acciones realizadas en el departamento de

mantenimiento las cuales llevan; información breve de las características de las máquinas, tareas básicas de mantenimiento a realizar, el historial de averías al igual se las lleva en documentos básicos y por último una orden de compra que no contiene los datos necesarios para la identificación dentro de la planta cada uno de ellos.

En conclusión los documentos con los que el departamento de mantenimiento viene trabajando, no son de gran ayuda para llevar un estadístico de las acciones realizadas en cada una de las máquinas, por esta razón este trabajo se enfoca en la realización de un plan de mantenimiento preventivo planificado, asistido por ordenador.

## CAPÍTULO IV

### 4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO

#### 4.1 Inventario técnico de equipos

El objetivo de realizar un inventario técnico es de gran utilidad, ya que nos ayuda de una forma rápida y fácil la identificación de cada uno de los equipos que existen en la planta lo que permite al personal de mantenimiento conocer solo con la lectura de su código todo lo referente de que máquina se trata, su ubicación dentro de la planta y a qué área pertenece.

Se realizó un inventario técnico partiendo de la simplificación del código de la institución el cual es **TOF** (Trace Oil Field), que abrevia el nombre de la compañía, después se identificó el área y equipos, cada uno con sus respectivos códigos y por último la codificación final de los equipos obteniendo de esta manera el inventario técnico que se muestra a continuación.

Tabla 6. Codificación de área y equipos

		<b>TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.</b>
<b>INSTITUCIÓN</b>	TOF	TRACE OIL FIELD
<b>ÁREA</b>	PRO	PRODUCCIÓN
<b>UBICACIÓN</b>	MTU	UNIDAD MOVIL DE PRUEBA
<b>EQUIPO</b>	MC 01	MOTOR CATERPILLAR
<b>CÓDIGO FINAL</b>		TOF.-PRO-MTU1 - MC01

Fuente: Autor

Tabla 7. Codificación de equipos

		TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.			
CODIFICACIÓN EQUIPOS					
ÁREA	CÓDIGO	UBICACIÓN	EQUIPO	CÓDIGO	CÓDIGO FINAL
PRODUCCIÓN	PRO	MTU1	Bomba Centrífuga	BC 01	TOF - PRO - MTU1 - BC 01
	PRO	MTU2	Bomba Centrífuga	BC 02	TOF - PRO - MTU2 - BC 02
	PRO	MTU3	Bomba Centrífuga	BC 03	TOF - PRO - MTU3 - BC 03
	PRO	MTU4	Bomba Centrífuga	BC 04	TOF - PRO - MTU4 - BC 04
	PRO	MTU1	Motor Caterpillar	MC 01	TOF - PRO - MTU1 - MC01
	PRO	MTU2	Motor Caterpillar	MC 02	TOF - PRO - MTU2 - MC 02
	PRO	MTU3	Motor Caterpillar	MC 03	TOF - PRO - MTU3 - MC 03
	PRO	MTU4	Motor Caterpillar	MC 04	TOF - PRO - MTU4 - MC 04
	PRO	MTU1	Caja de Velocidades	CV 01	TOF - PRO - MTU1 - CV 01
	PRO	MTU2	Caja de Velocidades	CV 02	TOF - PRO - MTU2 - CV 02
	PRO	MTU3	Caja de Velocidades	CV 03	TOF - PRO - MTU3 - CV 03
	PRO	MTU4	Caja de Velocidades	CV 04	TOF - PRO - MTU4 - CV 04
	PRO	MTU1	Reductor de velocidades	RV 01	TOF - PRO - MTU1 - RV 01
	PRO	MTU2	Reductor de velocidades	RV 02	TOF - PRO - MTU2 - RV 02
	PRO	MTU3	Reductor de velocidades	RV 03	TOF - PRO - MTU3 - RV 03
	PRO	MTU4	Reductor de velocidades	RV 04	TOF - PRO - MTU4 - RV 04
	PRO	MTU1	Bomba Quintuplex	BQ 01	TOF - PRO -MTU1 - BQ 01
	PRO	MTU2	Bomba Quintuplex	BQ 02	TOF - PRO -MTU2 - BQ 02
	PRO	MTU3	Bomba Quintuplex	BQ 03	TOF - PRO -MTU3 - BQ 03
	PRO	MTU4	Bomba Quintuplex	BQ 04	TOF - PRO -MTU4 - BQ 04
	PRO	MTU1	Bomba de Lubricación Forzada	BLF 01	TOF - PRO - MTU1 - BLF 01
	PRO	MTU2	Bomba de Lubricación Forzada	BLF 02	TOF - PRO - MTU2 - BLF 02
	PRO	MTU3	Bomba de Lubricación Forzada	BLF 03	TOF - PRO - MTU3 - BLF 03
	PRO	MTU4	Bomba de Lubricación Forzada	BLF 04	TOF - PRO - MTU4 - BLF 04
	PRO	MTU1	Bomba de Inyección de Químico	BIQ 01	TOF - PRO -MTU1 - BIQ 01
	PRO	MTU2	Bomba de Inyección de Químico	BIQ 02	TOF - PRO -MTU2 - BIQ 02
	PRO	MTU3	Bomba de Inyección de Químico	BIQ 03	TOF - PRO -MTU3 - BIQ 03
	PRO	MTU4	Bomba de Inyección de Químico	BIQ 04	TOF - PRO -MTU4 - BIQ 04
	PRO	MTU1	Módulo Acumulador de Presión	AP 01	TOF - PRO - MTU1 - AC 01
	PRO	MTU2	Módulo Acumulador de Presión	AP 02	TOF - PRO - MTU2 - AC 02
	PRO	MTU3	Módulo Acumulador de Presión	AP 03	TOF - PRO - MTU3 - AC 03
	PRO	MTU4	Módulo Acumulador de Presión	AP 04	TOF - PRO - MTU4 - AC 04

Fuente: Autor

## 4.2 Fichas técnicas de datos y características de cada equipo.

Las Fichas Técnicas son de gran utilidad ya que contienen información tales como: marca, modelo, serie, características técnicas, etc., en el momento de la toma de decisiones, consultas sobre cualquier dato técnico exclusivo de cada máquina e incluso sobre la posibilidad de ser intercambiada por otra de mayores prestaciones, acelerando los trabajos de mantenimiento que en lo posterior se programa.

A continuación se ilustra las fichas técnicas para cada uno de los equipos:

Tabla 8. Ficha técnica de datos y características de la bomba centrífuga 01

		<b>TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.</b>	
<b>EQUIPO:</b>	BOMBA CENTRÍGUGA		
<b>CÓDIGO TÉCNICO:</b>	TOF – PRO –MTU1 - BC01		
<b>DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO</b>			
TOF:	Trace Oil Field		
PRO:	Producción		
MTU1:	Unidad Móvil de Prueba 1		
BC 01:	Bomba Centrífuga		
<b>DATOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN</b>			
Fabricante:	DURCO	País Procd:	
Modelo:	MK3 STD	Serie:	1209-3184-B
Marca:	Flowserver	Dirección:	
Fecha de adquisición:	2008		
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EQUIPO</b>			
<b>DIMENSIONES DEL EQUIPO</b>		<b>OTROS</b>	
Largo Total:	64.5 cm	Peso:	31kg
Ancho Total:	39.5 cm	Vibración:	Moderada
Alto Total:	22.5 cm	Criticidad:	Semi critico
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
DIAMETRO SUCCION:	4"		
DIAMETRO DESCARGA:	3"		
DIAMETRO DEL IMPULSOR:	10"		
Realizado:	Fecha:	Revisado:	Fecha:

Fuente: Autor

Tabla 9. Ficha técnica de datos y características de la bomba centrífuga 02

		<b>TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.</b>	
<b>EQUIPO:</b>	BOMBA CENTRÍGUGA		
<b>CÓDIGO TÉCNICO:</b>	TOF – PRO – MTU2- BC 02		
<b>DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO</b>			
TOF:	Trace Oil Field		
PRO:	Producción		
MTU2:	Unidad Móvil de Prueba 2		
BC 02:	Bomba Centrífuga		
<b>DATOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN</b>			
Fabricante:	DURCO	País Procd:	
Modelo:	MK3 STD	Serie:	DX557184 A
Marca:	Flowserver	Dirección:	
Fecha de adquisición:	2008		
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EQUIPO</b>			
<b>DIMENSIONES DEL EQUIPO</b>		<b>OTROS</b>	
Largo Total:	64.5 cm	Peso:	32.5 kg
Ancho Total:	39.5 cm	Vibración:	Moderada
Alto Total:	22.5 cm	Criticidad:	Semi critico
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
DIAMETRO SUCCION:	4"		
DIAMETRO DESCARGA:	3"		
DIAMETRO DEL IMPULSOR:	10"		
Realizado:	Fecha:	Revisado:	Fecha:



Fuente: Autor

Tabla 10. Ficha técnica de datos y características de la bomba centrífuga 03

		<b>TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.</b>	
<b>EQUIPO:</b>	BOMBA CENTRÍGUGA		
<b>CÓDIGO TÉCNICO:</b>	TOF – PRO – MTU3 - BC 03		
<b>DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO</b>			
TOF:	Trace Oil Field		
PRO:	Producción		
MTU3:	Unidad Móvil de Prueba 3		
BC 03:	Bomba Centrífuga		
<b>DATOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN</b>			
Fabricante:	DURCO	País Procd:	
Modelo:	MK3 STD	Serie:	1209-3184-B
Marca:	Flowserver	Dirección:	
Fecha de adquisición:	2008		
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EQUIPO</b>			
<b>DIMENSIONES DEL EQUIPO</b>		<b>OTROS</b>	
Largo Total:	64.5 cm	Peso:	32.5 Kg
Ancho Total:	39.5 cm	Vibración:	Moderada
Alto Total:	22.5 cm	Criticidad:	Semi critico
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
DIAMETRO SUCCION:	4"		
DIAMETRO DESCARGA:	3"		
DIAMETRO DEL IMPULSOR:	10"		
Realizado:	Fecha:	Revisado:	Fecha:



Fuente: Autor

Tabla 11. Ficha técnica de datos y características de la bomba centrífuga 04

		<b>TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.</b>	
<b>EQUIPO:</b>	BOMBA CENTRÍGUGA		
<b>CÓDIGO TÉCNICO:</b>	TOF – PRO – MTU4- BC 04		
<b>DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO</b>			
TOF:	Trace Oil Field		
PRO:	Producción		
MTU4:	Unidad Móvil de Prueba 4		
BC 04:	Bomba Centrífuga		
<b>DATOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN</b>			
Fabricante:	DURCO	País Procd:	
Modelo:	MK3 STD	Serie:	1209-3184-B
Marca:	Flowserver	Dirección:	
Fecha de adquisición:	2008		
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EQUIPO</b>			
<b>DIMENSIONES DEL EQUIPO</b>		<b>OTROS</b>	
Largo Total:	64.5 cm	Peso:	32.5 Kg
Ancho Total:	39.5 cm	Vibración:	Moderada
Alto Total:	22.5 cm	Criticidad:	Semi critico
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
DIAMETRO SUCCION:	4"		
DIAMETRO DESCARGA:	3"		
DIAMETRO DEL IMPULSOR:	10"		
Realizado:	Fecha:	Revisado:	Fecha:



Fuente: Autor

Tabla 12. Ficha técnica de datos y características del motor caterpillar 01

		<b>TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.</b>	
<b>EQUIPO:</b>	MOTOR CATERPILLAR		
<b>CÓDIGO TÉCNICO:</b>	TOF – PRO – MTU1 - MC 01		
<b>DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO</b>			
TOF:	Trace Oil Field		
PRO:	Producción		
MTU1:	Unidad Móvil de Prueba 1		
MC 01:	Motor Caterpillar		
<b>DATOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN</b>			
Fabricante:	CAT	País Procd:	U.S.A.
Modelo:	3406	Serie:	3ER10931
Marca:	Caterpillar	Dirección:	
Fecha de adquisición:			
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EQUIPO</b>			
<b>DIMENSIONES DEL EQUIPO</b>		<b>OTROS</b>	
Largo Total:	193cm	Peso:	1356 Kg
Ancho Total:	90.6 cm	Vibración:	Moderada
Alto Total:	133.5 cm	Criticidad:	Crítico
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
POTENCIA:	345 HP. 257.0 Kw.a 1800 RPM.		
CAPACIDAD DEL CARTER:	9 GLS.		
ACEITE:	15W40		
TIPO:	diesel - 4 tiempos		
RPM:	1800		
Realizado:	Fecha:	Revisado:	Fecha:



Fuente: Autor

Tabla 13. Ficha técnica de datos y características del motor caterpillar 02

		TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.	
<b>EQUIPO:</b>	MOTOR CATERPILLAR		
<b>CÓDIGO TÉCNICO:</b>	TOF – PRO – MTU2 - MC 02		
<b>DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO</b>			
TOF:	Trace Oil Field		
PRO:	Producción		
MTU2:	Unidad Móvil de Prueba 2		
MC 02:	Motor Caterpillar		
<b>DATOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN</b>			
Fabricante:	CAT	País Procd:	U.S.A.
Modelo:	3406	Serie:	3ER11673
Marca:	Caterpillar	Dirección:	
Fecha de adquisición:			
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EQUIPO</b>			
<b>DIMENSIONES DEL EQUIPO</b>		<b>OTROS</b>	
Largo Total:	193cm	Peso:	1356 Kg
Ancho Total:	90.6 cm	Vibración:	Moderada
Alto Total:	133.5 cm	Criticidad:	Crítico
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
POTENCIA:	345 HP. 257.0 Kw.a 1800 RPM.		
CAPACIDAD DEL CARTER:	9 GLS.		
ACEITE:	15W40		
TIPO:	diesel - 4 tiempos		
RPM:	1800		
Realizado:	Fecha:	Revisado:	Fecha:



Fuente: Autor

Tabla 14. Ficha técnica de datos y características del motor caterpillar 03

		<b>TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.</b>	
<b>EQUIPO:</b>	MOTOR CATERPILLAR		
<b>CÓDIGO TÉCNICO:</b>	TOF – PRO – MTU3 - MC 03		
<b>DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO</b>			
TOF:	Trace Oil Field		
PRO:	Producción		
MTU3:	Unidad Móvil de Prueba 3		
MC 03:	Motor Caterpillar		
<b>DATOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN</b>			
Fabricante:	CAT	País Procd:	U.S.A.
Modelo:	3406	Serie:	3ER12106
Marca:	Caterpillar	Dirección:	
Fecha de adquisición:			
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EQUIPO</b>			
<b>DIMENSIONES DEL EQUIPO</b>		<b>OTROS</b>	
Largo Total:	193cm	Peso:	1356 Kg
Ancho Total:	90.6 cm	Vibración:	Moderada
Alto Total:	133.5 cm	Criticidad:	Crítico
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
POTENCIA:	345 HP. 257.0 Kw.....a 1800 RPM.		
CAPACIDAD DEL CARTER:	9 GLS.		
ACEITE:	15W40		
TIPO:	diesel - 4 tiempos		
RPM:	1800		
Realizado:	Fecha:	Revisado:	Fecha:



Fuente: Autor

Tabla 15. Ficha técnica de datos y características del motor caterpillar 04

		<b>TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.</b>	
<b>EQUIPO:</b>	MOTOR CATERPILLAR		
<b>CÓDIGO TÉCNICO:</b>	TOF – PRO – MTU4 - MC 04		
<b>DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO</b>			
TOF:	Trace Oil Field		
PRO:	Producción		
MTU4:	Unidad Móvil de Prueba 4		
BC 04:	Motor Caterpillar		
<b>DATOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN</b>			
Fabricante:	CAT	País Procd:	U.S.A.
Modelo:	3406	Serie:	3ER15324
Marca:	Caterpillar	Dirección:	
Fecha de adquisición:			
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EQUIPO</b>			
<b>DIMENSIONES DEL EQUIPO</b>		<b>OTROS</b>	
Largo Total:	193cm	Peso:	1356 Kg
Ancho Total:	90.6 cm	Vibración:	Moderada
Alto Total:	133.5 cm	Criticidad:	Crítico
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
POTENCIA:	345 HP. 257.0 Kw.....a 1800 RPM.		
CAPACIDAD DEL CARTER:	9 GLS.		
ACEITE:	15W40		
TIPO:	diesel - 4 tiempos		
RPM:	1800		
Realizado:	Fecha:	Revisado:	Fecha:



Fuente: Autor

Tabla 16. Ficha técnica de datos y características de la caja de velocidades 01

		<b>TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.</b>	
<b>EQUIPO:</b>	CAJA DE VELOCIDADES		
<b>CÓDIGO TÉCNICO:</b>	TOF – PRO – MTU1 - CV 01		
<b>DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO</b>			
TOF:	Trace Oil Field		
PRO:	Producción		
MTU1:	Unidad Móvil de Prueba 1		
CV 01:	Caja de Velocidades		
<b>DATOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN</b>			
Fabricante:		País Procd:	
Modelo:	Readranger	Serie:	
Marca:	EATON	Dirección:	
Fecha de adquisición:			
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EQUIPO</b>			
<b>DIMENSIONES DEL EQUIPO</b>		<b>OTROS</b>	
Largo Total:	85 cm	Peso:	317 Kg
Ancho Total:	54 cm	Vibración:	Moderada
Alto Total:	51 cm	Criticidad:	Crítico
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
Capacidad de aceite:	3.5 L.		
ACEITE:	SAE 90		
MARCHAS:	5 marchas		
Realizado:	Fecha:	Revisado:	Fecha:



Fuente: Autor

Tabla 17. Ficha técnica de datos y características de la caja de velocidades 02

		<b>TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.</b>	
<b>EQUIPO:</b>	CAJA DE VELOCIDADES		
<b>CÓDIGO TÉCNICO:</b>	TOF – PRO – MTU2 - CV 02		
<b>DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO</b>			
TOF:	Trace Oil Field		
PRO:	Producción		
MTU2:	Unidad Móvil de Prueba 2		
CV 02:	Caja de Velocidades		
<b>DATOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN</b>			
Fabricante:		País Procd:	
Modelo:	Readranger	Serie:	
Marca:	EATON	Dirección:	
Fecha de adquisición:			
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EQUIPO</b>			
<b>DIMENSIONES DEL EQUIPO</b>		<b>OTROS</b>	
Largo Total:	85 cm	Peso:	317 Kg
Ancho Total:	54 cm	Vibración:	Moderada
Alto Total:	51 cm	Criticidad:	Crítico
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
Capacidad de aceite:	3.5 L.		
ACEITE:	SAE 90		
MARCHAS:	5 marchas		
Realizado:	Fecha:	Revisado:	Fecha:



Fuente: Autor

Tabla 18. Ficha técnica de datos y características de la caja de velocidades 03

		TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.	
<b>EQUIPO:</b>	CAJA DE VELOCIDADES		
<b>CÓDIGO TÉCNICO:</b>	TOF – PRO – MTU3 - CV 03		
<b>DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO</b>			
TOF:	Trace Oil Field		
PRO:	Producción		
MTU3:	Unidad Móvil de Prueba 3		
CV 03:	Caja de Velocidades		
<b>DATOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN</b>			
Fabricante:	EATON	País Procd:	
Modelo:	Readranger	Serie:	
Marca:	EATON	Dirección:	
Fecha de adquisición:			
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EQUIPO</b>			
<b>DIMENSIONES DEL EQUIPO</b>		<b>OTROS</b>	
Largo Total:	85 cm	Peso:	317 Kg
Ancho Total:	54 cm	Vibración:	Moderada
Alto Total:	51 cm	Criticidad:	Crítico
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
Capacidad de aceite:	3.5 L.		
ACEITE:	SAE 90		
MARCHAS:	5 marchas		
Realizado:	Fecha:	Revisado:	Fecha:



Fuente: Autor

Tabla 19. Ficha técnica de datos y características de la caja de velocidades 04

		<b>TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.</b>	
<b>EQUIPO:</b>	CAJA DE VELOCIDADES		
<b>CÓDIGO TÉCNICO:</b>	TOF – PRO – MTU4 - CV 04		
<b>DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO</b>			
TOF:	Trace Oil Field		
PRO:	Producción		
MTU4:	Unidad Móvil de Prueba 4		
CV 04:	Caja de Velocidades		
<b>DATOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN</b>			
Fabricante:		País Procd:	
Modelo:	Readranger	Serie:	
Marca:	EATON	Dirección:	
Fecha de adquisición:			
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EQUIPO</b>			
<b>DIMENSIONES DEL EQUIPO</b>		<b>OTROS</b>	
Largo Total:	85 cm	Peso:	317 Kg
Ancho Total:	54 cm	Vibración:	Moderada
Alto Total:	51 cm	Criticidad:	Crítico
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
Capacidad de aceite:	3.5 L.		
ACEITE:	SAE 90		
MARCHAS:	5 marchas		
Realizado:	Fecha:	Revisado:	Fecha:



Fuente: Autor

Tabla 20. Ficha técnica de datos y características el reductor de velocidades 01

		<b>TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.</b>	
<b>EQUIPO:</b>	REDUCTOR DE VELOCIDADES		
<b>CÓDIGO TÉCNICO:</b>	TOF - PRO – MTU1- RV 01		
<b>DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO</b>			
TOF:	Trace Oil Field		
PRO:	Producción		
MTU1:	Unidad Móvil de Prueba 1		
RV 01:	Reductor de Velocidades		
<b>DATOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN</b>			
Fabricante:	NATIONAL OIWELL	País Procd:	HOUSTON, Texas USA
Modelo:		Serie:	50668
Marca:	National	Dirección:	
Fecha de adquisición:			
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EQUIPO</b>			
<b>DIMENSIONES DEL EQUIPO</b>		<b>OTROS</b>	
Largo Total:	110.5 cm	Peso:	521 Kg
Ancho Total:	38.5 cm	Vibración:	Moderada
Alto Total:	94.5 cm	Criticidad:	Crítico
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
Capacidad de aceite:	3 1/2 Gls.		
Relación de transmisión:	4.84:1		
RATING:	300 HP a 1750 RPM de entrada		
Aceite:	MEROPA 320		
Realizado:	Fecha:	Revisado:	Fecha:



Fuente: Autor

Tabla 21. Ficha técnica de datos y características el reductor de velocidades 02

		<b>TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.</b>	
<b>EQUIPO:</b>	REDUCTOR DE VELOCIDADES		
<b>CÓDIGO TÉCNICO:</b>	TOF - PRO – MTU2- RV 02		
<b>DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO</b>			
TOF:	Trace Oil Field		
PRO:	Producción		
MTU2:	Unidad Móvil de Prueba 2		
RV 02:	Reductor de Velocidades		
<b>DATOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN</b>			
Fabricante:	NATIONAL OIWELL	País Procd:	HOUSTON, Texas USA
Modelo:		Serie:	50792
Marca:	National	Dirección:	
Fecha de adquisición:			
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EQUIPO</b>			
<b>DIMENSIONES DEL EQUIPO</b>		<b>OTROS</b>	
Largo Total:	110.5 cm	Peso:	521 Kg
Ancho Total:	38.5 cm	Vibración:	Moderada
Alto Total:	94.5 cm	Críticidad:	Crítico
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
Capacidad de aceite:	3 1/2 Gls.		
Relación de transmisión:	4.84:1		
RATING:	300 HP a 1750 RPM de entrada		
Aceite:	MEROPA 320		
Realizado:	Fecha:	Revisado:	Fecha:



Fuente: Autor

Tabla 22. Ficha técnica de datos y características el reductor de velocidades 03

		<b>TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.</b>	
<b>EQUIPO:</b>	REDUCTOR DE VELOCIDADES		
<b>CÓDIGO TÉCNICO:</b>	TOF - PRO – MTU3- RV 03		
<b>DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO</b>			
TOF:	Trace Oil Field		
PRO:	Producción		
MTU3:	Unidad Móvil de Prueba 3		
RV 03:	Reductor de Velocidades		
<b>DATOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN</b>			
Fabricante:	PETROFLOW	País Procd:	HOUSTON, Texas USA
Modelo:		Serie:	15715
Marca:	petroflow	Dirección:	
Fecha de adquisición:			
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EQUIPO</b>			
<b>DIMENSIONES DEL EQUIPO</b>		<b>OTROS</b>	
Largo Total:	110.5 cm	Peso:	542 Kg
Ancho Total:	38.5 cm	Vibración:	Moderada
Alto Total:	94.5 cm	Criticidad:	Crítico
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
Capacidad de aceite:	3 1/2 Gls.		
Relación de transmisión:	4.84:1		
RATING:	300 HP a 400 RPM de entrada		
Aceite:	MEROPA 320		
Realizado:	Fecha:	Revisado:	Fecha:

Fuente: Autor

Tabla 23. Ficha técnica de datos y características el reductor de velocidades 04

		<b>TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.</b>	
<b>EQUIPO:</b>	REDUCTOR DE VELOCIDADES		
<b>CÓDIGO TÉCNICO:</b>	TOF - PRO – MTU4- RV 04		
<b>DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO</b>			
TOF:	Trace Oil Field		
PRO:	Producción		
MTU4:	Unidad Móvil de Prueba 4		
RV 04:	Reductor de Velocidades		
<b>DATOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN</b>			
Fabricante:	PETROFLOW	País Procd:	HOUSTON, Texas USA
Modelo:		Serie:	17514
Marca:	Petroflow	Dirección:	
Fecha de adquisición:			
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EQUIPO</b>			
<b>DIMENSIONES DEL EQUIPO</b>		<b>OTROS</b>	
Largo Total:	110.5 cm	Peso:	542 Kg
Ancho Total:	38.5 cm	Vibración:	Moderada
Alto Total:	94.5 cm	Criticidad:	Crítico
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
Capacidad de aceite:	3 1/2 Gls.		
Relación de transmisión:	4.84:1		
RATING:	300 HP a 1750 RPM de entrada		
Aceite:	MEROPA 320		
Realizado:	Fecha:	Revisado:	Fecha:



Fuente: Autor

Tabla 24. Ficha técnica de datos y características de la bomba quintuplex 01

		<b>TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.</b>	
<b>EQUIPO:</b>	BOMBA QUINTUPLEX		
<b>CÓDIGO TÉCNICO:</b>	TOF – PRO – MTU1 - BQ 01		
<b>DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO</b>			
TOF:	Trace Oil Field		
PRO:	Producción		
MTU1:	Unidad Móvil de Prueba 1		
BQ 01:	Bomba Quintuplex		
<b>DATOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN</b>			
Fabricante:	NATIONAL OIWELL	País Procd:	HOUSTON, Texas U.S.A.
Modelo:	300Q - 5H	Serie:	13850
Marca:	National	Dirección:	
Fecha de adquisición:			
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EQUIPO</b>			
<b>DIMENSIONES DEL EQUIPO</b>		<b>OTROS</b>	
Largo Total:	137 cm	Peso:	
Ancho Total:	167 cm	Vibración:	Moderada
Alto Total:	79 cm	Criticidad:	Crítico
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
RATE MAXIMUN PUT :	300 HP / AT: 400 RPM		
RATE MAXIMUN OUTPUT :	270 HP / AT: 400 RPM		
DIAMETRO DEL PLUNGER:	1 7/8"		
STROKE CARRERA:	5"		
GPM RATED:	120 RPM		
MAXIMUN RATED:	3800 PSI		
CAPACIDAD DE ACEITE:	12 GLS		
ACEITE:	MEROPA 320		
Realizado:	Fecha:	Revisado:	Fecha:



Fuente: Autor

Tabla 25. Ficha técnica de datos y características de la bomba quintuplex 2

		<b>TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.</b>	
<b>EQUIPO:</b>	BOMBA QUINTUPLEX		
<b>CÓDIGO TÉCNICO:</b>	TOF – PRO – MTU2 - BQ 02		
<b>DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO</b>			
TOF:	Trace Oil Field		
PRO:	Producción		
MTU2:	Unidad Móvil de Prueba 2		
BQ 02:	Bomba Quintuplex		
<b>DATOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN</b>			
Fabricante:	NATIONAL OIWELL	País Procd:	HOUSTON, Texas U.S.A.
Modelo:	300Q - 5H	Serie:	13508
Marca:	National	Dirección:	
Fecha de adquisición:			
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EQUIPO</b>			
<b>DIMENSIONES DEL EQUIPO</b>		<b>OTROS</b>	
Largo Total:	137 cm	Peso:	
Ancho Total:	167 cm	Vibración:	Moderada
Alto Total:	79 cm	Criticidad:	Crítico
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
RATE MAXIMUN PUT :	300 HP / AT: 400 RPM		
RATE MAXIMUN OUTPUT :	270 HP / AT: 400 RPM		
DIAMETRO DEL PLUNGER:	1 7/8"		
STROKE CARRERA:	5"		
GPM RATED:	120 RPM		
MAXIMUN RATED:	3800 PSI		
CAPACIDAD DE ACEITE:	12 GLS		
ACEITE:	MEROPA 320		
Realizado:	Fecha:	Revisado:	Fecha:



Fuente: Autor

Tabla 26. Ficha técnica de datos y características de la bomba quintuplex 03

		<b>TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.</b>	
<b>EQUIPO:</b>	BOMBA QUINTUPLEX		
<b>CÓDIGO TÉCNICO:</b>	TOF – PRO – MTU3 - BQ 03		
<b>DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO</b>			
TOF:	Trace Oil Field		
PRO:	Producción		
MTU3:	Unidad Móvil de Prueba 3		
BQ 03:	Bomba Quintuplex		
<b>DATOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN</b>			
Fabricante:	PETROFLOW	País Procd:	HOUSTON, Texas USA
Modelo:	300Q - 5H	Serie:	17245
Marca:	Petroflow	Dirección:	
Fecha de adquisición:			
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EQUIPO</b>			
<b>DIMENSIONES DEL EQUIPO</b>		<b>OTROS</b>	
Largo Total:	137 cm	Peso:	
Ancho Total:	167 cm	Vibración:	Moderada
Alto Total:	79 cm	Criticidad:	Crítico
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
RATE MAXIMUN PUT :	300 HP / AT: 400 RPM		
RATE MAXIMUN OUTPUT :	270 HP / AT: 400 RPM		
DIAMETRO DEL PLUNGER:	1 7/8"		
STROKE CARRERA:	5"		
GPM RATED:	120 RPM		
MAXIMUN RATED:	3800 PSI		
CAPACIDAD DE ACEITE:	12 GLS		
ACEITE:	MEROPA 320		
Realizado:	Fecha:	Revisado:	Fecha:



Fuente: Autor

Tabla 27. Ficha técnica de datos y características de la bomba quintuplex 04

		<b>TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.</b>	
<b>EQUIPO:</b>	BOMBA QUINTUPLEX		
<b>CÓDIGO TÉCNICO:</b>	TOF – PRO – MTU4 - BQ 04		
<b>DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO</b>			
TOF:	Trace Oil Field		
PRO:	Producción		
MTU4:	Unidad Móvil de Prueba 4		
BQ 04:	Bomba Quintuplex		
<b>DATOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN</b>			
Fabricante:	PETROFLOW	País Procd:	HOUSTON, Texas USA
Modelo:	300Q - 5H	Serie:	12754
Marca:	Petroflow	Dirección:	
Fecha de adquisición:			
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EQUIPO</b>			
<b>DIMENSIONES DEL EQUIPO</b>		<b>OTROS</b>	
Largo Total:	137 cm	Peso:	
Ancho Total:	167 cm	Vibración:	Moderada
Alto Total:	79 cm	Criticidad:	Crítico
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
RATE MAXIMUN PUT :	300 HP / AT: 400 RPM		
RATE MAXIMUN OUTPUT :	270 HP / AT: 400 RPM		
DIAMETRO DEL PLUNGER:	1 7/8"		
STROKE CARRERA:	5"		
GPM RATED:	120 RPM		
MAXIMUN RATED:	3800 PSI		
CAPACIDAD DE ACEITE:	12 GLS		
ACEITE:	MEROPA 320		
Realizado:	Fecha:	Revisado:	Fecha:



Fuente: Autor

Tabla 28. Ficha técnica de datos y características de la bomba lubricación forzada 01

		<b>TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.</b>	
<b>EQUIPO:</b>	BOMBA LUBRICACIÓN FORZADA		
<b>CÓDIGO TÉCNICO:</b>	TOF – PRO – MTU1 - BLF 01		
<b>DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO</b>			
TOF:	Trace Oil Field		
PRO:	Producción		
MTU1:	Unidad Móvil de Prueba 1		
BLF 01:	Bomba Lubricación Forzada		
<b>DATOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN</b>			
Fabricante:	PREMIER LUBRICATION SYSTEMS	País Procd:	Houston, Texas 77040
Modelo:	701705	Serie:	52829
Marca:	Premier	Dirección:	
Fecha de adquisición:			
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EQUIPO</b>			
<b>DIMENSIONES DEL EQUIPO</b>		<b>OTROS</b>	
Largo Total:	42 cm	Peso:	13 kg
Ancho Total:	15 cm	Vibración:	Ninguna
Alto Total:	25,5 cm	Criticidad:	Crítico
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
1/4" Pumps to 8,000 PSI (.018 in3 per stroke max)			
Realizado:	Fecha:	Revisado:	Fecha:

Fuente: Autor

Tabla 29. Ficha técnica de datos y características de la bomba lubricación forzada 02

		<b>TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.</b>	
<b>EQUIPO:</b>	BOMBA LUBRICACIÓN FORZADA		
<b>CÓDIGO TÉCNICO:</b>	TOF – PRO – MTU2 - BLF 02		
<b>DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO</b>			
TOF:	Trace Oil Field		
PRO:	Producción		
MTU2:	Unidad Móvil de Prueba 2		
BLF 02:	Bomba Lubricación Forzada		
<b>DATOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN</b>			
Fabricante:	PREMIER LUBRICATION SYSTEMS	País Procd:	Houston, Texas 77040
Modelo:	701902	Serie:	61240
Marca:	Premier	Dirección:	
Fecha de adquisición:			
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EQUIPO</b>			
<b>DIMENSIONES DEL EQUIPO</b>		<b>OTROS</b>	
Largo Total:	42 cm	Peso:	13 kg
Ancho Total:	15 cm	Vibración:	Ninguna
Alto Total:	25,5 cm	Criticidad:	Crítico
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
1/4" Pumps to 8,000 PSI (.018 in3 per stroke max)			
Realizado:	Fecha:	Revisado:	Fecha:

Fuente: Autor

Tabla 30. Ficha técnica de datos y características de la bomba lubricación forzada 03

		<b>TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.</b>	
<b>EQUIPO:</b>	BOMBA LUBRICACIÓN FORZADA		
<b>CÓDIGO TÉCNICO:</b>	TOF – PRO – MTU3 - BLF 03		
<b>DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO</b>			
TOF:	Trace Oil Field		
PRO:	Producción		
MTU3:	Unidad Móvil de Prueba 3		
BLF 03:	Bomba Lubricación Forzada		
<b>DATOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN</b>			
Fabricante:	PREMIER LUBRICATION SYSTEMS	País Procd:	Houston, Texas 77040
Modelo:	702005	Serie:	74140
Marca:	Premier	Dirección:	
Fecha de adquisición:			
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EQUIPO</b>			
<b>DIMENSIONES DEL EQUIPO</b>		<b>OTROS</b>	
Largo Total:	42 cm	Peso:	13 kg
Ancho Total:	15 cm	Vibración:	Ninguna
Alto Total:	25,5 cm	Criticidad:	Crítico
Alto Total:			
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
1/4" Pumps to 8,000 PSI (.018 in3 per stroke max)			
Realizado:	Fecha:	Revisado:	Fecha:



Fuente: Autor

Tabla 31. Ficha técnica de datos y características de la bomba lubricación forzada 04

		<b>TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.</b>	
<b>EQUIPO:</b>	BOMBA LUBRICACIÓN FORZADA		
<b>CÓDIGO TÉCNICO:</b>	TOF – PRO – MTU4 - BLF 04		
<b>DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO</b>			
TOF:	Trace Oil Field		
PRO:	Producción		
MTU4:	Unidad Móvil de Prueba 4		
BLF 04:	Bomba Lubricación Forzada		
<b>DATOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN</b>			
Fabricante:	PREMIER LUBRICATION SYSTEMS	País Procd:	Houston, Texas 77040
Modelo:	702005	Serie:	74138
Marca:	Premier	Dirección:	
Fecha de adquisición:			
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EQUIPO</b>			
<b>DIMENSIONES DEL EQUIPO</b>		<b>OTROS</b>	
Largo Total:	42 cm	Peso:	13 kg
Ancho Total:	15 cm	Vibración:	Ninguna
Alto Total:	25,5 cm	Criticidad:	Crítico
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
1/4" Pumps to 8,000 PSI (.018 in3 per stroke max)			
Realizado:	Fecha:	Revisado:	Fecha:



Fuente: Autor

Tabla 32. Ficha técnica de datos y características del módulo acumulador de presión 01

		TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.	
<b>EQUIPO:</b>	MÓDULO SEPARADOR		
<b>CÓDIGO TÉCNICO:</b>	TOF - PRO - MTU1 - AF 01		
<b>DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO</b>			
TOF:	Trace Oil Field		
PRO:	Producción		
MTU1:	Unidad Móvil de Prueba 1		
AF 01:	Módulo Acumulador de Fluido		
<b>DATOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN</b>			
Fabricante:	ACINDEC S.A.	País Procd:	
Modelo:	RT -1	Serie:	02016136
Marca:	Acindec	Dirección:	
Fecha de adquisición:			
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EQUIPO</b>			
<b>DIMENSIONES DEL EQUIPO</b>		<b>OTROS</b>	
Largo Total:	4,49 m	Peso:	3349 KG
Ancho Total:	1,29 m	Vibración:	Ninguna
Alto Total:	1,85 m	Criticidad:	Crítico
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
TEMPERATURA DE SIDEÑO:	150°F		
PRESIÓN DE SIDEÑO:	250 PSI		
PRESIÓN DE PRUEBA:	375 PSI		
CORROSION:	0,063 PLG		
CAPACIDAD:	8000 BFD		
ESPEJOR:	0.5 PLG		
TIPO DE TANQUE:	Acumulador de presión		
Realizado:	Fecha:	Revisado:	Fecha:

Fuente: Autor

Tabla 33. Ficha técnica de datos y características del módulo acumulador de presión 02

		TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.	
<b>EQUIPO:</b>	MÓDULO SEPARADOR		
<b>CÓDIGO TÉCNICO:</b>	TOF - PRO – MTU2 - AF 02		
<b>DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO</b>			
TOF:	Trace Oil Field		
PRO:	Producción		
MTU2:	Unidad Móvil de Prueba 2		
AF 02:	Módulo Acumulador de Fluido		
<b>DATOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN</b>			
Fabricante:	ACINDEC S.A.	País Procd:	
Modelo:	RT -1	Serie:	02346976
Marca:	Acindec	Dirección:	
Fecha de adquisición:			
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EQUIPO</b>			
<b>DIMENSIONES DEL EQUIPO</b>		<b>OTROS</b>	
Largo Total:	4,49 m	Peso:	3349 KG
Ancho Total:	1,29 m	Vibración:	Ninguna
Alto Total:	1,85 m	Criticidad:	Crítico
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
TEMPERATURA DE SIDEÑO:	150°F		
PRESIÓN DE SIDEÑO:	250 PSI		
PRESIÓN DE PRUEBA:	375 PSI		
CORROSION:	0,063 PLG		
CAPACIDAD:	8000 BFD		
ESPESOR:	0.5 PLG		
TIPO DE TANQUE:	Acumulador de presión		
Realizado:	Fecha:	Revisado:	Fecha:



Fuente: Autor

Tabla 34. Ficha técnica de datos y características del módulo acumulador de presión 03

		<b>TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.</b>	
<b>EQUIPO:</b>	MÓDULO SEPARADOR		
<b>CÓDIGO TÉCNICO:</b>	TOF - PRO – MTU3 - AF 03		
<b>DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO</b>			
TOF:	Trace Oil Field		
PRO:	Producción		
MTU3:	Unidad Móvil de Prueba 3		
AF 03:	Módulo Acumulador de Fluido		
<b>DATOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN</b>			
Fabricante:	ACINDEC S.A.	País Procd:	
Modelo:	RT -1	Serie:	20176136
Marca:	Acindec	Dirección:	
Fecha de adquisición:			
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EQUIPO</b>			
<b>DIMENSIONES DEL EQUIPO</b>		<b>OTROS</b>	
Largo Total:	4,49 m	Peso:	3349 KG
Ancho Total:	1,29 m	Vibración:	Ninguna
Alto Total:	1,85 m	Criticidad:	Crítico
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
TEMPERATURA DE SIDEÑO:	150°F		
PRESIÓN DE SIDEÑO:	250 PSI		
PRESIÓN DE PRUEBA:	375 PSI		
CORROSION:	0,063 PLG		
CAPACIDAD:	8000 BFD		
ESPESOR:	0.5 PLG		
TIPO DE TANQUE:	Acumulador de presión		
Realizado:	Fecha:	Revisado:	Fecha:



Fuente: Autor

Tabla 35. Ficha técnica de datos y características del módulo acumulador de presión 04

		TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.	
<b>EQUIPO:</b>	MÓDULO SEPARADOR		
<b>CÓDIGO TÉCNICO:</b>	TOF - PRO – MTU4 - AF 04		
<b>DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO</b>			
TOF:	Trace Oil Field		
PRO:	Producción		
MTU4:	Unidad Móvil de Prueba 4		
AF 04:	Módulo Acumulador de Fluido		
<b>DATOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN</b>			
Fabricante:	ACINDEC S.A.	País Procd:	
Modelo:	RT -1	Serie:	20176136
Marca:	Acindec	Dirección:	
Fecha de adquisición:			
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EQUIPO</b>			
<b>DIMENSIONES DEL EQUIPO</b>		<b>OTROS</b>	
Largo Total:	4,49 m	Peso:	3349 KG
Ancho Total:	1,29 m	Vibración:	Ninguna
Alto Total:	1,85 m	Criticidad:	Crítico
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
TEMPERATURA DE SIDEÑO:	150°F		
PRESIÓN DE SIDEÑO:	250 PSI		
PRESIÓN DE PRUEBA:	375 PSI		
CORROSION:	0,063 PLG		
CAPACIDAD:	8000 BFD		
ESPESOR:	0.5 PLG		
TIPO DE TANQUE:	Acumulador de presión		
Realizado:	Fecha:	Revisado:	Fecha:



Fuente: Autor

### 4.3 Categorización de los equipos

Tabla 36. Categorización de la maquinaria

 <b>TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.</b>												
CATEGORIZACIÓN DEL EQUIPO												
MÁQUINA	ASPECTOS SELECTIVOS				ASPECTOS DIRECTIVOS							CONCLUSIÓN
	Intercambiabilidad	Importancia Productiva	Régimen de Operación	Nivel de Utilización	Precisión	Mantenibilidad	Conservabilidad	Automatización	Valor del equipo	Facilidad de Aprovisionamiento	Seguridad Operacional	
TOF - PRO - MTU1 - BC 01	C	C	C	C	B	C	C	C	C	C	C	C
TOF - PRO - MTU1 - MC 01	B	A	A	A	A	B	B	B	A	B	C	B
TOF - PRO - MTU1 - CV 01	B	A	B	B	A	B	C	C	B	B	C	B
TOF - PRO - MTU1 - RV 01	B	A	A	A	A	B	C	C	B	B	C	B
TOF - PRO - MTU1 - BQ 01	B	A	A	A	A	B	B	B	A	B	C	B
TOF - PRO - MTU1 - BLF 01	B	C	C	C	B	C	C	C	C	C	C	C
TOF - PRO - MTU1 - BIQ 01	B	C	C	C	B	C	C	C	C	C	C	C
TOF - PRO - MTU1 - AF 01	B	B	A	B	C	C	C	C	B	B	C	C
TOF - PRO - MTU2 - BC 02	C	C	C	C	B	C	C	C	C	C	C	C
TOF - PRO - MTU2 - MC 02	B	A	A	A	A	B	B	B	A	B	C	B
TOF - PRO - MTU2 - CV 02	B	A	B	B	A	B	C	C	B	B	C	B
TOF - PRO - MTU2 - RV 02	B	A	A	A	A	B	C	C	B	B	C	B
TOF - PRO - MTU2 - BQ 02	B	A	A	A	A	B	B	B	A	B	C	B
TOF - PRO - MTU2 - BLF 02	B	C	C	C	B	C	C	C	C	C	C	C
TOF - PRO - MTU2 - BIQ 02	B	C	C	C	B	C	C	C	C	C	C	C
TOF - PRO - MTU2 - AF 02	B	B	A	B	C	C	C	C	B	B	C	C

Fuente: Autor

#### 4.4 Fijación de tareas, procedimientos y frecuencias

Para una fijación, fácil y mejor entendimiento de las tareas, se las ha simplificado en *limpiar, lubricar, revisar, cambiar y otro* para el caso que exista otro tipo de acción preventiva que se tenga que realizar en alguna máquina.

Esta fijación de tareas, servirá de ayuda al personal que este encargado de realizar el mantenimiento, para no se confunda y realice un trabajo erróneo que solo lleve a invertir más recursos en las tareas de mantenimiento programado.

Los procedimientos son el conjunto de actividades que se realiza en las parte más críticas de los equipos, con el objeto de que sus mecanismos y partes funcionen correctamente y se mantengan en buen estado.

La fijación de las frecuencias es la magnitud con la que se repiten los trabajos de mantenimiento determinados en el banco de tareas, los cuales se determinan tomando en cuenta la experiencia del jefe de mantenimiento, frecuencias de los manuales provistos por los fabricantes de las máquinas y de tablas ya existentes (ver anexo B).

Cabe mencionar que el desarrollo de las tareas, procedimientos y frecuencias de cada equipo que forma parte de las distintas unidades MTU son similares.

##### 4.4.1 *Elaboración del banco de tareas y fijación de frecuencias para la bomba centrífuga*

Figura 23. Bomba centrífuga



Fuente: Autor

#### 4.4.1.1 *Revisión de la carcasa y anclaje*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 8 semanas (1250 h)

- Apagar la unidad MTU.
- Despresurizar el sistema.
- Cerrar válvulas de succión y descarga de la bomba centrífuga.
- Revisar el estado y sujeción de componentes de la carcasa.
- Revisar el ajuste de los pernos de anclaje
- Reajustar si fuese necesario.

#### 4.4.1.2 *Revisión del nivel de aceite*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 1 semana (168 h)

- Observar en la mirilla el nivel de aceite.
- Completar de ser necesario
- Parar unidad MTU por seguridad
- Retirar tapón de aceite de la bomba
- Completar aceite SAE 90
- Colocar tapón de aceite de la bomba
- Reanudar operación.

#### 4.4.1.3 *Cambio de banda*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 18 semanas (3000 h)

- Apagar la unidad MTU.
- Despresurizar el sistema.
- Cuando el manómetro de alta presión marque 0 PSI, cerrar válvulas de inyección, retorno y producción, para evitar pérdida de fluido en el módulo.
- Cerrar válvulas de succión y descarga de la bomba centrífuga.
- Retirar las protecciones
- Aflojar pernos de base de la polea
- Poner y tensar nueva banda
- Verificar alineación

- Ajustar pernos de base polea
- Colocar las protecciones
- Abrir válvulas de seguridad
- Comprobar su funcionamiento

#### 4.4.1.4 *Cambio de rodamientos*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 77 semanas (13000 h)

- Apagar unidad MTU.
- Despresurizar el sistema.
- Observar y esperar que la presión baje a 0 PSI en el manómetro de alta Presión.
- Cerrar válvulas de inyección, retorno y producción, para evitar pérdida de fluido en el módulo acumulador de presión.
- Cerrar válvulas de succión y descarga de la bomba centrífuga.
- Desmontar la bomba aflojando los pernos de sujeción y moverla hacia una mesa de trabajo
- Destapar carcasa
- Retirar rodamientos antiguos
- Colocar rodamientos nuevos
- Engrasar rodamientos.
- Poner carcasa retirada.
- Montar la bomba en la base de la plataforma
- Colocar pernos de sujeción y ajustarlos
- Abrir válvulas de seguridad
- Realizar prueba de funcionamiento (ruido, vibración)

#### 4.4.1.5 *Cambio de empaques y sello mecánico de la bomba centrífuga.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 30 semanas (5000h)

- Apagar unidad MTU.
- Despresurizar el sistema.
- Observar y esperar que la presión baje a 0 PSI en el manómetro de alta Presión.

- Cerrar válvulas de inyección, retorno y producción, para evitar pérdida de fluido en el módulo acumulador de presión.
- Cerrar válvulas de succión y descarga de la bomba centrífuga.
- Desmontar la bomba aflojando los pernos de sujeción y moverla hacia una mesa de trabajo
- Destapar carcasa
- Retirar sellos y empaques antiguos.
- Colocar sellos y empaques nuevos.
- Poner carcasa retirada.
- Montar la bomba en la base de la plataforma
- Colocar pernos de sujeción y ajustarlos
- Realizar prueba de funcionamiento (ruido, vibración)

#### 4.4.1.6 *Revisión de tuberías de succión y descarga*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 12 semanas (2000 h)

- Revisar posibles fugas.
- Revisar apriete de las mismas.
- Revisar sellado de tuberías.

#### 4.4.1.7 *Cambio ring gasket de las bridas de las tuberías de succión y descarga*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 48 semanas (8000h)

- Apagar unidad MTU.
- Despresurizar el sistema.
- Cerrar válvulas de seguridad
- Drenar fluido de las líneas para evitar contaminación.
- Desconectar las bridas.
- Retirar ring gasket deteriorados.
- Limpiar bases de empaques.
- Colocar nuevos empaques.
- Volver a conectar las bridas

- Abrir valvular de seguridad.
- Encender la unidad MTU.
- Observar que no exista fugas del fluido.

#### 4.4.2 *Elaboración del banco de tareas y fijación de frecuencias para el motor caterpillar 3406*

Figura 24. Motor caterpillar 3406



Fuente: T.O.F (Trace Oil Field)

##### 4.4.2.1 *Revisión de la carcasa y anclaje*

###### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 8 semanas (1250 h).

- Revisar estado y sujeción de componentes de la carcasa.
- Revisar el ajuste de los pernos de anclaje.
- Reajustar en caso de ser necesario

##### 4.4.2.2 *Revisión del nivel de aceite*

###### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 2 Días (48 h)

- Retirar bayoneta del medidor del nivel de aceite del motor

- Revisar el nivel de aceite del motor, el nivel debe estar en la letra F (Full) en operación del indicador de la bayoneta
- Colocar bayoneta del medidor del nivel de aceite del motor
- Completar el aceite si fuese necesario

#### 4.4.2.3 *Cambio de aceite del motor*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 2 semanas (250 h)

- Apagar unidad MTU.
- Despresurizar el sistema.
- Observar y esperar que la presión baje a 0 PSI en el manómetro de alta Presión.
- Cerrar válvulas de inyección, retorno y producción, para evitar pérdida de fluido en el módulo acumulador de presión.
- Retirar tapa de aceite del motor y colocar un embudo.
- Poner una extensión (manguera) en la válvula de purga del motor
- Purgar el aceite completamente.
- Retirar extensión (manguera) de la válvula de purga
- Colocar la cantidad de 9gls de aceite 15w40 en el motor
- Revisar el nivel de aceite del motor, el nivel debe estar en la letra F (Full) en engine stopped del indicador de la bayoneta
- Poner la tapa de aceite del motor
- Encender unidad MTU

#### 4.4.2.4 *Cambio filtros del motor (combustible, aceite y filtro racor)*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 2 semanas (250 h)

- Apagar unidad MTU.
- Despresurizar el sistema.
- Observar y esperar que la presión baje a 0 PSI en el manómetro de alta Presión.
- Cerrar válvulas de inyección, retorno y producción, para evitar pérdida de fluido en el módulo acumulador de presión.
- Aflojar con una faja de filtros y Retirar los filtros usados (aceite, combustible y filtro RACOR)

- Colocar nuevo filtro de aceite
- Llenar de diesel el nuevo filtro de combustible y colocarlo
- Llenar de diesel el recipiente del filtro RACOR, y proceder a colocar nuevo filtro RACOR
- Reanudar operación con MTU

#### 4.4.2.5 *Cambio de filtro de aire*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 3 semanas (500 h)

- Apagar unidad MTU.
- Despresurizar el sistema.
- Observar y esperar que la presión baje a 0 PSI en el manómetro de alta Presión.
- Cerrar válvulas de inyección, retorno y producción, para evitar pérdida de fluido en el módulo acumulador de presión.
- Retirarla tapa de filtro de aire
- Colocar nuevo filtro de aire
- Poner la tapa del filtro de aire
- Reanudar operación con MTU

#### 4.4.2.6 *Limpieza del tanque de combustible*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** Anual 8000 H

- Apagar unidad MTU.
- Despresurizar el sistema.
- Observar y esperar que la presión baje a 0 PSI en el manómetro de alta Presión.
- Cerrar válvulas de inyección, retorno y producción, para evitar pérdida de fluido en el módulo acumulador de presión.
- Abrir tapa hand hall.
- Purgar totalmente el tanque.
- Limpiar el tanque.
- Montar partes correspondientes

#### 4.4.2.7 *Revisión de las baterías y limpieza de bornes*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 21 semanas (3500 h)

- Apagar unidad MTU.
- Despresurizar el sistema.
- Observar y esperar que la presión baje a 0 PSI en el manómetro de alta Presión.
- Cerrar válvulas de inyección, retorno y producción, para evitar pérdida de fluido en el módulo acumulador de presión.
- Desconectar bornes de la batería.
- Limpiar bornes.
- Conectar los bornes debidamente ajustados.
- Revisar niveles de agua destilada de la batería.
- Completar agua destilada si fuera necesario.

#### 4.4.2.8 *Revisión de nivel del refrigerante de radiador*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 6 semanas (1000 H)

- Desfogar presión del radiador.
- Abrir la tapa del radiador.
- Revisar nivel de refrigerante.
- Completar refrigerante si fuese necesario.

#### 4.4.2.9 *Cambio del refrigerante de radiador*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 90 semanas (15000 H)

- Apagar unidad MTU.
- Despresurizar el sistema.
- Observar y esperar que la presión baje a 0 PSI en el manómetro de alta Presión.
- Cerrar válvulas de inyección, retorno y producción, para evitar pérdida de fluido en el módulo acumulador de presión.
- Desfogar presión del radiador.
- Abrir la tapa del radiador.
- Colocar refrigerante (5gls para 15 Gls. de agua)
- Poner la tapa del radiador

#### 4.4.2.10 *Revisión del tablero de control murphy*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 5 semanas (750 h)

- Apagar unidad MTU.
- Despresurizar el sistema.
- Observar y esperar que la presión baje a 0 PSI en el manómetro de alta Presión.
- Cerrar válvulas de inyección, retorno y producción, para evitar pérdida de fluido en el módulo acumulador de presión.
- Abrir el tablero de control MURPHY
- Revisar temperatura de los elementos y cables
- Apagar y desenergizar el equipo.
- Revisar borneras.
- Revisar y reajustar los terminales.
- Encender el equipo
- Revisar sensores de alta y baja presión
- Revisar pulsador del shupdown
- Comprobar tensiones y corrientes que estén dentro de los parámetros de funcionamiento.
- 

#### 4.4.2.11 *Cambio de bandas del ventilador*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 72 semanas (12000 h)

- Apagar unidad MTU.
- Despresurizar el sistema.
- Observar y esperar que la presión baje a 0 PSI en el manómetro de alta Presión.
- Cerrar válvulas de inyección, retorno y producción, para evitar pérdida de fluido en el módulo acumulador de presión.
- Retirar las protecciones de las bandas
- Revisar tensión de bandas y desgaste.
- En caso de realizar el cambio de bandas.
- Aflojar pernos de la base tensadora de la polea del motor
- Poner y tensar nuevas bandas
- Verificar alineación

- Ajustar pernos de base tensadora de la polea del motor
- Poner las protecciones

#### 4.4.2.12 *Cambio de rodamientos del ventilador*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 72 semanas (12000 h)

- Apagar unidad MTU.
- Despresurizar el sistema.
- Observar y esperar que la presión baje a 0 PSI en el manómetro de alta Presión.
- Cerrar válvulas de inyección, retorno y producción, para evitar pérdida de fluido en el módulo acumulador de presión.
- Retirar las protecciones de las bandas y del ventilador
- Sacar el ventilador a una mesa de trabajo y proceder a extraer rodamiento de ventilador
- Cambiar nuevos rodamientos en el ventilador
- Instalar el ventilador en el motor
- Colocar protecciones del ventilador
- Poner las bandas en el ventilador
- Tensar y alinear las bandas del ventilador
- Colocar la protección de las bandas
- Engrasar los rodamientos del ventilador
- Poner en marcha la unida MTU

#### 4.4.2.13 *Overhaul del motor caterpillar 3406*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 20000 horas de trabajo.

- Apagar unidad MTU.
- Despresurizar el sistema.
- Observar y esperar que la presión baje a 0 PSI en el manómetro de alta Presión.
- Cerrar válvulas de inyección, retorno y producción, para evitar pérdida de fluido en el módulo acumulador de presión.
- Cambio y calibración de válvulas.

- Cambio de rines.
- Cambio de cojinetes de bielas y bancada.
- Cambio de empaques del motor.
- Cambio de bandas y poleas.
- Revisión y limpieza de la bomba de aceite, motor de arranque, alternador y demás accesorios.

#### 4.4.3 *Elaboración del banco de tareas y fijación de frecuencias para la caja de velocidades*

Figura 25. Caja de velocidades



Fuente: Autor

##### 4.4.3.1 *Revisión de la carcasa y anclaje*

###### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 8 semanas (1300h).

- Apagar unidad MTU.
- Despresurizar el sistema.
- Observar y esperar que la presión baje a 0 PSI en el manómetro de alta Presión.
- Cerrar válvulas de inyección, retorno y producción, para evitar pérdida de fluido en el módulo acumulador de presión.
- Revisar estado y sujeción de componentes de la carcasa.
- Revisar el ajuste de los pernos de acople al motor.
- Reajustar de ser necesario
- Encender unidad MTU

- Comprobar su funcionamiento.

#### 4.4.3.2 *Revisión del nivel de aceite*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 2semanas (250 h)

- Parar la marcha del motor.
- Retirar tapón
- Revisar el nivel de aceite.
- Completar nivel de aceite dependiendo las horas de trabajo.

#### 4.4.3.3 *Cambio de aceite de la caja de velocidades*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 15 semanas (2500 h)

- Apagar unidad MTU.
- Despresurizar el sistema.
- Observar y esperar que la presión baje a 0 PSI en el manómetro de alta Presión.
- Cerrar válvulas de inyección, retorno y producción, para evitar pérdida de fluido en el módulo acumulador de presión.
- Retirar el tapón del llenado del aceite
- Retirar el tapón de drenaje y drenar el aceite
- Colocar el tapón del drenaje de aceite
- Llenar con el nuevo aceite SAE 80W90, 5 Gls y montar el tapón del llenado
- Limpiar manchas de aceite.

#### 4.4.3.4 *Lubricación del embrague*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 2 semanas (250 h)

- Parar la marcha del motor.
- Colocar grasero en toma de lubricación.
- Engrasar el embrague
- Retirar grasero.
- Limpiar el exceso de grasa.
- Poner en funcionamiento la unidad.

#### 4.4.4 *Elaboración del banco de tareas y fijación de frecuencias para el reductor de velocidades*

Figura 26. Reductor de velocidades



Fuente: Autor

##### 4.4.4.1 *Revisión de la carcasa y anclaje*

###### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 8 semanas (1300 h).

- Parar la unidad MTU
- Revisar estado y sujeción de la carcasa
- Comprobar si existe vibración
- Continuar con el proceso

##### 4.4.4.2 *Cambio de rodamientos*

###### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 77 semanas (13000 h)

- Apagar unidad MTU
- Despresurizar el sistema
- Observar y esperar que la presión baje a 0 PSI en el manómetro de alta Presión
- Cerrar válvulas de inyección, retorno y producción, para evitar pérdida de fluido en el módulo acumulador de presión
- Desmontar sistema de transmisión (matrimonio)
- Aflojar los pernos de la tapa del reductor
- Quitar la tapa del reductor sin dañar los empaques
- Retirar los rodamientos antiguos

- Colocar los rodamientos nuevos
- Engrasar rodamientos
- Centrar los empaques y colocar la tapa en el reductor
- Ajustar los pernos de la tapa, (ajustar siempre alternadamente)
- Montar sistema de transmisión (matrimonio)
- Realizar prueba de funcionamiento

#### 4.4.4.3 *Revisión del nivel de aceite*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 1 semana (150 h)

- Observar el nivel mediante el visor o mirilla.
- Confirmar que el nivel de aceite, este alrededor de la mitad del visor.
- De no ser así, completar el aceite MEROPA 320

#### 4.4.4.4 *Cambio de aceite del reductor de velocidades*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 18 semanas (3000 h)

- Retirar el tapón del llenado del aceite
- Retirar el tapón de drenaje y drenar el aceite
- Llenar con el nuevo aceite MEROPA 320, 3.5 Gls y montar el tapón del llenado
- Colocar el tapón del drenaje de aceite
- Limpiar manchas de aceite

#### 4.4.5 *Elaboración del banco de tareas y fijación de frecuencias para la bomba quintuplex*

Figura 27. Bomba quintuplex



Fuente: T.O.F (Trace Oil Field)

##### 4.4.5.1 *Revisión de la carcasa y anclaje*

###### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 8 semanas (1300 h).

- Parar la unidad MTU
- Revisar estado y sujeción de componentes de la carcasa
- Revisar el ajuste de los pernos de la base
- Ajustar si fuese necesario
- Continuar el proceso

##### 4.4.5.2 *Revisión del nivel de aceite*

###### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 2 días (48 h)

- Observar el nivel de aceite mediante el visor o mirilla
- Confirmar que el nivel de aceite, este alrededor de la mitad del visor
- De no ser así, completar el aceite MEROPA 320

#### 4.4.5.3 *Cambio de aceite de la bomba quintuplex*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 25 semanas (4000 h)

- Retirar el tapón del llenado del aceite
- Retirar el tapón de drenaje
- Acoplar una manguera en la salida de drenaje y drenar el aceite
- Drenar el aceite
- Retirar la manguera y colocar el tapón del drenaje de aceite
- Llenar con el nuevo aceite meropa 320, 12 Gls y montar el tapón del llenado
- Limpiar manchas de aceite

#### 4.4.5.4 *Cambio de bandas de bomba de lubricación forzada.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 27 semanas (4500 h)

- Retirar las protecciones de las bandas
- Aflojar pernos de base de la bomba de lubricación forzada
- Poner y tensar la nueva banda
- Verificar alineación entre poleas de la bomba quintuplex y bomba de lubricación forzada
- Ajustar pernos de base de la bomba de lubricación forzada
- Colocar las protecciones de seguridad

#### 4.4.5.5 *Cambio de bandas de bomba de inyección de químico*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 27 semanas (4500 h)

- Retirar las protecciones de las bandas
- Aflojar pernos de base de la bomba de inyección de químico
- Poner y tensar la nueva banda
- Verificar alineación entre poleas de la bomba quintuplex y bomba de inyección de químico
- Ajustar pernos de base de la bomba de inyección de químico
- Colocar las protecciones de seguridad.

#### 4.4.5.6 *Revisión de plungers y pakings*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 2 semanas (250 h)

- Apagar unidad MTU
- Despresurizar el sistema
- Observar y esperar que la presión baje a 0 PSI en el manómetro de alta Presión
- Cerrar válvulas de inyección, retorno y producción, para evitar pérdida de fluido en el módulo acumulador de presión
- Observar que los plunger no tengas ralladuras
- Abrir válvulas y alinear líneas de fluido
- Poner en marcha la unida MTU
- Observar que no exista liqueo en la parte del stuffing box, de existir liqueos cambiar los paking

#### 4.4.5.7 *Cambio de plungers*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 12 semanas (2000 h)

- Apagar unidad MTU
- Despresurizar el sistema
- Observar y esperar que la presión baje a 0 PSI en el manómetro de alta Presión.
- Cerrar válvulas de inyección, retorno y producción, para evitar pérdida de fluido en el módulo acumulador de presión
- Aflojar los pernos de las grapas de la extensión rods y plunger (CLAMP) y proceder a retirar las mismas
- Aflojar la extensión rods con una llave de tubo N° 24" y proceder a sacar junto con el plunger
- Reemplazar plunger nuevo,
- Poner extensión rods y ajustarla con llave de tubo N° 24"
- Colocar las grapas (CLAMP)
- Ajustar los pernos de las CLAMP
- Abrir válvulas y alinear líneas de fluido
- Poner en marcha la unida MTU
- Observar que no exista liqueo por los plunger y NUT

#### 4.4.5.8 *Cambio de kevlar packing*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 8 semanas (1250 h)

- Apagar unidad MTU.
- Despresurizar el sistema.
- Observar y esperar que la presión baje a 0 PSI en el manómetro de alta Presión.
- Cerrar válvulas de inyección, retorno y producción, para evitar pérdida de fluido en el módulo acumulador de presión.
- Cerrar válvulas de succión y descarga de la bomba quintuples
- Desenroscar y Retirar la tapa (NUT, adjusting) del stuffing box
- Retirar el GLAND (retenedor de bronce)
- Extraer los kevlarpacking deteriorados con la ayuda de un destornillador plano
- Reemplazar por un kit nuevo de kevlarpackins
- Colocar el GLAND (retenedor de bronce)
- Colocar y ajustar la tapa del stuffing box
- Abrir válvulas y alinear líneas de fluido
- Poner en marcha la unida MTU

#### 4.4.5.9 *Cambio de válvulas, canastilla (cages), resortes (spring) y asientos*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 8 semanas (1250 h)

- Apagar unidad MTU
- Despresurizar el sistema
- Observar y esperar que la presión baje a 0 PSI en el manómetro de alta Presión
- Cerrar válvulas de inyección, retorno y producción, para evitar pérdida de fluido en el módulo acumulador de presión
- Aflojar y retirar tuercas del fluid end con llave de pico N° 24”
- Retirar los resortes, las válvulas , los asientos y canastillas con la ayuda de un kit de herramienta de servicio de válvulas (valve services kit)
- Insertar kit nuevo de válvulas, asientos, resortes y canastilla
- Colocar y ajustar tuercas del fluid end con llave de pico N° 24”
- Abrir válvulas y alinear líneas de fluido
- Poner en marcha la unida MTU

#### 4.4.5.10 *Cambio de wiper (retenedores de aceite de la bomba)*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 18 semanas (3000 h)

- Apagar unidad MTU
- Despresurizar el sistema
- Observar y esperar que la presión baje a 0 PSI en el manómetro de alta Presión
- Cerrar válvulas de inyección, retorno y producción, para evitar pérdida de fluido en el módulo acumulador de presión
- Aflojar los pernos de las grapas de la extensión rods y plunger (CLAMP) y proceder a retirar las CLAMP
- Aflojar la extensión rod utilizando llave de tubo N° 24” y proceder a sacar junto con el plunger
- Aflojar los pernos de la tapa y sacarla
- Extraer el wiperods
- Colocar el nuevo wiper
- colocar la tapa del wiper
- Poner la extensión rods y ajustar con una llave de tubo N° 24”
- Colocar plunger
- Poner las grapas (CLAMP)
- Ajustar los pernos de las CLAMP
- Engrasar los wiper
- Abrir válvulas y alinear líneas de fluido
- Poner en marcha la unida MTU
- Observar que no exista liqueo por los plunger y NUT

#### 4.4.6 *Elaboración del banco de tareas para el módulo acumulador*

Figura 28. Módulo acumulador



Fuente: T.O.F (Trace Oil Field)

##### 4.4.6.1 *Revisión de la carcasa y anclaje*

###### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 8 semanas (1300 h).

- Revisar estado y sujeción de componentes de la carcasa
- Revisar el ajuste de los pernos de anclaje
- Revisar puntos de suelda del módulo con la base

##### 4.4.6.2 *Verificar el estado de los manómetros de alta y baja presión*

###### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 3 semanas (500 h)

- Revisar que los instrumentos estén en funcionamiento
- Apagar unidad MTU
- Despresurizar el sistema
- Observar y esperar que la presión baje a 0 PSI en el manómetro de alta presión
- Cerrar válvulas de inyección, retorno y producción, para evitar pérdida de fluido en el módulo acumulador de presión
- Verificar que los instrumentos de medida estén bien calibrados (lleguen a 0 PSI en el caso del manómetro de baja presión)
- Inspeccionar que se encuentren bien ajustados
- Limpiar los visores

- Abrir válvulas y alinear líneas de fluido
- Poner en marcha la unida MTU

#### 4.4.6.3 *Verificar estado de válvulas de seguridad*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 4 semanas (672 h)

- Revisar visualmente su estructura
- Revisar posibles fugas
- Revisar fijación de las válvulas

#### 4.4.6.4 *Realizar limpieza integral externa del módulo y plataforma*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 2 semanas (250 h)

- Limpiar el modulo y plataforma
- Pintar si fuera necesario para evitar la corrosión

#### 4.4.6.5 *Revisión de tuberías y válvulas*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 12 semanas (2000 h)

- Revisar posibles fugas
- Revisar montaje de tuberías y válvulas
- Revisar juego de válvulas

#### 4.4.6.6 *Cambio de ring gasket en las bridas de las líneas de inyección, retorno y producción*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 48 semanas (8000 h)

- Apagar unidad MTU
- Despresurizar el sistema
- Observar y esperar que la presión baje a 0 PSI en el manómetro de alta Presión

- Cerrar válvulas de inyección, retorno y producción, para evitar pérdida de fluido en el módulo acumulador de presión
- Aflojar bridas
- Retirar ring gasket deteriorados
- Colocar nuevos ring gasket
- Ajustar las bridas de las tuberías
- Desbloquear recorrido del fluido
- Abrir válvulas y alinear líneas de fluido
- Poner en marcha la unida MTU

#### 4.4.7 *Elaboración del banco de tareas para el manifold*

Figura 29. Manifold



Fuente: T.O.F (Trace Oil Field)

##### 4.4.7.1 *Revisión del anclaje y sujeción*

###### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 2 semanas (250 h)

- Revisar estado y sujeción de componentes del anclaje
- Revisar el ajuste de los pernos de anclaje
- Reajustar si fuese necesario

#### 4.4.7.2 *Engrase de válvulas de manifold*

**Procedimiento**

**Frecuencia:** 9 semanas (1500 h)

- Colocar grasero en la toma de las válvulas
- Dar manivela hasta q la grasa se derrame

#### 4.4.7.3 *Retirar grasero*

**Procedimiento**

**Frecuencia:** 9 semanas (1500 h)

- Limpiar la toma del grasero

#### 4.4.7.4 *Mantenimiento general del manifold*

**Procedimiento**

**Frecuencia:** 71 semanas (12000 h)

- Revisión de las válvulas
- Inspección de tuberías
- Revisar fugas

### 4.5 **Gestión de documentación de trabajo**

La gestión de los documentos de trabajo es importante y fundamental ya que mediante esta se podrá evaluar la eficiencia de la programación y ejecución de las acciones de mantenimiento, también se puede llevar un estadístico que ayudaran a elaborar informes sobre los índices de mantenimiento los cuales ayudaran a la toma de decisiones y realizar mejoras en los planes programados de mantenimiento.

La gestión en la Compañía Trace Oil Field se realizará con los siguientes documentos.

**4.5.1** *Solicitud de trabajo de mantenimiento.* Deberán ser entregadas a las diferentes áreas de la empresa, la solicitud es la petición de servicio y son elaboradas por las personas que necesitan la intervención del personal de mantenimiento o a su vez pueden ser llenados por el mismo personal de mantenimiento detallando que ha sido realizada de esta manera. La falla de una máquina o inspección de la misma, son ejemplos que inicia la determinación de una necesidad de mantenimiento.

La solicitud confeccionada para satisfacer las necesidades de la empresa, contendrá información que deberá ser detallada o explicada de una manera clara para un buen entendimiento por parte del departamento de mantenimiento, la misma consta de lo siguiente.

- Número de la solicitud de trabajo, indicando con el formato desde ST-001 hasta indefinidamente
- Prioridad con la que tiene que ser ejecutado el trabajo, esta será para la toma de decisiones sobre cuando realizarla en comparación con otra máquina.
- El nombre de la máquina y código de la misma para la cual se solicita el servicio  
Fecha en la que se solicita el trabajo
- El área solicitante del servicio
- Descripción del trabajo solicitado
- Sugerencias de las acciones a tomar por parte del que vaya a realizar el trabajo
- Nombre de quien solicita el trabajo, el cargo dentro de la empresa y la firma
- Nombre, fecha, hora y firma por parte de quien recibe la solicitud de trabajo
- El número de orden de trabajo asignada a la solicitud

Tabla 37. Solicitud de trabajo de mantenimiento

		<b>TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.</b>			
<b>SOLICITUD DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO</b>					<b>Solicitud N°</b>
PRIORIDAD	NORMAL		IMPORTANTE		URGENTE
Máquina:			Código Técnico		
Fecha de solicitud:			Área. Solicitante		
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO:					
SUGERENCIAS:					
Solicitado por:		<b>USO EXCLUSIVO DE MANTENIMIENTO</b>			
Cargo:	Recibida por:		<b>N° DE ORDEN DE TRABAJO ASIGNADO</b>		
	Fecha:				
Firma:	Hora:				
	Firma:				

Fuente: Autor

**4.5.2** *Solicitud de servicio externo de mantenimiento.* La solicitud de servicio externo servirá para gestionar los trabajos y acciones que no son posibles de realizar dentro de la empresa o por parte del personal de mantenimiento por falta de equipos o tecnificación.

Esta solicitud está encaminada a servir como punto de partida para conocer las fortalezas y debilidades de las capacidades y conocimientos del personal de mantenimiento, con esta información se podría evaluar una posible capacitación en el área que tengan mayores falencias.

Será gestionada por parte de la persona encargada de dichas acciones, el formato confeccionado es el que más se ajusta a las necesidades de la empresa y esta contiene la siguiente información.

- Número de la solicitud de servicio externo, indicando con el formato desde SE-001 hasta indefinidamente
- Nombre del solicitante del servicio
- Nombre de la máquina y su código técnico
- Nombre de la empresa recomendada para la ejecución del servicio, el costo de la proforma y la caducidad de la misma
- Tipo de actividad o mantenimiento solicitado, puede ser programado, correctivo u otro tipo de acción
- Prioridad con la que se está solicitando el servicio, esta será para la toma de decisiones en la gestión de la contratación del servicio
- Las fechas deseadas de iniciación del servicio y entrega del mismo
- Parte principal de la máquina la cual va a ser objeto del servicio
- Nombre del servicio solicitado
- Descripción detallada del servicio
- Observaciones del servicio solicitado, pueden ser de seguridad de producción, etc.
- Nombre de quien emite la solicitud, cargo dentro de la empresa, fecha y firma
- Nombre de quien aprueba la solicitud, cargo dentro de le empresa, fecha y firma

Tabla 38. Solicitud de servicio externo de mantenimiento

		<b>TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.</b>	
<b>SOLICITUD DE SERVICIO EXTERNO DE MANTENIMIENTO</b>			Solicitud N°
Solicitante:		Empresa Recomendada:	
Máquina:		Costo Proforma:	
Código Técnico:		Caducidad Proforma:	
<b>Tipo de Actividad o Mantto.</b>		<b>Prioridad</b>	
<b>Fecha (dd-mm-aaaa)</b>			
Programado		Normal	
Correctivo		Importante	
Otro		Urgente	
<b>SERVICIO SOLICITADO</b>			
<b>Parte Principal</b>		<b>Servicio</b>	
<b>Descripción del Servicio</b>			
<b>OBAERVACIONES GENERALES</b>			
<b>EMISIÓN</b>		<b>APROBACIÓN</b>	
Emite:		Aprueba:	
Cargo:		Cargo:	
Fecha:		Fecha:	
Firma:		Firma:	

Fuente: Autor

*Historial de mantenimiento.* El historial funciona como una bitácora de vida de todas y cada una de las máquinas que están sometidas al plan de mantenimiento, esta sirve también para realizar los informes estadísticos sobre los tiempos empleados y acciones realizadas.

El software SGMPPro cuenta con dos opciones una de registro de fallas y de actividades designadas en las cuales se irán ingresando las acciones realizadas para tener un control eficaz del plan de mantenimiento.

## **CAPÍTULO V**

### **5. PROGRAMACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO POR MEDIO DEL SOFTWARE SGM Pro**

Una buena planificación y programación es la respuesta para una eficiente, efectiva y eficaz administración de operaciones de mantenimiento; sin embargo pocas empresas tienen las herramientas adecuadas para desempeñar estas funciones.

Para realizar la programación anual de las tareas de mantenimiento que se han definido en el capítulo anterior para cada equipo de la casa de máquinas del hospital, utilizaremos el software llamado SGM Pro (software de gestión de mantenimiento).

#### **5.1 Introducción al software SGM Pro (software de gestión de mantenimiento)**

El software SGM Pro surge como resultado de la necesidad de automatizar los procesos fundamentales en la gestión de mantenimiento a través de la conexión a internet o en una intranet.

SGM Pro es una aplicación web, la cual permite el ingreso de estrategias, técnicos, equipos, ubicaciones técnica, componentes, repuestos y fallas, con el fin de realizar el plan de mantenimiento anual.

Es una aplicación amigable para el usuario y de muy fácil manejo, con íconos intuitivos para cualquier persona, lo cual permitirá el autoaprendizaje del funcionamiento del software. El mismo puede ser utilizado mediante la internet a través de un dominio, o por defecto, en un grupo de computadoras conectadas en una red, donde una funcione como servidor, en el cual estará alojada la aplicación y en donde todos los ordenadores accederán a los servicios que proporciona el servidor; a esto se le denomina como intranet.

## 5.2 Requerimientos del sistema

SGM Pro requiere de las siguientes especificaciones técnicas para su uso óptimo y eficaz:

- Sistema Operativo Windows XP.
- Disco Duro de 20GB.
- Memoria RAM DDR2 de 512MB.
- Procesador Intel Pentium 4 de 3.0 GHz.
- Monitor 14'' Resolución 1280 x 720.
- Navegador Mozilla Firefox versión 3.0.19.

## 5.3 Tutorial del software

5.3.1 *Página de inicio.* Abrimos la aplicación por medio del explorador de Internet (se recomienda Mozilla Firefox).

Figura 30. Página de inicio



Fuente: Software SGM Pro

5.3.1.1 *Inicio de sesión.* Está ubicado en la parte inferior de la página, le damos clic en ingresar y tendremos un cuadro de dialogo como se muestra en la Figura 31.

Figura 31. Parte de inicio de sesión



Fuente: Software SGM Pro

Damos clic en entrar y nos aparecen las opciones para ingresar el nombre de usuario, y también la contraseña como se detalla en la siguiente Figura 32.

Figura 32. Ingreso de datos para iniciar sesión



Fuente: Software SGM Pro

**5.3.1.2 Menú principal.** Aquí se generan las opciones que nos ofrece el software para la gestión del mantenimiento.

Figura 33. Menú principal



Fuente: Software SGM Pro

**5.3.1.3 Ingreso de tareas.** Una vez iniciado el menú principal procedemos a ingresar las estrategias o tareas de mantenimiento con su respectiva frecuencia y tiempo de duración estimado, también podemos adjuntar un archivo el cual nos da una guía para la realización de la tarea.

Figura 34. Ingreso de estrategias

Fuente: Software SGM Pro

Una vez ingresado todas las tareas de mantenimiento para todos los equipos tenemos todas las tareas agrupadas de tipo eléctrico, mecánico, electrónico, hidráulico,

neumático, las cuales posteriormente la asignaremos a cada uno de los equipos ingresados.

Estas tareas podemos ingresar con la frecuencia en horas, en semanas, en golpes, o en kilómetros.

Figura 35. Lista de tareas

ID ESTRATEGIA	ACTIVIDAD	DURACIÓN	FRECUENCIA	UNIDAD	TIPO			
38	CAMBIO DE WIPER	1.0	3000	Horas	M	Editar	Eliminar	
39	REVISION DE LA CARCASA Y ANCLAJE DEL ACUMULADOR	0.1	8	Semanas	M	Editar	Eliminar	
40	VERIFICAR EL ESTADO DE MANOMETROS DE LATA Y BAJA PRESION	0.1	3	Semanas	M	Editar	Eliminar	
37	CAMBIO DE VALVULAS, CAÑASTILLAS, RESORTES Y ASIENTOS	1.3	8	Semanas	M	Editar	Eliminar	
35	CAMBIO DE PLUNGERS	1.0	12	Semanas	M	Editar	Eliminar	

Fuente: Software SGM Pro

**5.3.1.4 Ingreso de códigos de equipos.** El siguiente paso es el ingreso de la ubicación técnica de cada uno de los equipos, ingresaremos el código que anteriormente se fijó.

Figura 36. Ubicación técnica de equipos

UBICACION	CODIGO	DESCRIPCION			
3	TOF - PRO - BC - 01	Bomba Centrífuga 01	Editar	Eliminar	
4	TOF - PRO - BC - 02	Bomba Centrífuga 02	Editar	Eliminar	
5	TOF - PRO - BC - 03	Bomba Centrífuga 03	Editar	Eliminar	
6	TOF - PRO - BC - 04	Bomba Centrífuga 04	Editar	Eliminar	
7	TOF - PRO - MC - 01	Motor Caterpillar 01	Editar	Eliminar	
8	TOF - PRO - MC - 02	Motor Caterpillar 02	Editar	Eliminar	
9	TOF - PRO - MC - 03	Motor Caterpillar 03	Editar	Eliminar	

Fuente: Software SGM Pro

**5.3.1.5 Ingreso de datos de los equipos.** Vamos a ingresar los datos más característicos de cada equipo, como es la descripción, código del equipo, marca, modelo, fabricante año de fabricación.

Figura 37. Ingresos de datos de equipos



The screenshot shows a web-based interface for entering equipment data. At the top, there are four small images: a close-up of a pump, a pump assembly, a globe, and a circular logo. Below these is a navigation menu on the left with options: 'Información General', 'Inicio', 'Introducción', 'Gestión', 'Reportes', 'Soporte Técnico', and 'admin'. The main content area is titled 'NUEVO EQUIPO' and contains the form 'Ingrese un nuevo Equipo'. The form fields are: 'Descripcion \*:' with the value 'BOMBA CENTRIFUGA 01', 'Codigo \*:' with '001', 'Marca:' with 'Turco', 'Modelo:', 'Fabricante:', 'Distribuidor:', 'Año de fabricación:', and 'IdUbicación:' with a dropdown menu showing 'TOF - PRO - BC - 01 - Bomba Centrífuga 01'. At the bottom of the form are 'Guardar' and 'Cancelar' buttons.

Fuente: Software SGM Pro

Una vez ingresado los datos damos clic en en guardar y continuamos con el siguiente paso.

**5.3.1.6 Designación de tareas a cada equipo.** Ya ingresado el inventario de equipos procedemos a designar las tareas que se realizaran para cada equipo.

Para asignar las tareas damos clic en el botón “Asignar Actividad” como se muestra en la Figura 38.

Figura 38. Asignación de tareas

EQUIPOS									
Gestión		Asignar Actividades			Generar Reportes				
Agregar Equipo		Asignar Actividad							
ID EQUIPO	UBICACION TECNICA	EQUIPO	CODIGO	MARCA	MODELO	FABRICANTE	DITRIBUIDOR	AÑO FABRICA	EDITAR
19	Bomba Quintuplex 03	Bomba Quintuplex 03	BQ03	National	300Q-5H	NATIONAL OILWELL	NATIONAL OILWELL	2009	Editar
18	Bomba Quintuplex 02	Bomba Quintuplex 02	BQ02	NATIONAL OIWELL	300Q-5H	National	NATIONAL OIWELL	2008	Editar
17	Bomba Quintuplex 01	Bomba Quintuplex 01	BQ01	National	300Q-5H	NATIONAL OILWELL	NATIONAL OILWELL	2008	Editar
16	Reductor de Velocidades 04	Reductor de Velocidades 04	RV04	PETROFLOW		Petroflow	PETROFLOW	2009	Editar
15	Reductor de Velocidades 03	Reductor de Velocidades 03	RV03	PETROFLOW		Petroflow	PETROFLOW	2009	Editar
14	Reductor de Velocidades 02	Reductor de Velocidades 02	RV02	NATIONAL OIWELL		National	NATIONAL OIWELL	2008	Editar
13	Reductor de Velocidades 01	Reductor de Velocidades 01	RV01	NATIONAL OIWELL		National	NATIONAL OIWELL	2008	Editar

Fuente: Software SGM Pro

Estableceremos el año de inicio para la asignación de actividades y el programa automáticamente generara las próximas fechas de mantenimiento, se tratara en lo posible de homogenizar las tareas para todo el año, de manera que el trabajo para el personal no sea sobrecargado en unas semanas y en otras no se tenga tareas que realizar.

Figura 39. Asignación de tareas

Seleccione el año para la asignación de Actividades:

Año: Plan - 2014

- Plan - 2012
- Plan - 2013
- Plan - 2014
- Plan - 2015

Fuente: Software SGM Pro

Una vez designado las tareas que se efectuara para cada equipo se podrá visualizar la lista de tareas asignadas y que tendrán que realizarse según se genere en el plan de mantenimiento.

Figura 40. Tareas para la bomba centrífuga 01

ESTRATEGIA ↕	--- EQUIPO ---↕	FRECUENCIA
REVISION DE LA CARCASA Y ANCLAJE DEL ACUMULADOR	Bomba Quintuplex 01 - BQ01	8
CAMBIO DE BANDAS DE INYECCION DE QUIMICO	Bomba Quintuplex 01 - BQ01	27
REVISION DE LA CARCASA Y ANCLAJE DE LA BOMBA QUINTUPLEX	Bomba Quintuplex 01 - BQ01	8
REVISION DE PLUNGERS Y PAKINGS	Bomba Quintuplex 01 - BQ01	2
CAMBIO DE KLEVAR PACKING	Bomba Quintuplex 01 - BQ01	8
CAMBIO DE VALVULAS, CANASTILLAS, RESORTES Y ASIENTOS	Bomba Quintuplex 01 - BQ01	8
CAMBIO DE ACEITE DE LA BOMBA QUINTUPLEX	Bomba Quintuplex 03 - BQ03	25

Fuente: Software SGM Pro

**5.3.1.7 Generación del plan de mantenimiento.** Ya designado las tareas para cada equipo, vamos a proceder a generar el plan de mantenimiento según las fechas programadas en este caso desde enero de abril del 2013 hasta el mes de enero del 2014.

Aquí aparecerá la tarea a realizarse, el equipo a cual se realizara dicha tareas, la frecuencia en semanas con la que se realizara la tarea, y nos indicara también la semana del año en la cual se empezara la tarea.

Figura 41. Generación del plan

ESTRATEGIA	EQUIPO	FRECUENCIA	INICIO SEMANA	-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-
REVISION DE LA CARCASA Y ANCLAJE DEL ACUMULADOR	Bomba Quintuplex 01 - BQ01	8	1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAMBIO DE BANDAS DE INYECCION DE QUIMICO	Bomba Quintuplex 01 - BQ01	27	6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
REVISION DE LA CARCASA Y ANCLAJE DE LA BOMBA QUINTUPLEX	Bomba Quintuplex 01 - BQ01	8	1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
REVISION DE PLUNGERS Y PAKINGS	Bomba Quintuplex 01 - BQ01	2	2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
CAMBIO DE KLEVAR PACKING	Bomba Quintuplex 01 - BQ01	8	3	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAMBIO DE VALVULAS, CANASTILLAS, RESORTES Y ASIENTOS	Bomba Quintuplex 01 - BQ01	8	1	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAMBIO DE ACEITE DE LA BOMBA QUINTUPLEX	Bomba Quintuplex 03 - BQ03	25	10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Software SGM Pro.

**5.3.1.8 Ingreso de fallas.** Otra opción que nos da este software es que podemos ingresar fallas que se han atendido con la fecha en que se presentó, la fecha que se atendió la falla, y el tiempo que se demoró en atender la falla.

Figura 42..Ingreso de fallas

Información General

Inicio

Introducción

Gestión

Reportes

Soporte Técnico

admin

**NUEVA FALLA**

Reportar nueva Falla

Novedad:

Fecha Inicial:

Hora Inicial: 08:00:00

Fecha Final:

Hora Final: 03:00:00

Tiempo Falla: 19.0 Horas

Equipos:

Guardar Cancelar

Fuente: Software SGM Pro

## **CAPÍTULO VI**

### **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1 Conclusiones**

La situación en la que se encontraba el mantenimiento en la Compañía Trace Oil Field Services CIA. LTDA. no era la más óptima de acuerdo a sus necesidades y condiciones de operación de las máquinas que son su fuerza motriz para la producción de la planta.

Se realizó el inventario técnico de acuerdo a las necesidades de la empresa, el cual es de fácil entendimiento por contener los primeros caracteres de los nombres de la empresa, departamentos, áreas y máquinas, lo que facilitara la adaptación y manejo de estos por parte del personal de toda la planta.

Se realizó la confección de las fichas técnicas de datos y características de todas las máquinas que posee la compañía, con información específica y de importancia de cada una de ellas, la ficha servirá como una base datos que permitirá la identificación de las máquinas en el futuro.

Se logró determinar un banco de tareas óptimo y sus frecuencias para todas y cada una de las máquinas, el cual garantizara el óptimo y correcto funcionamiento dentro de los parámetros que se requieren para la producción.

Se logró detallar los procedimientos a seguir por parte del personal de mantenimiento en cada tarea preventiva a realizar.

Se implantó el Software SGMPro en la compañía que facilita el registro y consulta de daños similares ocurridos anteriormente en las maquinas, permitiendo solucionar las averías de forma rápida, disminuyendo los tiempos muertos.

#### **6.2 Recomendaciones**

Capacitar al personal del departamento de mantenimiento con el uso del software para cumplir de manera efectiva con todas las tareas y frecuencias programadas.

Evaluar oportunamente el sistema a partir del segundo año de utilización del software SGMPro para determinar si se están cumpliendo con el objetivo propuesto.

Cumplir con el plan de mantenimiento preventivo que se ha realizado en este documento, por el cual se ha tomado las recomendaciones de los fabricantes y la experiencia del jefe de mantenimiento de la planta.

Procurar seguir los procedimientos de los bancos de tareas, tomando como referencia las frecuencias, tiempos de ejecución actuales, ya que estos garantizaran el éxito de las mismas.

Seguir retroalimentando la información técnica de las máquinas, los procedimientos, frecuencias y los demás requerimientos para la realización de las tareas, hay que recordar que el mantenimiento no debe permanecer estático debe ser proactivo.

Administrar los archivados de la mejor manera, a tiempo y con datos veraces, esto garantizara que la información que estos contengan servirá de utilidad para la toma de decisiones en el futuro.

Registrar inmediatamente la maquinaria recién adquirida por la compañía, el software tiene la capacidad de ir ampliando su programación.

## BIBLIOGRAFÍA

**AMAYA, Roger Enrique. 2010.** UNCUYO, Universidad nacional de Cuyo. [En línea] Facultad de ingeniería, 14 de 05 de 2010. [Citado el: 21 de 05 de 2012.] [www.fing.uncu.edu.ar/catedras/planeamiento/archivos/mant\\_intro\\_07.pdf](http://www.fing.uncu.edu.ar/catedras/planeamiento/archivos/mant_intro_07.pdf).

**CUADRADO, E. 2002.** *Mantenimiento Industrial*. Riobamba : Docucentro, 2002.

**Trace oil field. 2009.** *Manual de usuario*. Orellana, Fscó. Orellana : s.n., 2009.

**GARRIDO, S. 2003.** *Organización y gestión integral del mantenimiento*. España : Días de Santo, 2003.

**KNESEVIC. 1996.** *Mantenimiento Ira Ed*. España : Isdefe, 1996.

**LEZANA, E. 1998.** *Curso superior de mantenimiento industrial Vol. 1*. Madrid : T.M.I., 1998.

**MOROCHO, Manuel. 2002.** *Administración del Mantenimiento*. Riobamba : Espoch, 2002.

**TAVARES, Lourival. 2003.** *Administración Moderna de Mantenimiento*. Bogota : Copiman, 2003.

**Dresser oil tools. 2005.** *Introducción a los sistemas de bombeo hidráulico*. Dallas, Texas : Dresser Industries, 2005.

**TORRES, L. 2005.** *Mantenimiento su Implantación y Gestión 2da Ed*. Buenos Aires : Universitas, 2005.

**VARGAS ZUÑIGA, A. 1983.** *Organización del Mantenimiento Industrial*. Guayaquil : ESPOL, 1983.

# **ANEXOS**

## ANEXO A.1

### Estado técnico de la bomba centrífuga 01

		TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.			
EQUIPO: BOMBA CENTRÍFUGA # 01					
<b>CODIGO TECNICO:</b> TOF - PRO - MTU1 - BC 01			<b>RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO</b> Departamento de Mantenimiento		
<b>DESCRIPCIÓN DEL ESTADO TÉCNICO</b>		TOF:	Trace Oil Field		
		PRO:	Producción		
		MTU1:	Unidad Móvil de Prueba		
		BC 01:	Bomba Centrífuga		
<b>MANUALES:</b> SI ( )      NO ( )		<b>PLANOS:</b> SI ( )      NO ( )		<b>REPUESTOS:</b> SI ( X )      NO ( )	
<b>ITEM</b>	<b>ESTADO TÉCNICO</b>	<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALO</b>	<b>MUY MALO</b>
1	Estado de la carcasa	X			
2	Estado de anclaje	X			
3	Nivelación	X			
4	Estado de polea	X			
5	Estado de succión	X			
6	Estado de descarga	X			
7	Nivel de vibración	X			
8	Lubricación	X			
<b>TOTAL</b>		8			
<b>ESTADO TÉCNICO</b>					
<b>OPERACIÓN</b>  Bueno : $8 \cdot 1 = 8$ Regular : $0 \cdot 0.80 = 0$ Malo : $0 \cdot 0.60 = 0$ TOTAL = $8 / 8 = 1 \cdot 100 = 100\%$ CONCLUSIÓN = BUENO					
	BUENO	MALO			100%
	REGULAR	MUY MALO			

Fuente: Autor

## ANEXO A.2

### Estado técnico de la bomba centrífuga 02

		TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.			
<b>EQUIPO: BOMBA CENTRÍFUGA # 02</b>					
<b>CODIGO TECNICO:</b> TOF - PRO – MTU2 - BC 02			<b>RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO</b> Departamento de Mantenimiento		
<b>DESCRIPCIÓN DEL ESTADO TÉCNICO</b>		TOF:	Trace Oil Field		
		PRO:	Producción		
		MTU2:	Unidad Móvil de Prueba		
		BC 02:	Bomba Centrífuga		
<b>MANUALES:</b> SI ( )      NO ( )		<b>PLANOS:</b> SI ( )      NO ( )		<b>REPUESTOS:</b> SI ( X )    NO ( )	
<b>ITEM</b>	<b>ESTADO TÉCNICO</b>	<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALO</b>	<b>MUY MALO</b>
1	Estado de la carcasa	X			
2	Estado de anclaje	X			
3	Nivelación	X			
4	Estado de polea	X			
5	Estado de succión	X			
6	Estado de descarga	X			
7	Nivel de vibración	X			
8	Lubricación	X			
<b>TOTAL</b>		8			
<b>ESTADO TÉCNICO</b>					
<b>OPERACIÓN</b>					
Bueno : $8 \cdot 1 = 8$ Regular : $0 \cdot 0.80 = 0$ Malo : $0 \cdot 0.60 = 0$ TOTAL = $8 / 8 = 1 \cdot 100 = 100\%$ CONCLUSIÓN = BUENO					
	BUENO	MALO			100%
	REGULAR	MUY MALO			

Fuente: Autor

### ANEXO A.3

#### Estado técnico de la bomba centrífuga 03

		TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.			
EQUIPO: BOMBA CENTRÍFUGA # 03					
<b>CODIGO TECNICO:</b> TOF - PRO – MTU3 - BC 03			<b>RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO</b> Departamento de Mantenimiento		
<b>DESCRIPCIÓN DEL ESTADO TÉCNICO</b>		TOF:	Trace Oil Field		
		PRO:	Producción		
		MTU3:	Unidad Móvil de Prueba		
		BC 03:	Bomba Centrífuga		
<b>MANUALES:</b> SI ( )      NO ( )		<b>PLANOS:</b> SI ( )      NO ( )		<b>REPUESTOS:</b> SI ( X )      NO ( )	
<b>ITEM</b>	<b>ESTADO TÉCNICO</b>	<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALO</b>	<b>MUY MALO</b>
1	Estado de la carcasa	X			
2	Estado de anclaje	X			
3	Nivelación	X			
4	Estado de polea	X			
5	Estado de succión	X			
6	Estado de descarga	X			
7	Nivel de vibración	X			
8	Lubricación	X			
<b>TOTAL</b>		8			
<b>ESTADO TÉCNICO</b>					
<b>OPERACIÓN</b>  Bueno : $8 \cdot 1 = 8$ Regular : $0 \cdot 0.80 = 0$ Malo : $0 \cdot 0.60 = 0$ TOTAL = $8 / 8 = 1 \cdot 100 = 100 \%$ CONCLUSIÓN = BUENO					
	BUENO	MALO			100%
	REGULAR	MUY MALO			

Fuente: Autor

## ANEXO A.4

### Estado técnico de la bomba centrífuga 04

		TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.				
EQUIPO: BOMBA CENTRÍFUGA # 04						
<b>CODIGO TECNICO:</b> TOF - PRO - MTU4 - BC 04			<b>RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO</b> Departamento de Mantenimiento			
<b>DESCRIPCIÓN DEL ESTADO TÉCNICO</b>		TOF:	Trace Oil Field			
		PRO:	Producción			
		MTU4:	Unidad Móvil de Prueba			
		BC 04:	Bomba Centrífuga			
<b>MANUALES:</b> SI ( )      NO ( )		<b>PLANOS:</b> SI ( )      NO ( )		<b>REPUESTOS:</b> SI ( X )      NO ( )		
<b>ITEM</b>	<b>ESTADO TÉCNICO</b>	<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALO</b>	<b>MUY MALO</b>	
1	Estado de la carcasa	X				
2	Estado de anclaje	X				
3	Nivelación	X				
4	Estado de polea	X				
5	Estado de succión	X				
6	Estado de descarga	X				
7	Nivel de vibración	X				
8	Lubricación	X				
<b>TOTAL</b>		8				
<b>ESTADO TÉCNICO</b>						
<b>OPERACIÓN</b>  Bueno : $8 \cdot 1 = 8$ Regular : $0 \cdot 0.80 = 0$ Malo : $0 \cdot 0.60 = 0$ TOTAL = $8 / 8 = 1 \cdot 100 = 100\%$ CONCLUSIÓN = BUENO						
		BUENO	MALO			
		REGULAR	MUY MALO	100%		

Fuente: Autor



## ANEXO A.6

### Estado técnico del motor Caterpillar 02

		TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.			
EQUIPO: MOTOR CATERPILLAR #02					
CODIGO TECNICO: TOF - PRO - MTU2 - MC 02			RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO Departamento de Mantenimiento		
DESCRIPCIÓN DEL ESTADO TÉCNICO			TOF:	Trace Oil Field	
			PRO:	Producción	
			MTU2:	Unidad Móvil de Prueba	
			MC 02:	Motor Caterpillar	
MANUALES:		PLANOS:		REPUESTOS:	
SI ( X )	NO ( )	SI ( X )	NO ( )	SI ( X )	NO ( )
ITEM	ESTADO TÉCNICO	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO
1	Estado de carcasa y anclaje	X			
2	Controles, sensores, instrumentación	X			
3	Estado del sistema eléctrico	X			
4	Estado de las poleas	X			
5	Estado de emisión de gases		X		
6	Estado del motor de arranque	X			
7	Estado del alternador	X			
8	Estado del solenoide	X			
9	Consumo de combustible	X			
10	Nivel de ruido		X		
11	Temperatura de funcionamiento	X			
12	Estado del sistema de control	X			
13	Estado del sistema de refrigeración	X			
14	Lubricación	X			
TOTAL		12	2		
ESTADO TÉCNICO					
OPERACIÓN					
Bueno : $12 * 1 = 12$ Regular : $2 * 0.80 = 1.6$ Malo : $0 * 0.60 = 0$ TOTAL = $13.6 / 14 = 0.97 * 100 = 97\%$ CONCLUSIÓN = BUENO					
BUENO		MALO			
REGULAR		MUY MALO		97%	

Fuente: Autor





## ANEXO A.9

### Estado técnico de la caja de velocidades 01

		TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.			
EQUIPO: CAJA DE VELOCIDADES #01					
<b>CODIGO TECNICO:</b> TOF - PRO - MTU1 - CV 01			<b>RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO</b> Departamento de Mantenimiento		
<b>DESCRIPCIÓN DEL ESTADO TÉCNICO</b>		TOF:	Trace Oil Field		
		PRO:	Producción		
		MTU1:	Unidad Móvil de Prueba		
		CV 01:	Caja de Velocidades		
<b>MANUALES:</b> SI ( X )    NO ( )		<b>PLANOS:</b> SI ( )                      NO ( )		<b>REPUESTOS:</b> SI ( X )    NO ( )	
<b>ITEM</b>	<b>ESTADO TÉCNICO</b>	<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALO</b>	<b>MUY MALO</b>
1	Estado de carcasa	X			
2	Estado de pernos y anclaje	X			
3	Estado del sistema mecánico	X			
4	sistema de transmisión	X			
5	Lubricación	X			
TOTAL		5			
ESTADO TÉCNICO					
<b>OPERACIÓN</b>  Bueno : $5 \cdot 1 = 5$ Regular : $0 \cdot 0.80 = 0$ Malo : $0 \cdot 0.60 = 0$ TOTAL = $5 / 5 = 1 \cdot 100 = 100\%$ CONCLUSIÓN = BUENO					
		BUENO	MALO		100%
		REGULAR	MUY MALO		

Fuente: Autor

## ANEXO A.10

### Estado técnico de la caja de velocidades 02

		TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.			
EQUIPO: CAJA DE VELOCIDADES #02					
<b>CODIGO TECNICO:</b> TOF - PRO - MTU2 - CV 02			<b>RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO</b> Departamento de Mantenimiento		
<b>DESCRIPCIÓN DEL ESTADO TÉCNICO</b>		TOF:	Trace Oil Field		
		PRO:	Producción		
		MTU2:	Unidad Móvil de Prueba		
		CV 02:	Caja de Velocidades		
<b>MANUALES:</b> SI ( X )    NO ( )		<b>PLANOS:</b> SI ( )                      NO ( )		<b>REPUESTOS:</b> SI ( X )    NO ( )	
<b>ITEM</b>	<b>ESTADO TÉCNICO</b>	<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALO</b>	<b>MUY MALO</b>
1	Estado de carcasa	X			
2	Estado de pernos y anclaje	X			
3	Estado del sistema mecánico	X			
4	sistema de transmisión	X			
5	Lubricación	X			
TOTAL		5			
ESTADO TÉCNICO					
<b>OPERACIÓN</b>  Bueno : $5 \cdot 1 = 5$ Regular : $0 \cdot 0.80 = 0$ Malo : $0 \cdot 0.60 = 0$ TOTAL = $5 / 5 = 1 \cdot 100 = 100\%$ CONCLUSIÓN = BUENO					
	BUENO	MALO			100%
	REGULAR	MUY MALO			

Fuente: Autor

## ANEXO A.11

### Estado técnico de la caja de velocidades 03

		TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.			
EQUIPO: CAJA DE VELOCIDADES #03					
<b>CODIGO TECNICO:</b> TOF - PRO - MTU3 - CV 03			<b>RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO</b> Departamento de Mantenimiento		
<b>DESCRIPCIÓN DEL ESTADO TÉCNICO</b>		TOF:	Trace Oil Field		
		PRO:	Producción		
		MTU3:	Unidad Móvil de Prueba		
		CV 03:	Caja de Velocidades		
<b>MANUALES:</b> SI ( X )    NO ( )		<b>PLANOS:</b> SI ( )                      NO ( )		<b>REPUESTOS:</b> SI ( X )    NO ( )	
<b>ITEM</b>	<b>ESTADO TÉCNICO</b>	<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALO</b>	<b>MUY MALO</b>
1	Estado de carcasa	X			
2	Estado de pernos y anclaje	X			
3	Estado del sistema mecánico	X			
4	sistema de transmisión	X			
5	Lubricación	X			
TOTAL		5			
ESTADO TÉCNICO					
<b>OPERACIÓN</b>  Bueno : $5 * 1 = 5$ Regular : $0 * 0.80 = 0$ Malo : $0 * 0.60 = 0$ TOTAL = $5 / 5 = 1 * 100 = 100 \%$ CONCLUSIÓN = BUENO					
	BUENO	MALO			100%
	REGULAR	MUY MALO			

Fuente: Autor



## ANEXO A.13

### Estado técnico del reductor de velocidades 01

		TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.			
EQUIPO: REDUCTOR DE VELOCIDADES #01					
<b>CODIGO TECNICO:</b> TOF - PRO - MTU1 - RV 01			<b>RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO</b> Departamento de Mantenimiento		
<b>DESCRIPCIÓN DEL ESTADO TÉCNICO</b>		TOF:	Trace Oil Field		
		PRO:	Producción		
		MTU1:	Unidad Móvil de Prueba		
		RV 01:	Reductor de Velocidades		
<b>MANUALES:</b> SI ( X )    NO ( )		<b>PLANOS:</b> SI ( X )                      NO ( )		<b>REPUESTOS:</b> SI ( )            NO ( X )	
<b>ITEM</b>	<b>ESTADO TÉCNICO</b>	<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALO</b>	<b>MUY MALO</b>
1	Estado de carcasa	X			
2	Estado de pernos y anclaje	X			
3	Estado de sistema mecánico	X			
4	Lubricación	X			
<b>TOTAL</b>		4			
<b>ESTADO TÉCNICO</b>					
<b>OPERACIÓN</b>  Bueno : $4 * 1 = 4$ Regular : $0 * 0.80 = 0$ Malo : $0 * 0.60 = 0$ TOTAL = $4 / 4 = 1 * 100 = 100 \%$ CONCLUSIÓN = BUENO					
	BUENO	MALO			100%
	REGULAR	MUY MALO			

Fuente: Autor

## ANEXO A.14

### Estado técnico del reductor de velocidades 02

		TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.			
EQUIPO: REDUCTOR DE VELOCIDADES #02					
<b>CODIGO TECNICO:</b> TOF - PRO - MTU2 - RV 02			<b>RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO</b> Departamento de Mantenimiento		
<b>DESCRIPCIÓN DEL ESTADO TÉCNICO</b>		TOF:	Trace Oil Field		
		PRO:	Producción		
		MTU2:	Unidad Móvil de Prueba		
		RV 02:	Reductor de Velocidades		
<b>MANUALES:</b> SI ( X )    NO ( )		<b>PLANOS:</b> SI ( X )                      NO ( )		<b>REPUESTOS:</b> SI ( )            NO ( X )	
<b>ITEM</b>	<b>ESTADO TÉCNICO</b>	<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALO</b>	<b>MUY MALO</b>
1	Estado de carcasa	X			
2	Estado de pernos y anclaje	X			
3	Estado de sistema mecánico		x		
4	Lubricación	X			
<b>TOTAL</b>		3	1		
<b>ESTADO TÉCNICO</b>					
<b>OPERACIÓN</b>  Bueno : $3*1=3$ Regular : $1*0.80=0.80$ Malo : $0*0.60 = 0.60$ TOTAL= $3.80 / 4 = 0.95 *100=95 \%$ CONCLUSIÓN=BUENO					
	BUENO	MALO			95%
	REGULAR	MUY MALO			

Fuente: Autor

## ANEXO A.15

### Estado técnico del reductor de velocidades 03

		TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.				
EQUIPO: REDUCTOR DE VELOCIDADES #03						
<b>CODIGO TECNICO:</b> TOF - PRO - MTU3 - RV 03			<b>RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO</b> Departamento de Mantenimiento			
<b>DESCRIPCIÓN DEL ESTADO TÉCNICO</b>		TOF:	Trace Oil Field			
		PRO:	Producción			
		MTU3:	Unidad Móvil de Prueba			
		RV 03:	Reductor de Velocidades			
<b>MANUALES:</b> SI ( X )    NO ( )		<b>PLANOS:</b> SI ( X )                      NO ( )		<b>REPUESTOS:</b> SI ( )            NO ( X )		
<b>ITEM</b>	<b>ESTADO TÉCNICO</b>	<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALO</b>	<b>MUY MALO</b>	
1	Estado de carcasa	X				
2	Estado de pernos y anclaje	X				
3	Estado de sistema mecánico	X				
4	Lubricación	X				
<b>TOTAL</b>		4				
<b>ESTADO TÉCNICO</b>						
<b>OPERACIÓN</b>  Bueno : $4 * 1 = 4$ Regular : $0 * 0.80 = 0$ Malo : $0 * 0.60 = 0$ TOTAL = $4 / 4 = 1 * 100 = 100 \%$ CONCLUSIÓN = BUENO						
	BUENO	MALO			100%	
	REGULAR	MUY MALO				

Fuente: Autor











**ANEXO A.21**

**Estado técnico de la bomba de lubricación forzada 01**

		<b>TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.</b>			
<b>EQUIPO: BOMBA DE LUBRICACIÓN FORZADA #01</b>					
<b>CODIGO TECNICO:</b> TOF - PRO- MTU1 - BLF 01			<b>RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO</b> Departamento de Mantenimiento		
<b>DESCRIPCIÓN DEL ESTADO TÉCNICO</b>		TOF:	Trace Oil Field		
		PRO:	Producción		
		MTU1:	Unidad Móvil de Prueba		
		BLF 01:	Bomba Lubricación Forzada		
<b>MANUALES:</b> SI ( X )    NO ( )		<b>PLANOS:</b> SI ( X )                      NO ( )		<b>REPUESTOS:</b> SI ( X )    NO ( )	
<b>ITEM</b>	<b>ESTADO TÉCNICO</b>	<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALO</b>	<b>MUY MALO</b>
1	Estado de carcasa	X			
2	Estado de pernos y anclaje	X			
3	Estado de sistema hidráulico	X			
4	Estado de la polea	X			
5	Estado de la banda		X		
6	Estado de tuberías	X			
7	Lubricación	X			
TOTAL		6	1		
<b>ESTADO TÉCNICO</b>					
<b>OPERACIÓN</b>  Bueno : $6 \cdot 1 = 6$ Regular : $1 \cdot 0.80 = 0.8$ Malo : $0 \cdot 0.60 = 0$ TOTAL = $6.8 / 7 = 0.97 \cdot 100 = 97\%$ CONCLUSIÓN = BUENO					
	BUENO	MALO		97%	
	REGULAR	MUY MALO			

Fuente: Autor

**ANEXO A.22**

**Estado técnico de la bomba de lubricación forzada 02**

		<b>TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.</b>			
<b>EQUIPO: BOMBA DE LUBRICACIÓN FORZADA #02</b>					
<b>CODIGO TECNICO:</b> TOF - PRO - MTU2 - BLF 02			<b>RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO</b> Departamento de Mantenimiento		
<b>DESCRIPCIÓN DEL ESTADO TÉCNICO</b>			TOF:	Trace Oil Field	
			PRO:	Producción	
			MTU2:	Unidad Móvil de Prueba	
			BLF 02:	Bomba Lubricación Forzada	
<b>MANUALES:</b> SI ( X )    NO ( )		<b>PLANOS:</b> SI ( X )                      NO ( )		<b>REPUESTOS:</b> SI ( X )    NO ( )	
<b>ITEM</b>	<b>ESTADO TÉCNICO</b>	<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALO</b>	<b>MUY MALO</b>
1	Estado de carcasa	X			
2	Estado de pernos y anclaje	X			
3	Estado de sistema hidráulico	X			
4	Estado de la polea	X			
5	Estado de la banda	X			
6	Estado de tuberías	X			
7	Lubricación	X			
TOTAL		7			
<b>ESTADO TÉCNICO</b>					
<b>OPERACIÓN</b>  Bueno : $7 \cdot 1 = 7$ Regular : $0 \cdot 0.80 = 0$ Malo : $0 \cdot 0.60 = 0$ TOTAL = $7 / 7 = 1 \cdot 100 = 100 \%$ CONCLUSIÓN = BUENO					
	BUENO	MALO		100%	
	REGULAR	MUY MALO			

Fuente: Autor

**ANEXO A.23**

**Estado técnico de la bomba de lubricación forzada 03**

		<b>TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.</b>			
<b>EQUIPO: BOMBA DE LUBRICACIÓN FORZADA #03</b>					
<b>CODIGO TECNICO:</b> TOF - PRO – MTU3 - BLF 03			<b>RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO</b> Departamento de Mantenimiento		
<b>DESCRIPCIÓN DEL ESTADO TÉCNICO</b>			TOF:	Trace Oil Field	
			PRO:	Producción	
			MTU3:	Unidad Móvil de Prueba	
			BLF 03:	Bomba Lubricación Forzada	
<b>MANUALES:</b> SI ( X )    NO ( )		<b>PLANOS:</b> SI ( X )                      NO ( )		<b>REPUESTOS:</b> SI ( X )    NO ( )	
<b>ITEM</b>	<b>ESTADO TÉCNICO</b>	<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALO</b>	<b>MUY MALO</b>
1	Estado de carcasa	X			
2	Estado de pernos y anclaje	X			
3	Estado de sistema hidráulico	X			
4	Estado de la polea	X			
5	Estado de la banda	X			
6	Estado de tuberías	X			
7	Lubricación	X			
TOTAL		6	1		
<b>ESTADO TÉCNICO</b>					
<b>OPERACIÓN</b>  Bueno : $6 \cdot 1 = 6$ Regular : $1 \cdot 0.80 = 0.8$ Malo : $0 \cdot 0.60 = 0$ TOTAL = $6.8 / 7 = 0.97 \cdot 100 = 97\%$ CONCLUSIÓN = BUENO					
	BUENO	MALO		97%	
	REGULAR	MUY MALO			

Fuente: Autor

## ANEXO A.24

### Estado técnico de la bomba de lubricación forzada 04

		TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.			
EQUIPO: BOMBA DE LUBRICACIÓN FORZADA #04					
<b>CODIGO TECNICO:</b> TOF - PRO – MTU4 - BLF 04			<b>RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO</b> Departamento de Mantenimiento		
<b>DESCRIPCIÓN DEL ESTADO TÉCNICO</b>			TOF:	Trace Oil Field	
			PRO:	Producción	
			MTU4:	Unidad Móvil de Prueba	
			BLF 04:	Bomba Lubricación Forzada	
<b>MANUALES:</b> SI ( X )    NO ( )		<b>PLANOS:</b> SI ( X )                      NO ( )		<b>REPUESTOS:</b> SI ( X )    NO ( )	
<b>ITEM</b>	<b>ESTADO TÉCNICO</b>	<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALO</b>	<b>MUY MALO</b>
1	Estado de carcasa	X			
2	Estado de pernos y anclaje	X			
3	Estado de sistema hidráulico	X			
4	Estado de la polea	X			
5	Estado de la banda		X		
6	Estado de tuberías	X			
7	Lubricación	X			
TOTAL		6	1		
ESTADO TÉCNICO					
<b>OPERACIÓN</b>  Bueno : $7 \cdot 1 = 7$ Regular : $0 \cdot 0.80 = 0$ Malo : $0 \cdot 0.60 = 0$ TOTAL = $7 / 7 = 1 \cdot 100 = 100 \%$ CONCLUSIÓN = BUENO					
	BUENO	MALO			100%
	REGULAR	MUY MALO			

Fuente: Autor



## ANEXO A.26

### Estado técnico de la bomba de inyección de químico 02

		TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.			
EQUIPO: BOMBA DE INYECCIÓN DE QUÍMICOS #02					
<b>CODIGO TECNICO:</b> TOF - PRO -MTU2 - BIQ 02			<b>RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO</b> Departamento de Mantenimiento		
<b>DESCRIPCIÓN DEL ESTADO TÉCNICO</b>		TOF:	Trace Oil Field		
		PRO:	Producción		
		MTU2:	Unidad Móvil de Prueba		
		BIQ 02:	Bomba Inyección de Químico		
<b>MANUALES:</b> SI ( X )      NO ( )		<b>PLANOS:</b> SI ( )                      NO ( )		<b>REPUESTOS:</b> SI ( X )      NO ( )	
<b>ITEM</b>	<b>ESTADO TÉCNICO</b>	<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALO</b>	<b>MUY MALO</b>
1	Estado de carcasa	X			
2	Estado de pernos y anclaje	X			
3	Estado de sistema hidráulico	X			
4	Estado de la polea	X			
5	Estado de la banda	X			
6	Estado de mangueras	X			
7	Estado de las válvulas	X			
8	Lubricación	X			
TOTAL		8			
ESTADO TÉCNICO					
<b>OPERACIÓN</b>  Bueno : $7 \cdot 1 = 7$ Regular : $0 \cdot 0.80 = 0$ Malo : $0 \cdot 0.60 = 0$ TOTAL = $7 / 7 = 1 \cdot 100 = 100\%$ CONCLUSIÓN = BUENO					
		BUENO	MALO		
		REGULAR	MUY MALO	100%	

Fuente: Autor

**ANEXO A.27**

**Estado técnico de la bomba de inyección de químico 03**

		<b>TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.</b>			
<b>EQUIPO: BOMBA DE INYECCIÓN DE QUÍMICOS #03</b>					
<b>CODIGO TECNICO:</b> TOF - PRO - MTU3 - BIQ 03			<b>RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO</b> Departamento de Mantenimiento		
			TOF:	Trace Oil Field	
<b>DESCRIPCIÓN DEL ESTADO TÉCNICO</b>			PRO:	Producción	
			MTU3:	Unidad Móvil de Prueba	
			BIQ 03:	Bomba Inyección de Químico	
<b>MANUALES:</b> SI ( X )    NO ( )		<b>PLANOS:</b> SI ( )                      NO ( )		<b>REPUESTOS:</b> SI ( X )    NO ( )	
<b>ITEM</b>	<b>ESTADO TÉCNICO</b>	<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALO</b>	<b>MUY MALO</b>
1	Estado de carcasa	X			
2	Estado de pernos y anclaje	X			
3	Estado de sistema hidráulico	X			
4	Estado de la polea	X			
5	Estado de la banda	X			
6	Estado de mangueras	X			
7	Estado de las válvulas	X			
8	Lubricación	X			
TOTAL		8			
<b>ESTADO TÉCNICO</b>					
<b>OPERACIÓN</b>  Bueno : $7 \cdot 1 = 7$ Regular : $0 \cdot 0.80 = 0$ Malo : $0 \cdot 0.60 = 0$ TOTAL = $7 / 7 = 1 \cdot 100 = 100 \%$ CONCLUSIÓN = BUENO					
	BUENO	MALO		100%	
	REGULAR	MUY MALO			

Fuente: Autor

**ANEXO A.28**

**Estado técnico de la bomba de inyección de químico 04**

		<b>TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.</b>			
<b>EQUIPO: BOMBA DE INYECCIÓN DE QUÍMICOS #04</b>					
<b>CODIGO TECNICO:</b> TOF - PRO -MTU4 - BIQ 04			<b>RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO</b> Departamento de Mantenimiento		
<b>DESCRIPCIÓN DEL ESTADO TÉCNICO</b>			TOF:	Trace Oil Field	
			PRO:	Producción	
			MTU4:	Unidad Móvil de Prueba	
			BIQ 04:	Bomba Inyección de Químico	
<b>MANUALES:</b> SI ( X )    NO ( )		<b>PLANOS:</b> SI ( )                      NO ( )		<b>REPUESTOS:</b> SI ( X )    NO ( )	
<b>ITEM</b>	<b>ESTADO TÉCNICO</b>	<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALO</b>	<b>MUY MALO</b>
1	Estado de carcasa	X			
2	Estado de pernos y anclaje	X			
3	Estado de sistema hidráulico	X			
4	Estado de la polea	X			
5	Estado de la banda		X		
6	Estado de mangueras	X			
7	Estado de las válvulas		X		
8	Lubricación	X			
TOTAL		6	2		
ESTADO TÉCNICO					
<b>OPERACIÓN</b>  Bueno : $6 \cdot 1 = 6$ Regular : $2 \cdot 0.80 = 1.6$ Malo : $0 \cdot 0.60 = 0$ TOTAL = $7.6 / 8 = 0.95 \cdot 100 = 95 \%$ CONCLUSIÓN = BUENO					
	BUENO		MALO		
	REGULAR		MUY MALO		95%

Fuente: Autor

**ANEXO A.29**

**Estado técnico del módulo acumulador de fluido01**

		<b>TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.</b>			
<b>EQUIPO: MÓDULO ACUMULADOR #04</b>					
<b>CODIGO TECNICO:</b> TOF - PRO - MTU1 - AF 01			<b>RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO</b> Departamento de Mantenimiento		
<b>DESCRIPCIÓN DEL ESTADO TÉCNICO</b>			TOF:	Trace Oil Field	
			PRO:	Producción	
			MTU1:	Unidad Móvil de Prueba	
			AF 01:	Módulo Separador	
<b>MANUALES:</b> SI ( )    NO ( )		<b>PLANOS:</b> SI ( )                      NO ( )		<b>REPUESTOS:</b> SI ( X )    NO ( )	
<b>ITEM</b>	<b>ESTADO TÉCNICO</b>	<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALO</b>	<b>MUY MALO</b>
1	Estado de carcasa	X			
2	Estado de pernos y anclaje	X			
3	Estado de tuberías (fugas)	X			
4	Estado de válvulas de seguridad		X		
5	Estado de instrumentación	X			
6	Estado de accesorios	X			
8	Estado de la brida del manhole	X			
9	Estado de conexión de tuberías	X			
TOTAL		8	1		
<b>ESTADO TÉCNICO</b>					
<b>OPERACIÓN</b>  Bueno : $8 \cdot 1 = 8$ Regular : $1 \cdot 0.80 = 0.8$ Malo : $0 \cdot 0.60 = 0$ TOTAL = $8.8 / 9 = 0.97 \cdot 100 = 97\%$ CONCLUSIÓN = BUENO					
	BUENO	MALO		97%	
	REGULAR	MUY MALO			

Fuente: Autor

**ANEXO A.30**

**Estado técnico del módulo acumulador de fluido02**

		<b>TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.</b>			
<b>EQUIPO: MÓDULO SEPARADOR #02</b>					
<b>CODIGO TECNICO:</b> TOF - PRO – MTU2 - AF 02			<b>RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO</b> Departamento de Mantenimiento		
<b>DESCRIPCIÓN DEL ESTADO TÉCNICO</b>			TOF:	Trace Oil Field	
			PRO:	Producción	
			MTU2:	Unidad Móvil de Prueba	
			AF 02:	Módulo Separador	
<b>MANUALES:</b> SI ( )      NO ( )		<b>PLANOS:</b> SI ( )      NO ( )		<b>REPUESTOS:</b> SI ( X )      NO ( )	
<b>ITEM</b>	<b>ESTADO TÉCNICO</b>	<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALO</b>	<b>MUY MALO</b>
1	Estado de carcasa	X			
2	Estado de pernos y anclaje	X			
3	Estado de tuberías (fugas)	X			
4	Estado de válvulas de seguridad	X			
5	Estado de instrumentación	X			
6	Estado de accesorios	X			
8	Estado de la brida del manhole	X			
9	Estado de conexión de tuberías	X			
TOTAL		9			
<b>ESTADO TÉCNICO</b>					
<b>OPERACIÓN</b>  Bueno : $9 \cdot 1 = 9$ Regular : $0 \cdot 0.80 = 0$ Malo : $0 \cdot 0.60 = 0$ TOTAL= $9 / 9 = 1 \cdot 100 = 100\%$ CONCLUSIÓN=BUENO					
	BUENO	MALO		100%	
	REGULAR	MUY MALO			

Fuente: Autor

## ANEXO A.31

### Estado técnico del módulo acumulador de fluido03

		TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.			
EQUIPO: MÓDULO SEPARADOR #03					
<b>CODIGO TECNICO:</b> TOF - PRO – MTU3 - AF 03			<b>RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO</b> Departamento de Mantenimiento		
<b>DESCRIPCIÓN DEL ESTADO TÉCNICO</b>			TOF:	Trace Oil Field	
			PRO:	Producción	
			MTU3:	Unidad Móvil de Prueba	
			AF 03:	Módulo Separador	
<b>MANUALES:</b> SI ( )      NO ( )		<b>PLANOS:</b> SI ( )                      NO ( )		<b>REPUESTOS:</b> SI ( X )      NO ( )	
<b>ITEM</b>	<b>ESTADO TÉCNICO</b>	<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALO</b>	<b>MUY MALO</b>
1	Estado de carcasa	X			
2	Estado de pernos y anclaje	X			
3	Estado de tuberías (fugas)	X			
4	Estado de válvulas de seguridad		X		
5	Estado de instrumentación	X			
6	Estado de accesorios	X			
8	Estado de la brida del manhole	X			
9	Estado de conexión de tuberías	X			
TOTAL		8	1		
ESTADO TÉCNICO					
<b>OPERACIÓN</b>  Bueno : $8 \cdot 1 = 8$ Regular : $1 \cdot 0.80 = 0.8$ Malo : $0 \cdot 0.60 = 0$ TOTAL = $8.8 / 9 = 0.97 \cdot 100 = 97\%$ CONCLUSIÓN = BUENO					
	BUENO	MALO			97%
	REGULAR	MUY MALO			

Fuente: Autor

## ANEXO A.32

### Estado técnico del módulo acumulador de fluido04

		TRACE OIL FIELD SERVICES CIA. LTDA.			
EQUIPO: MÓDULO SEPARADOR #04					
<b>CODIGO TECNICO:</b> TOF - PRO – MTU4 - AF 04			<b>RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO</b> Departamento de Mantenimiento		
<b>DESCRIPCIÓN DEL ESTADO TÉCNICO</b>		TOF:	Trace Oil Field		
		PRO:	Producción		
		MTU4:	Unidad Móvil de Prueba		
		AF 04:	Módulo Separador		
<b>MANUALES:</b> SI ( )      NO ( )		<b>PLANOS:</b> SI ( )                      NO ( )		<b>REPUESTOS:</b> SI ( X )      NO ( )	
<b>ITEM</b>	<b>ESTADO TÉCNICO</b>	<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALO</b>	<b>MUY MALO</b>
1	Estado de carcasa	X			
2	Estado de pernos y anclaje	X			
3	Estado de tuberías (fugas)	X			
4	Estado de válvulas de seguridad	X			
5	Estado de instrumentación	X			
6	Estado de accesorios	X			
8	Estado de la brida del manhole	X			
9	Estado de conexión de tuberías	X			
TOTAL		9			
ESTADO TÉCNICO					
<b>OPERACIÓN</b>  Bueno : $9 \cdot 1 = 9$ Regular : $0 \cdot 0.80 = 0$ Malo : $0 \cdot 0.60 = 0$ TOTAL = $9 / 9 = 1 \cdot 100 = 100\%$ CONCLUSIÓN = BUENO					
	BUENO	MALO			100%
	REGULAR	MUY MALO			

Fuente: Autor

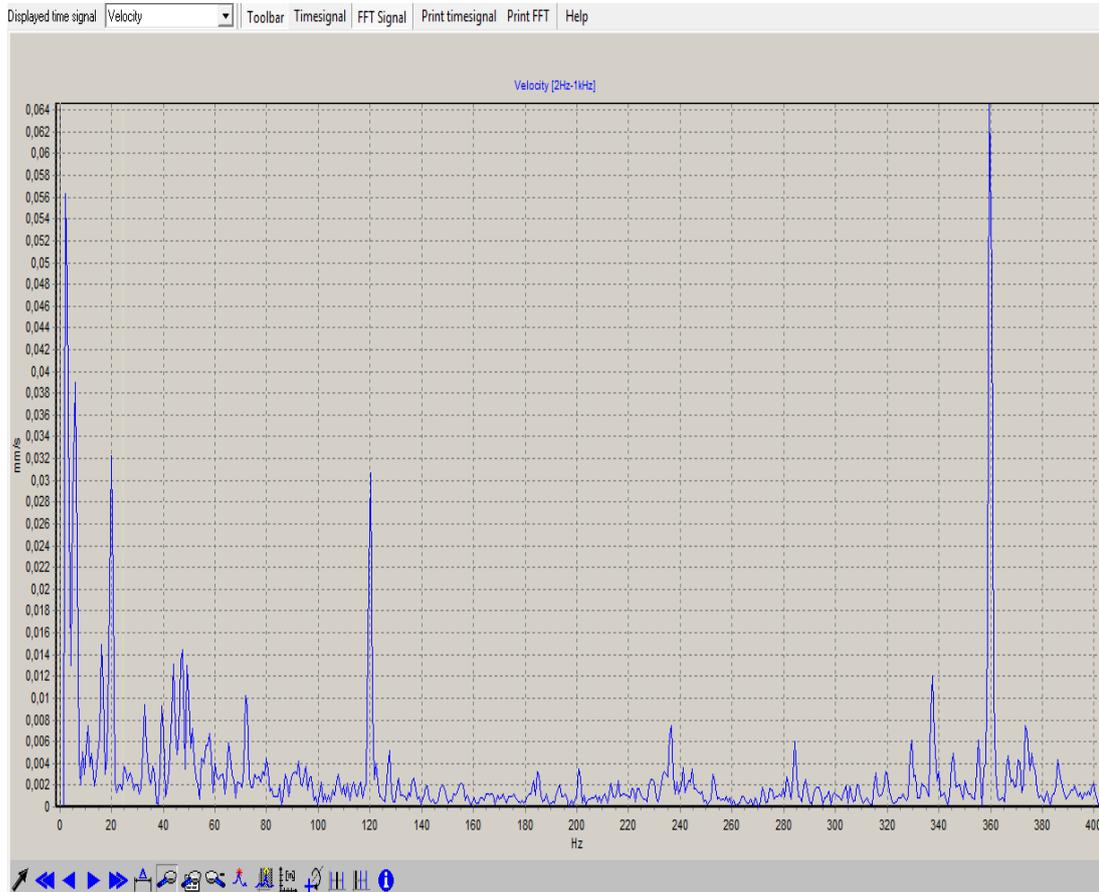
## **ANEXO B**

### **Espectros de vibración de las bombas centrifugas**

## ANEXO B.1

### Espectro obtenido en el punto 1 BC01 R

Figura 43: Espectro obtenido en el punto BC01 R



Fuente: Autor

### ANÁLISIS

No existen picos altos y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 0.09mm/s.

### DIAGNÓSTICO

No tenemos ningún tipo de problema, ya que los picos son demasiado bajos.

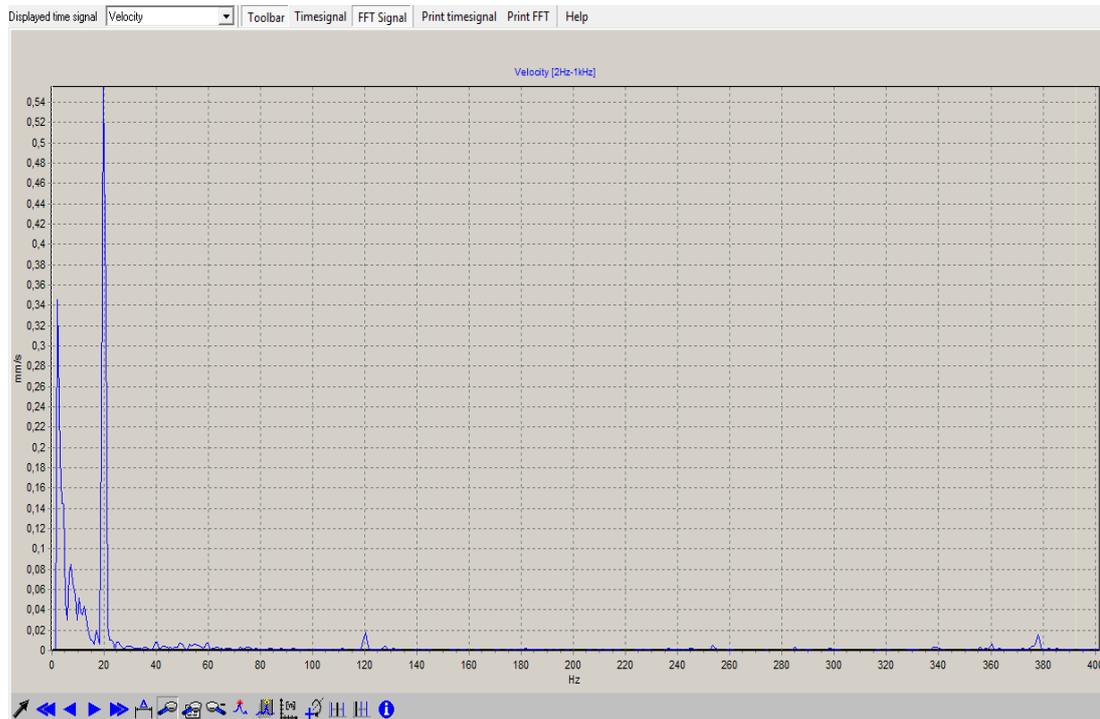
### RECOMENDACIÓN

Realizar el monitoreo adecuado, para mantener los resultados actuales.

## ANEXO B.2

### Espectro obtenido en el punto 1 BC01T

Figura 44: Espectro obtenido en el punto 1 BC01T



Fuente: Autor

### ANÁLISIS

No existen picos altos y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 0.41mm/s.

### DIAGNÓSTICO

No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores pico son demasiado bajos.

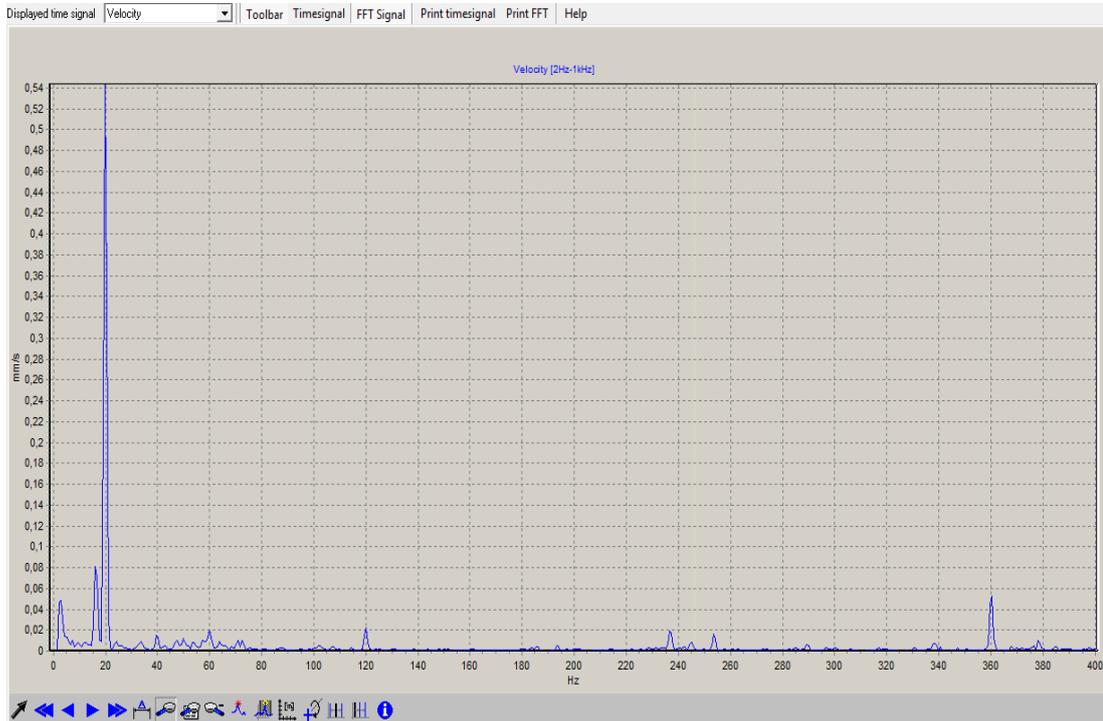
### RECOMENDACIÓN

Seguir realizando el monitoreo adecuado, para seguir manteniendo los resultados actuales.

## ANEXO B.3

### Espectro obtenido en el punto 1 BC01A

Figura 45: Espectro obtenido en el punto 1 BC01 A



Fuente: Autor

### ANÁLISIS

No existen picos altos y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 0.43mm/s.

### DIAGNÓSTICO

No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores pico son demasiado bajos.

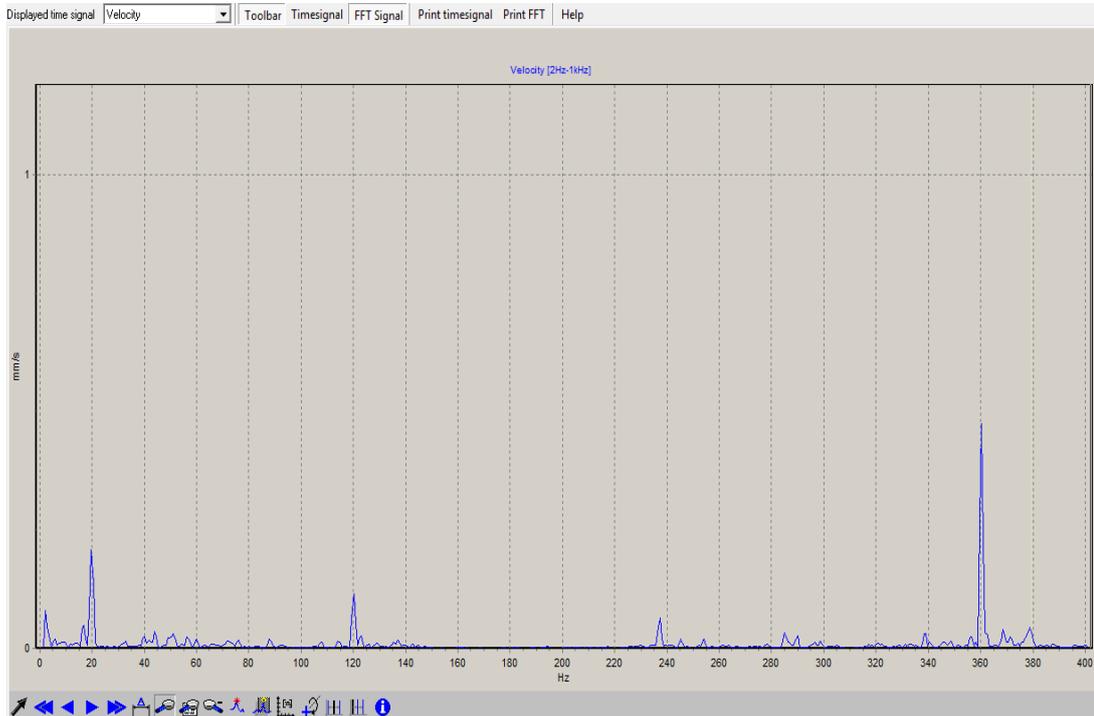
### RECOMENDACIÓN

Seguir realizando el monitoreo adecuado, para seguir manteniendo los resultados actuales.

## ANEXO B.4

### Espectro obtenido en el punto 2 BC01 R

Figura 46: Espectro obtenido en el punto 2 BC02 R



Fuente: Autor

### ANÁLISIS

No existen picos altos y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 1.15mm/s.

### DIAGNÓSTICO

No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores pico son muy bajos.

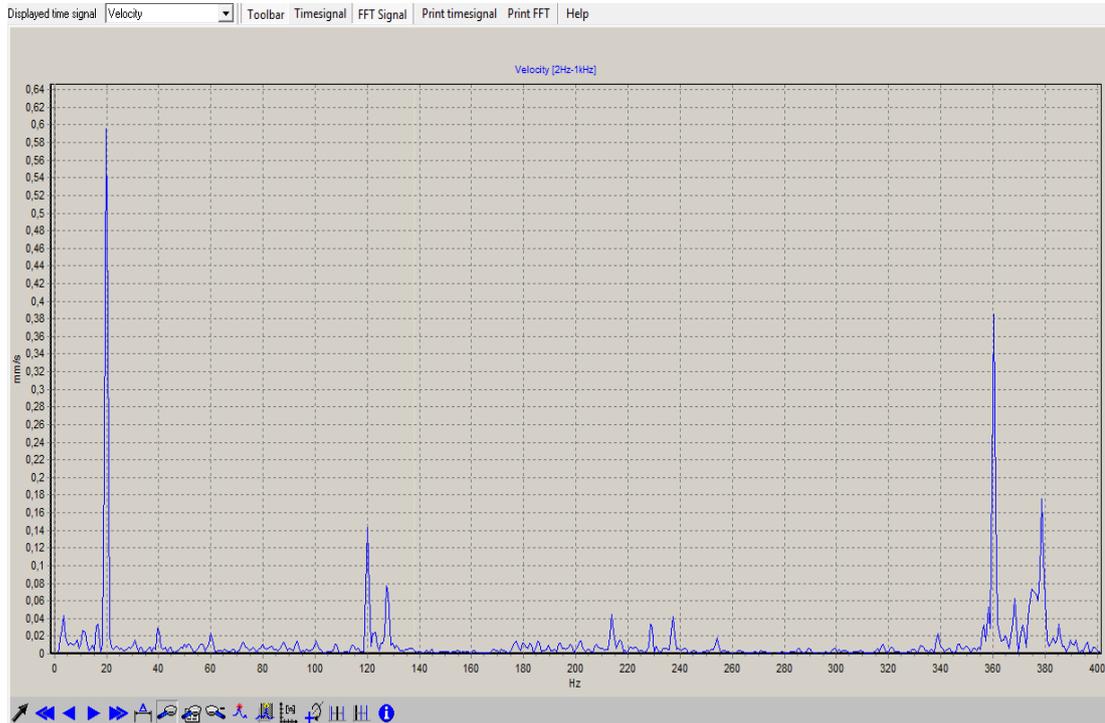
### RECOMENDACIÓN

Seguir realizando el monitoreo adecuado, para seguir manteniendo los resultados actuales.

## ANEXO B.5

### Espectro obtenido en el punto 2 BC01 T

Figura 47: Espectro obtenido en el punto 2 BC02 T



Fuente: Autor

### ANÁLISIS

No existen picos altos y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 0.73mm/s.

### DIAGNÓSTICO

No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores pico son demasiado bajos.

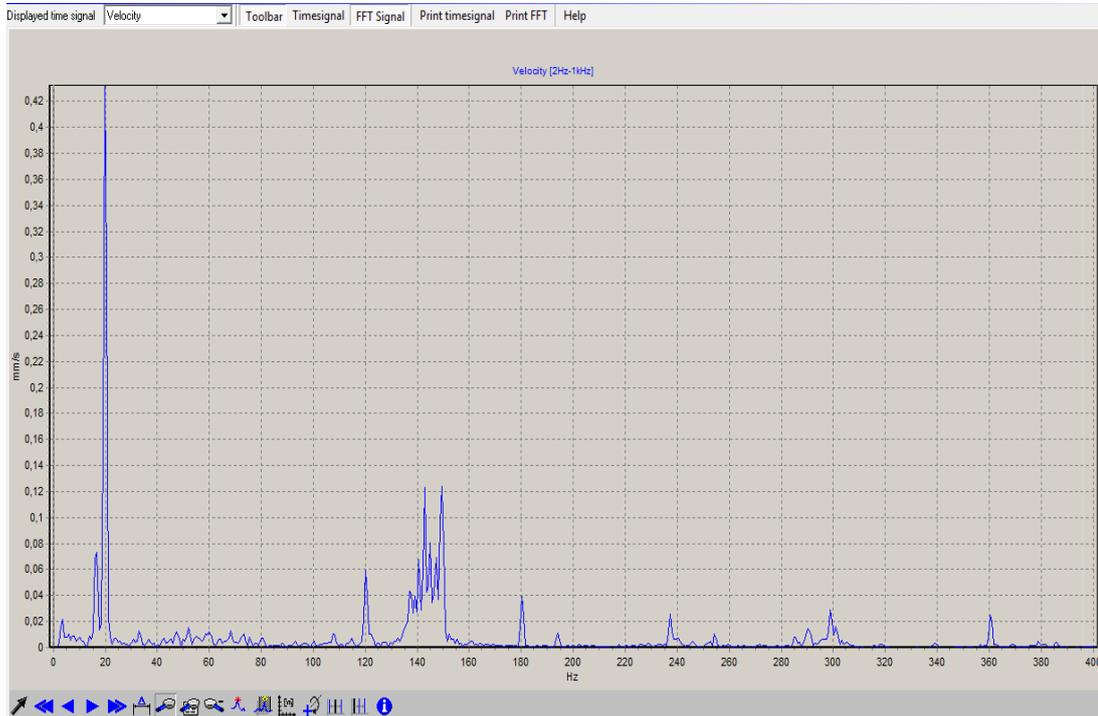
### RECOMENDACIÓN

Realizar el monitoreo adecuado en el equipo, para seguir manteniendo los resultados actuales.

## ANEXO B.6

### Espectro obtenido en el punto 2 BC02 A

Figura 48: Espectro obtenido en el punto 2 BC01 A



Fuente: Autor

### ANÁLISIS

No existen picos altos y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 0.37mm/s.

### DIAGNÓSTICO

No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores pico son demasiado bajos.

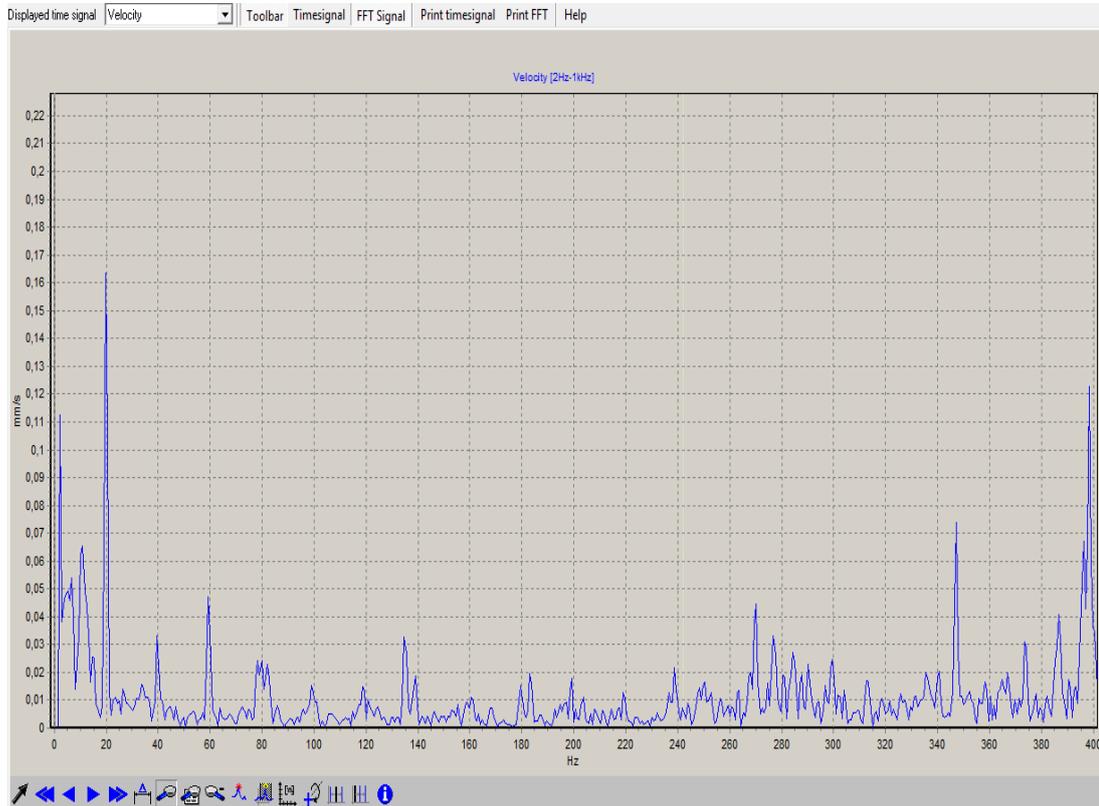
### RECOMENDACIÓN

Realizar el monitoreo adecuado en el equipo, para seguir manteniendo los resultados actuales.

## ANEXO B.7

### Espectro obtenido en el punto 1 BC02 R

Figura 49: Espectro obtenido en el punto 1 BC02 R



Fuente: Autor

### ANÁLISIS

No existen picos altos y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 0.49mm/s.

### DIAGNÓSTICO

No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores pico son demasiado bajos.

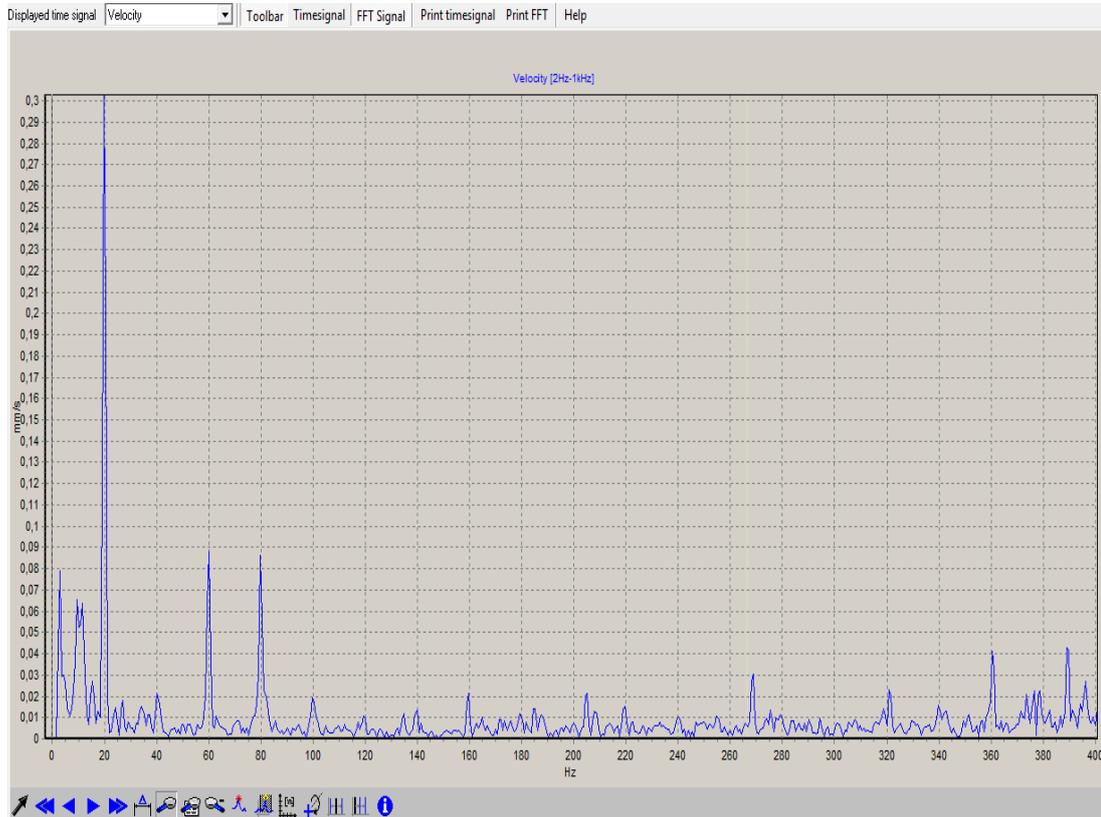
### RECOMENDACIÓN

Realizar el monitoreo adecuado en el equipo, para seguir manteniendo los resultados actuales.

## ANEXO B.8

### Espectro obtenido en el punto 1 BC02 T

Figura 50: Espectro obtenido en el punto 1 BC02 T



Fuente: Autor

### ANÁLISIS

No existen picos altos y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 0.49mm/s.

### DIAGNÓSTICO

No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores pico son demasiado bajos.

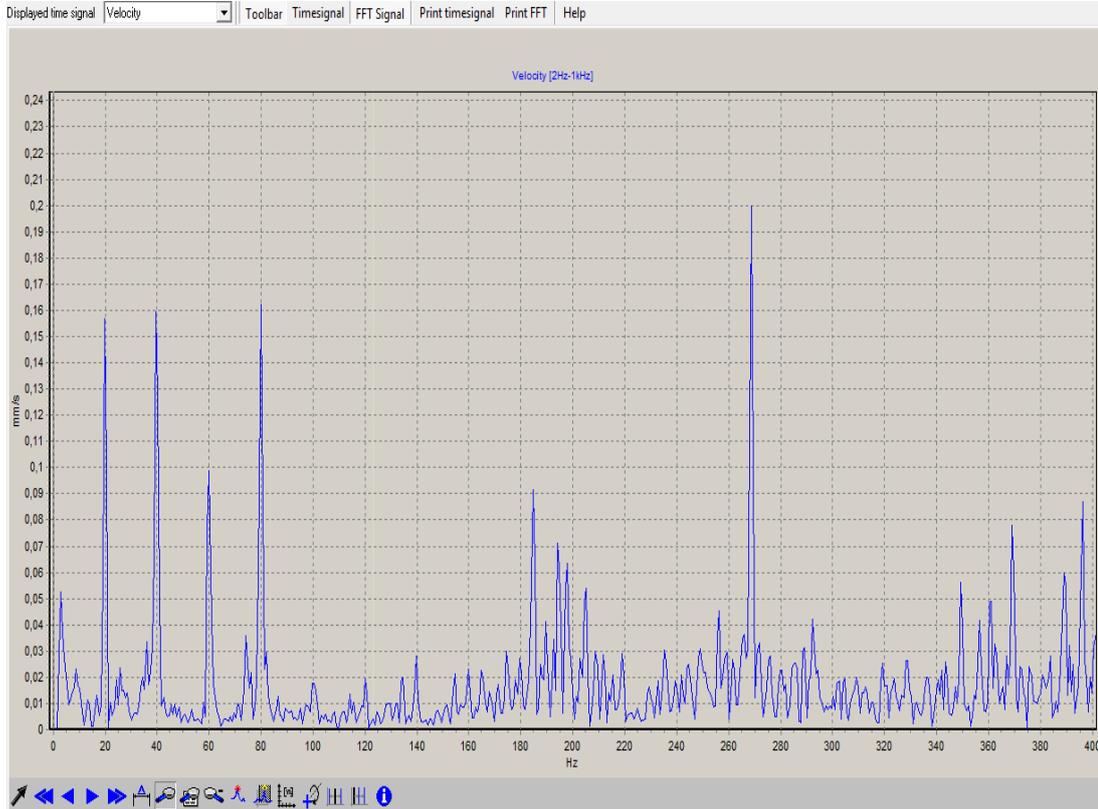
### RECOMENDACIÓN

Realizar el monitoreo adecuado en el equipo, para seguir manteniendo los resultados actuales.

## ANEXO B.9

### Espectro obtenido en el punto 1 BC2 A

Figura 51: Espectro obtenido en el punto 1 BC02 A



Fuente: Autor

### ANÁLISIS

No existen picos altos y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 0.99mm/s.

### DIAGNÓSTICO

No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores pico son demasiado bajos.

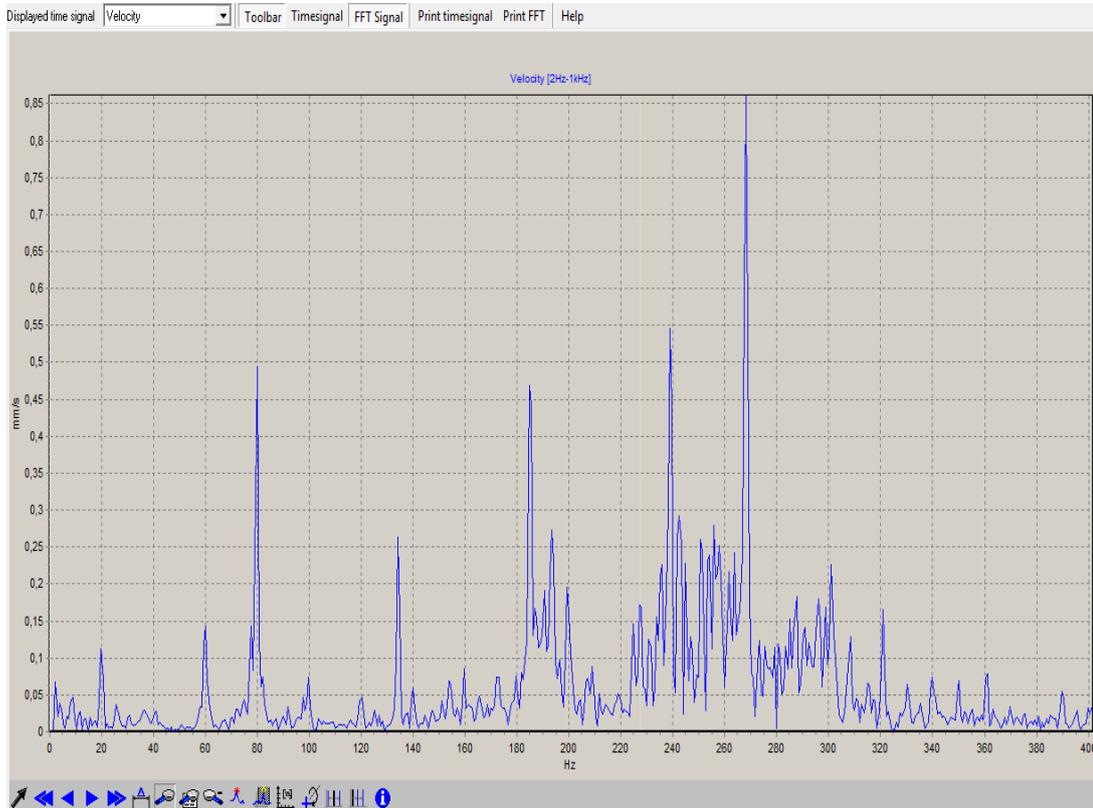
### RECOMENDACIÓN

Realizar el monitoreo adecuado en el equipo, para seguir manteniendo los resultados actuales.

## ANEXO B.10

### Espectro obtenido en el punto 2 BC02 R

Figura 52: Espectro obtenido en el punto 2 BC02 R



Fuente: Autor

### ANÁLISIS

No existen picos altos y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 1.44mm/s.

### DIAGNÓSTICO

No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los picos son bajos y admisibles.

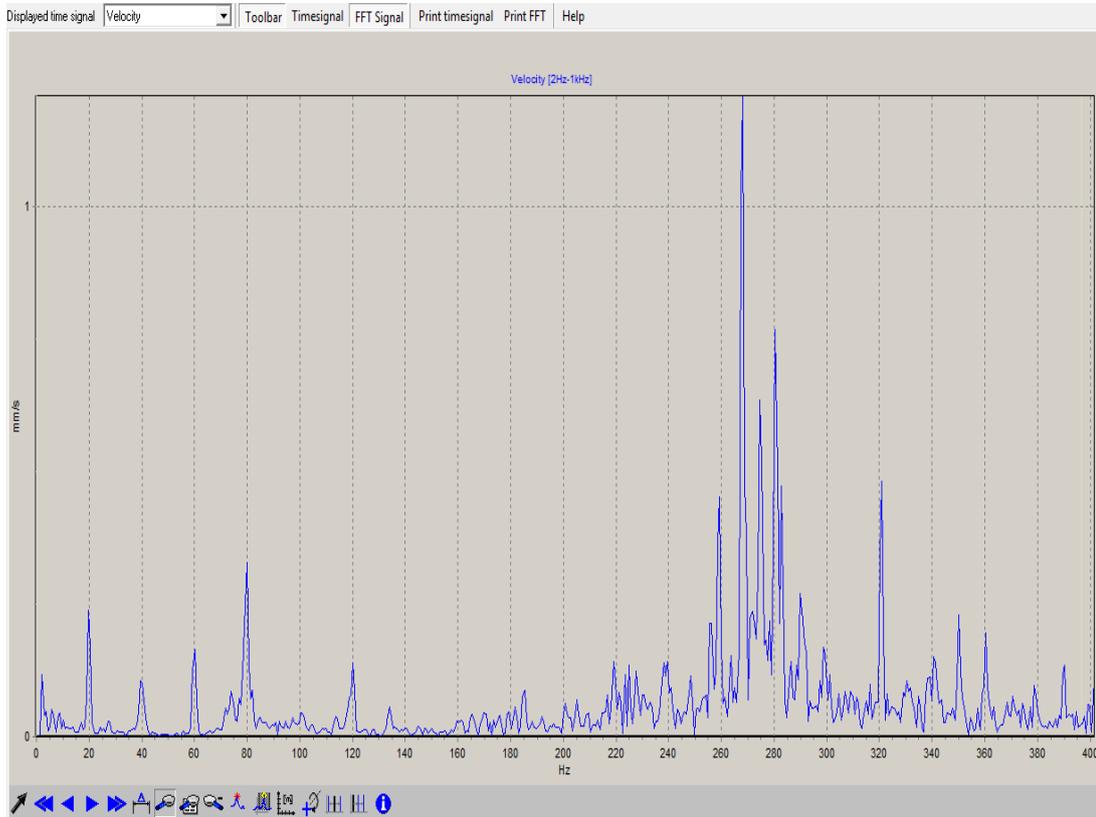
### RECOMENDACIÓN

Realizar el monitoreo adecuado en el equipo, para seguir manteniendo los resultados actuales.

## ANEXO B.11

### Espectro obtenido en el punto 2 BC02 T

Figura 53: Espectro obtenido en el punto 2 BC02 T



Fuente: Autor

### ANÁLISIS

No existen picos altos y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 1.27mm/s.

### DIAGNÓSTICO

No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los picos son bajos y admisibles.

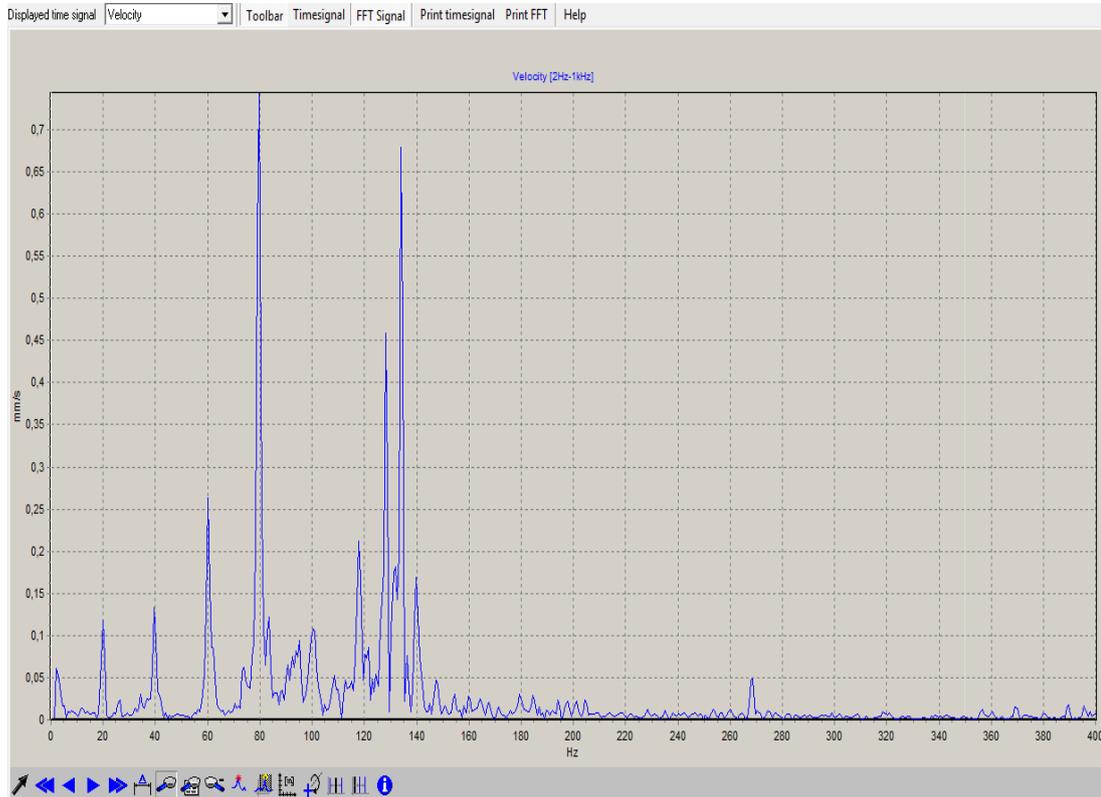
### RECOMENDACIÓN

Realizar el monitoreo adecuado en el equipo, para seguir manteniendo los resultados actuales.

## ANEXO B.12

### Espectro obtenido en el punto 2 BC02 A

Figura 54: Espectro obtenido en el punto 2 BC02 A



Fuente: Autor

### ANÁLISIS

No existen picos altos y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 0.99mm/s.

### DIAGNÓSTICO

No tenemos ningún tipo de problema, ya que los picos son bajos y admisibles.

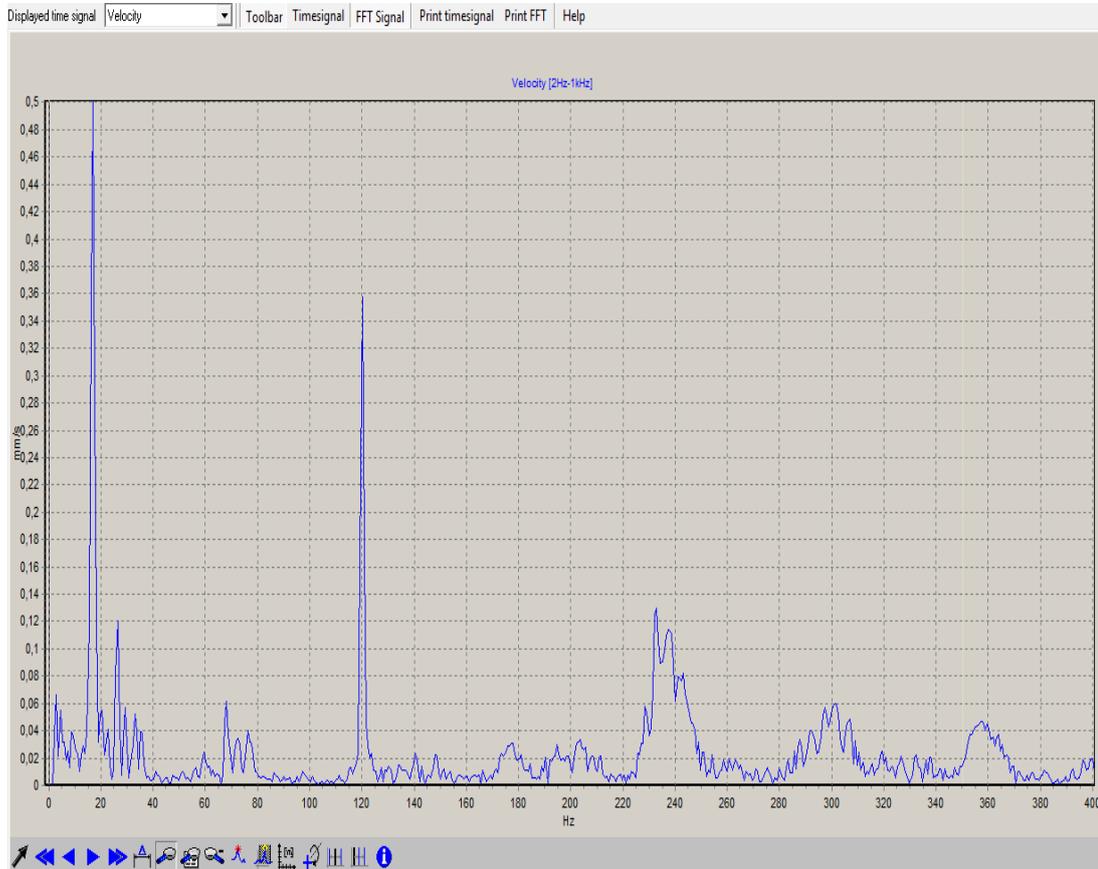
### RECOMENDACIÓN

Realizar el monitoreo adecuado en el equipo, para seguir manteniendo los resultados actuales.

## ANEXO B.13

### Espectro obtenido en el punto 1 BC03 R

Figura 55: Espectro obtenido en el punto 1BC03 R



Fuente: Autor

### ANÁLISIS

No existen picos altos y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 0.61mm/s.

### DIAGNÓSTICO

No tenemos ningún tipo de problema, los picos son demasiado bajos y admisibles.

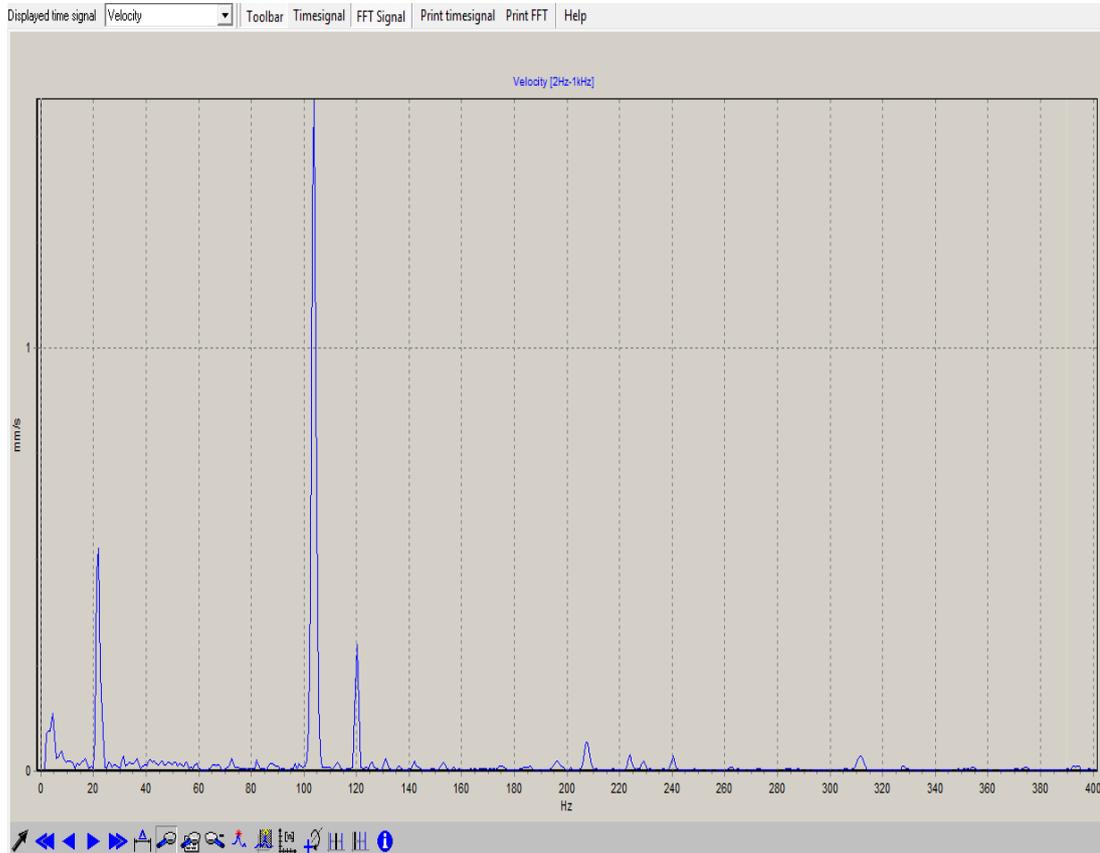
### RECOMENDACIÓN

Realizar el monitoreo adecuado en el equipo, para seguir manteniendo los resultados actuales.

## ANEXO B.14

### Espectro obtenido en el punto 1 BC03 T

Figura 56: Espectro obtenido en el punto 1 BC03 T



Fuente: Autor

### ANÁLISIS

No existen picos altos y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 1.35mm/s.

### DIAGNÓSTICO

No tenemos ningún tipo de problema, los picos son demasiado bajos y admisibles.

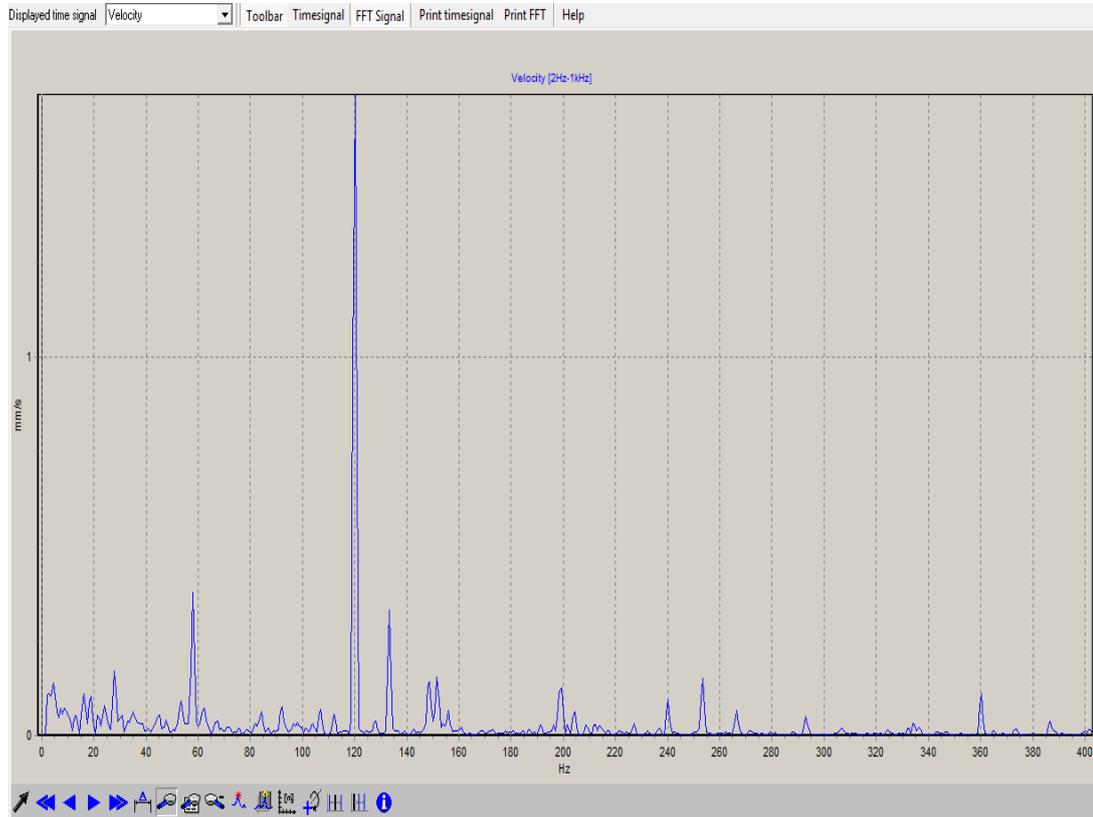
### RECOMENDACIÓN

Realizar el monitoreo adecuado en el equipo, para seguir manteniendo los resultados actuales.

## ANEXO B.15

### Espectro obtenido en el punto 1 BC03 A

Figura 57: Espectro obtenido en el punto 1 BC03 A



Fuente: Autor

### ANÁLISIS

No existen picos altos y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 1.1 mm/s.

### DIAGNÓSTICO

No tenemos ningún tipo de problema, los picos son demasiado bajos y admisibles.

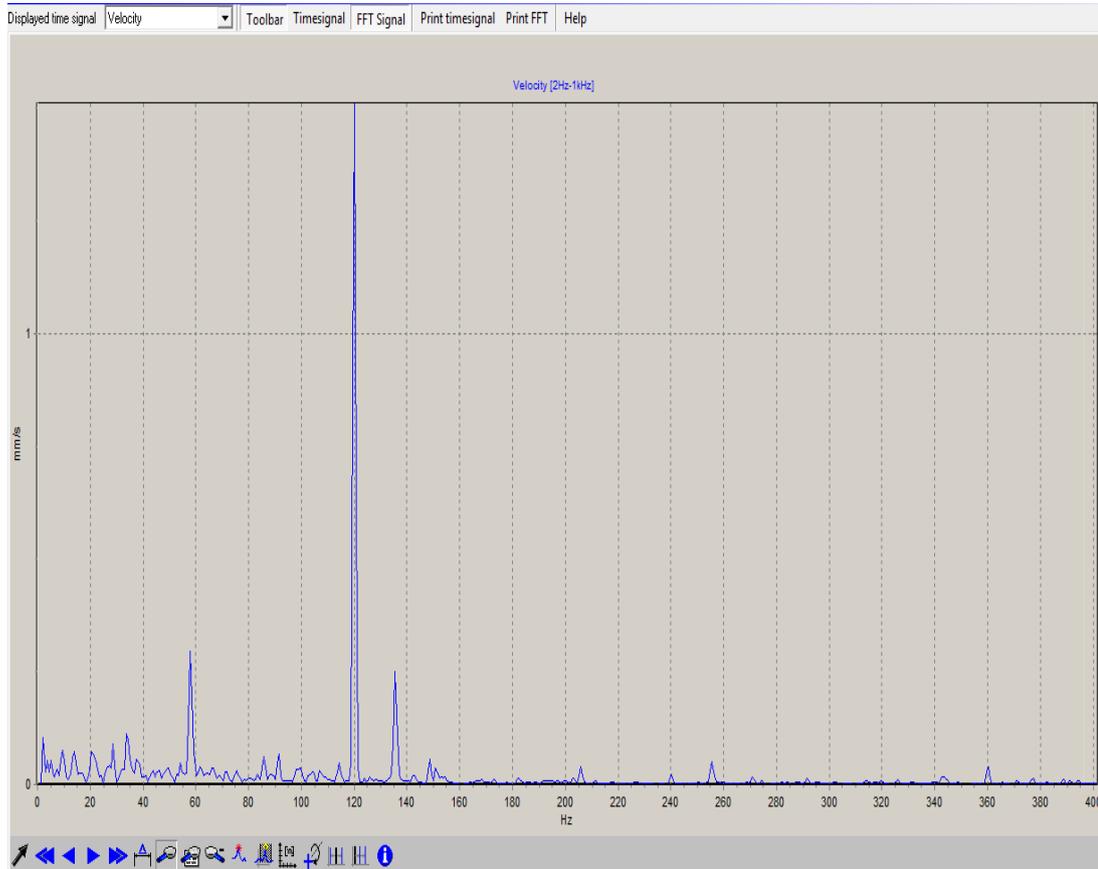
### RECOMENDACIÓN

Realizar el monitoreo adecuado en el equipo, para seguir manteniendo los resultados actuales.

## ANEXO B.16

### Espectro obtenido en el punto 2 BC03 R

Figura 58: Espectro obtenido en el punto 2 BC03 R



Fuente: Autor

### ANÁLISIS

No existen picos altos y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 1.05mm/s.

### DIAGNÓSTICO

No tenemos ningún tipo de problema, los picos son demasiado bajos y admisibles.

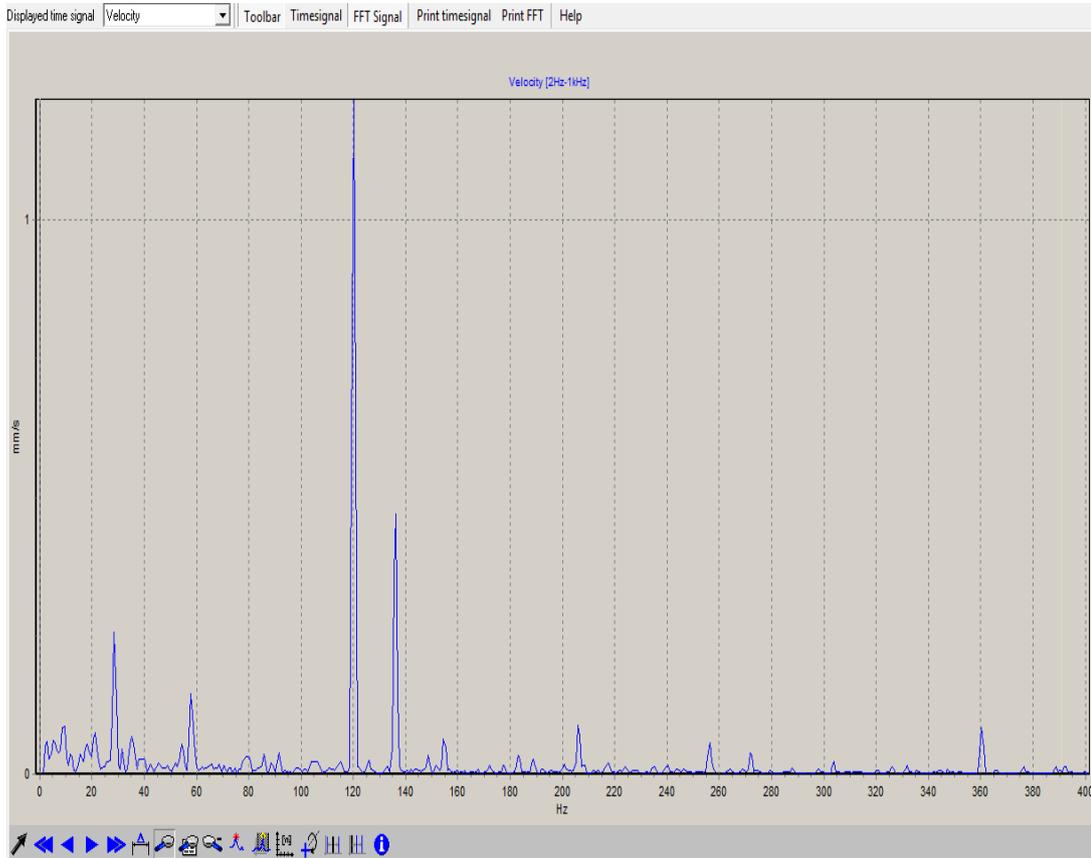
### RECOMENDACIÓN

Realizar el monitoreo adecuado en el equipo, para seguir manteniendo los resultados actuales.

## ANEXO B.17

### Espectro obtenido en el punto 2 BC03 T

Figura 59: Espectro obtenido en el punto 2 BC03 T



Fuente: Autor

### ANÁLISIS

No existen picos altos y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 0.94mm/s.

### DIAGNÓSTICO

No tenemos ningún tipo de problema, los picos son demasiado bajos y admisibles.

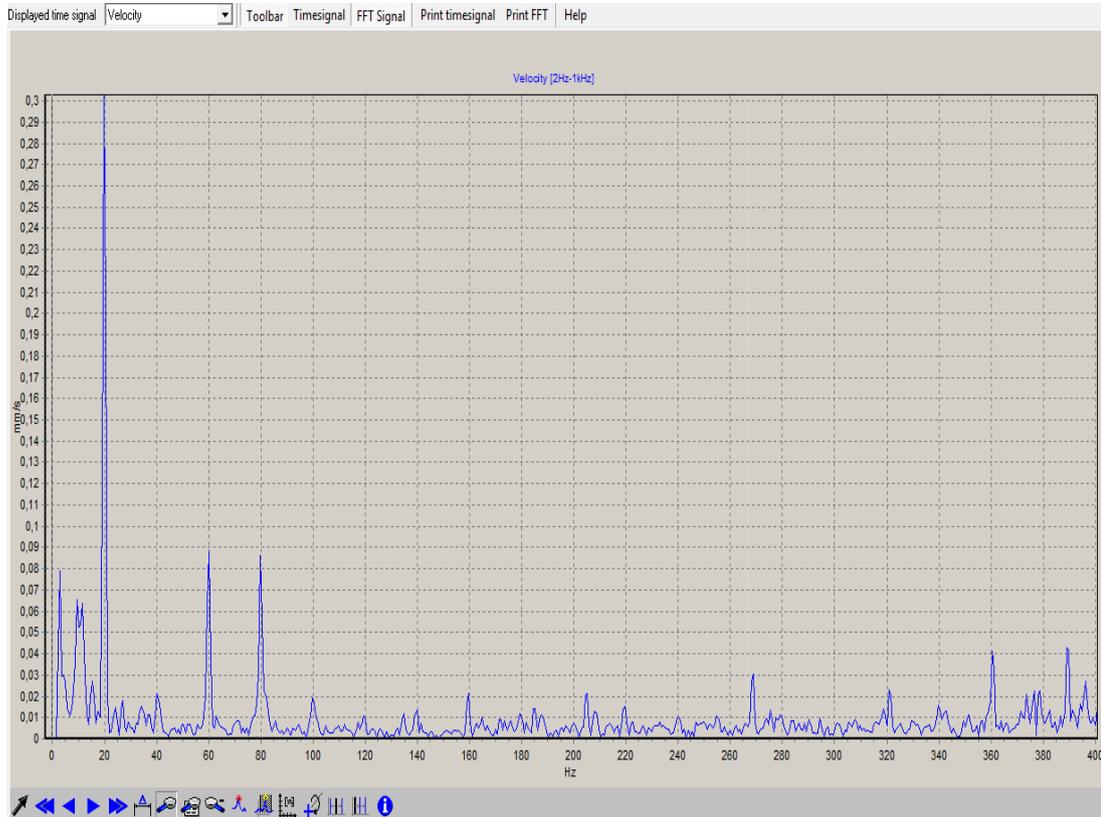
### RECOMENDACIÓN

Realizar el monitoreo adecuado en el equipo, para seguir manteniendo los resultados actuales.

## ANEXO B.18

### Espectro obtenido en el punto 2 BC03 A

Figura 60: Espectro obtenido en el punto 2BC03 A



Fuente: Autor

### ANÁLISIS

No existen picos altos y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 0.32mm/s.

### DIAGNÓSTICO

No tenemos ningún tipo de problema, los picos son demasiado bajos y admisibles.

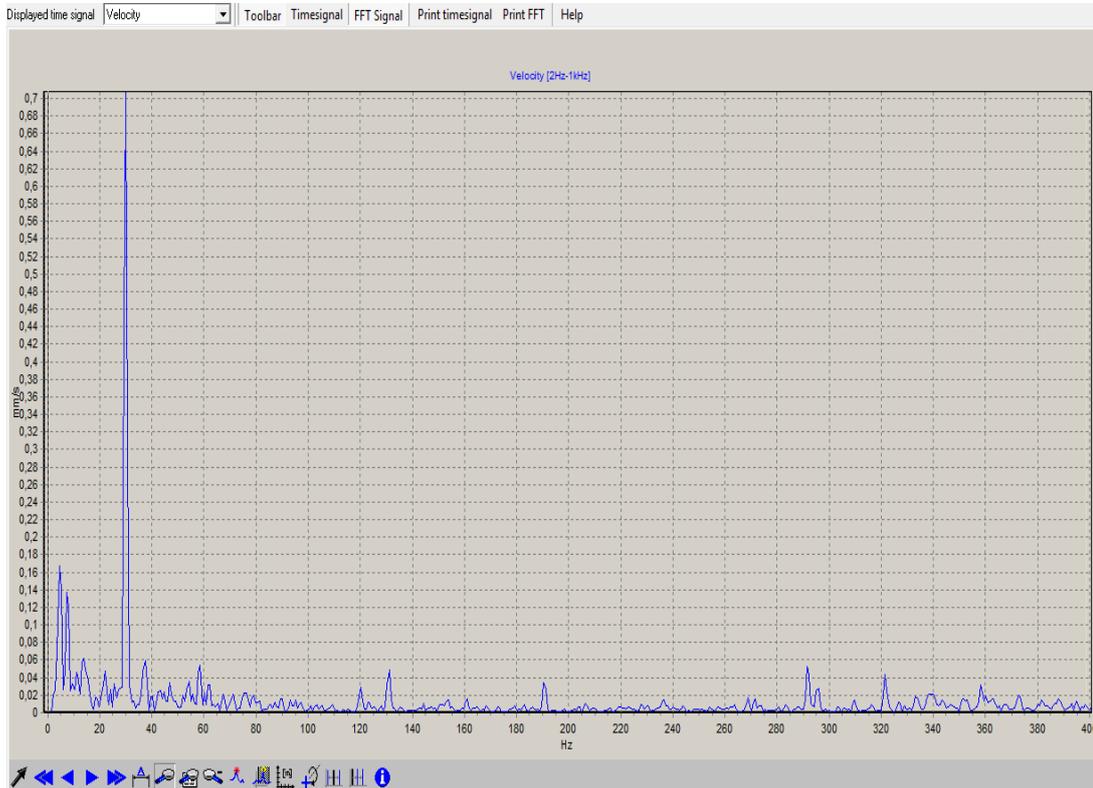
### RECOMENDACIÓN

Realizar el monitoreo adecuado en el equipo, para seguir manteniendo los resultados actuales.

## ANEXO B.19

### Espectro obtenido en el punto 1 BC04 R

Figura 61: Espectro obtenido en el punto 1 BC04 R



Fuente: Autor

### ANÁLISIS

No existen picos altos y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 0.63mm/s.

### DIAGNÓSTICO

No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los picos son bajos y admisibles.

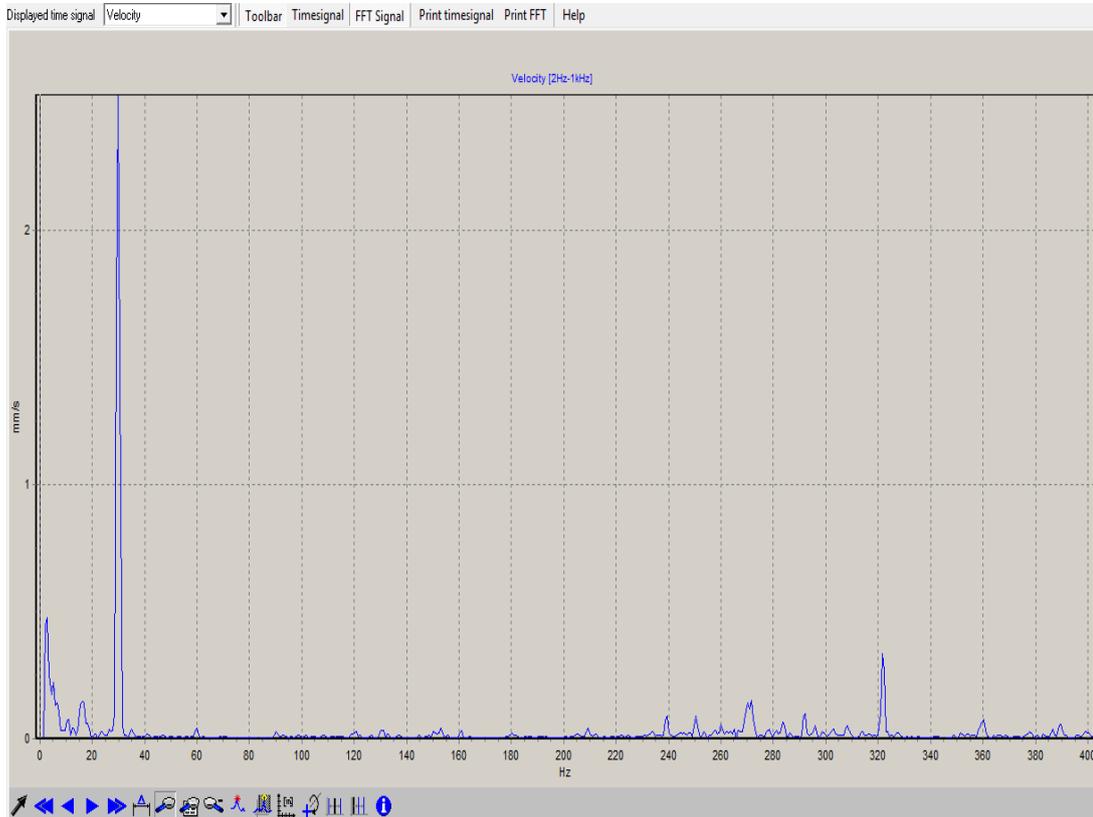
### RECOMENDACIÓN

Realizar el monitoreo adecuado en el equipo, para seguir manteniendo los resultados actuales.

## ANEXO B.20

### Espectro obtenido en el punto 1 BC04 T

Figura 62: Espectro obtenido en el punto 1 BC04 T



Fuente: Autor

### ANÁLISIS

No existen picos altos y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 1.90mm/s.

### DIAGNÓSTICO

No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los picos son bajos y admisibles.

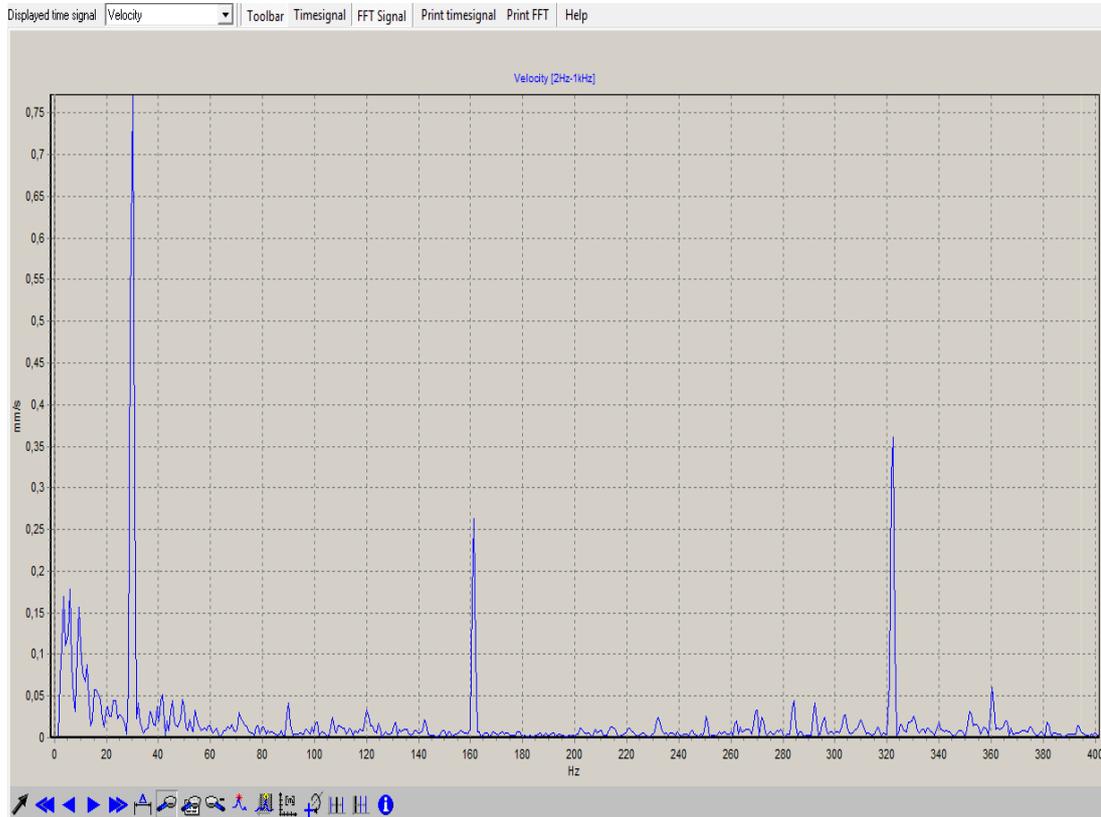
### RECOMENDACIÓN

Realizar el monitoreo adecuado en el equipo, para seguir manteniendo los resultados actuales.

## ANEXO B.21

### Espectro obtenido en el punto 1 BC04 A

Figura 63: Espectro obtenido en el punto 1 BC04 A



Fuente: Autor

### ANÁLISIS

No existen picos altos y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 0.58mm/s.

### DIAGNÓSTICO

No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los picos son bajos y admisibles.

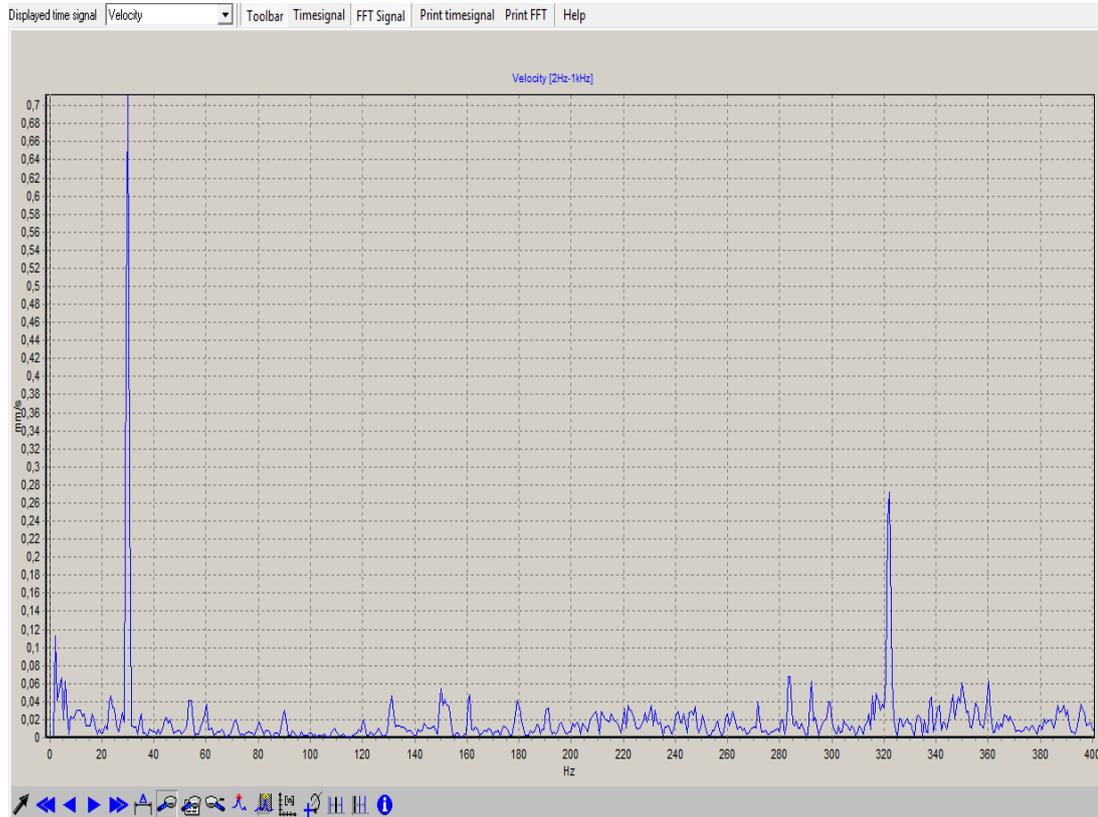
### RECOMENDACIÓN

Realizar el monitoreo adecuado en el equipo, para seguir manteniendo los resultados actuales.

## ANEXO B.22

### Espectro obtenido en el punto 2 BC04 R

Figura 64: Espectro obtenido en el punto 2 BC04 R



Fuente: Autor

### ANÁLISIS

No existen picos altos y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 0.57mm/s.

### DIAGNÓSTICO

No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los picos son bajos y admisibles.

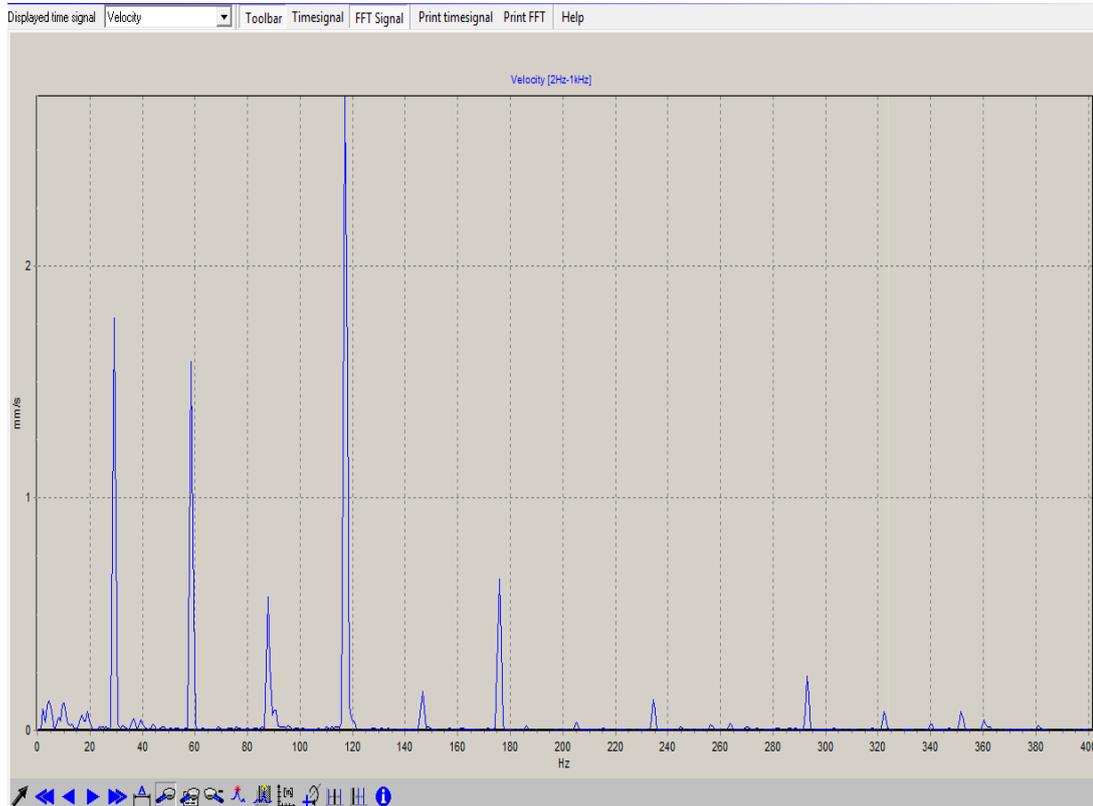
### RECOMENDACIÓN

Realizar el monitoreo adecuado en el equipo, para seguir manteniendo los resultados actuales.

## ANEXO B.23

### Espectro obtenido en el punto 2 BC04 T

Figura 65: Espectro obtenido en el punto 2 BC04 T



Fuente: Autor

### ANÁLISIS

No existen picos altos y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 2.17mm/s.

### DIAGNÓSTICO

No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los picos son bajos y admisibles.

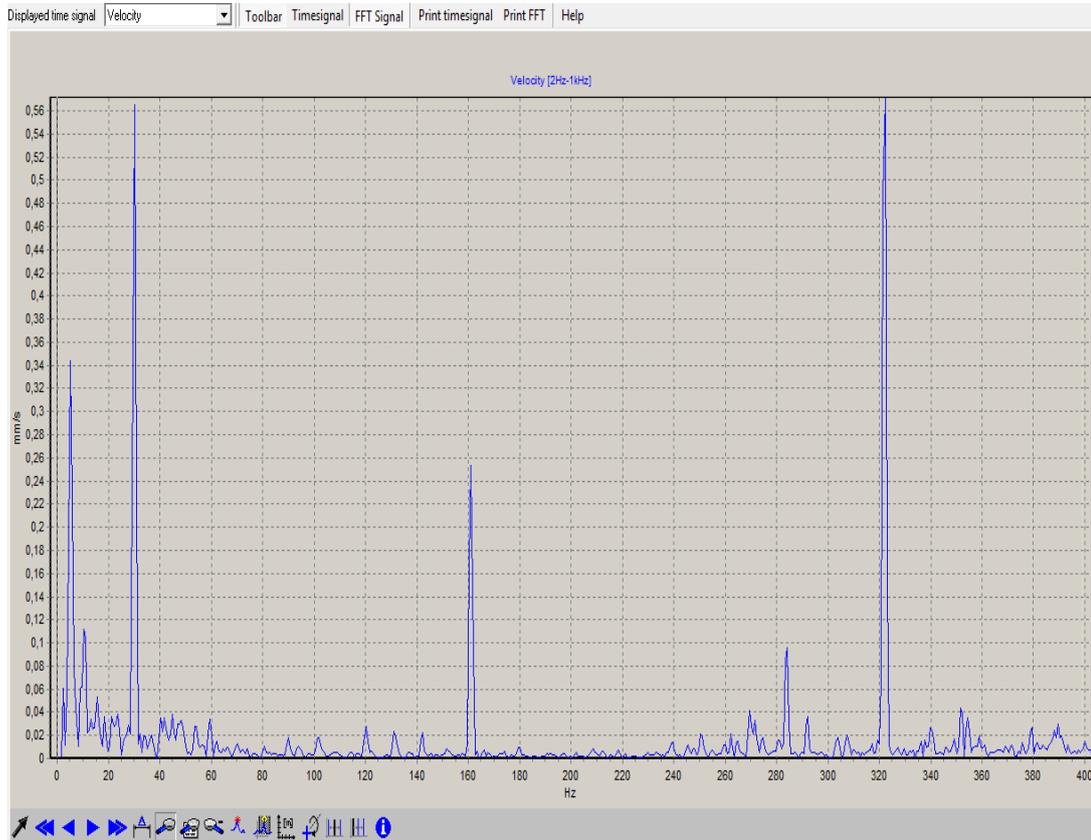
### RECOMENDACIÓN

Realizar el monitoreo adecuado en el equipo, para seguir manteniendo los resultados actuales.

## ANEXO B.24

### Espectro obtenido en el punto 2 BC04 A

Figura 66: Espectro obtenido en el punto 2 BC04 A



Fuente: Autor

### ANÁLISIS

No existen picos altos y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 0.65mm/s.

### DIAGNÓSTICO

No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los picos son bajos y admisibles.

### RECOMENDACIÓN

Realizar el monitoreo adecuado en el equipo, para seguir manteniendo los resultados actuales.