

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
EXTENSIÓN REGIÓN CENTRO SUR ANACO
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN
CONFIABILIDAD (MCC) PARA LOS MOTOCOMPRESORES DE LA
PLANTA COMPRESORA SANTA ROSA BOOSTER, ANACO ESTADO
ANZOÁTEGUI

Realizado por:

Lozano C., Ligia M.

Trabajo de Grado presentado en la Universidad de Oriente como requisito para
optar al título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Anaco, Noviembre de 2018

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
EXTENSIÓN REGIÓN CENTRO SUR ANACO
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN
CONFIABILIDAD (MCC) PARA LOS MOTOCOMPRESORES DE LA
PLANTA COMPRESORA SANTA ROSA BOOSTER, ANACO ESTADO
ANZOÁTEGUI

Revisado por:

Esp. Alcántara, José
Asesor Académico

Ing. Martínez, Elimar
Asesor Industrial

Anaco, Noviembre de 2018

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
EXTENSIÓN REGIÓN CENTRO SUR ANACO
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN
CONFIABILIDAD (MCC) PARA LOS MOTOCOMPRESORES DE LA
PLANTA COMPRESORA SANTA ROSA BOOSTER, ANACO ESTADO
ANZOÁTEGUI**

Jurado Calificador:

El jurado hace constar que asignó a esta tesis la calificación de:

APROBADO

Esp. Alcántara, José
Asesor Académico

Esp. Córdova, David
Jurado Principal

Ing. Tovar, Ernesto
Jurado Principal

Anaco, Noviembre de 2018

RESOLUCIÓN

De acuerdo al Artículo 41 del Reglamento de trabajos de grado (vigente a partir del II semestre 2009) según comunicación CU-034-209:

“Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien lo participará al Consejo Universitario”.

DEDICATORIA

A Jesucristo mi Señor y mi Dios, por darme sabiduría y fortalecerme.

Al único y sabio Dios, nuestro Salvador, sea gloria y majestad, imperio y potencia, ahora y por todos los siglos. Amén. San Judas 1:25.

A mi Madre, Marleny de Lozano, por ser mi apoyo, ejemplo y alentarme a no rendirme ni renunciar a mis sueños y metas. Tus Bendiciones me siguen alcanzando.

A mi Padre, Ricardo Lozano, por darme su apoyo y consejos. Tus sabias palabras siempre me acompañan.

A mi Hermana, Esperanza Lozano, por ser mi compañera y amiga, sigamos caminando juntas en esta vida sin desviar la mirada de nuestros objetivos.

A mi Tía Martha Carabali, por estar presente siempre que eh necesitado de apoyo y consejos. Eres mi segunda madre.

A mi amiga, Yulimar Rojas, por estar presente en los momentos buenos y en los difíciles. Es un honor para mí llamarte amiga.

A todas las personas que de una u otra manera me han ayudado a llegar hasta aquí.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Jesucristo mi Señor por su infinita misericordia, por ser mi fortaleza, mi escudo y por guiarme por en cada paso.

A mis Padres, por estar siempre a mi lado, apoyarme y darme aliento. Gracias por sus Bendiciones.

A mi Hermana, gracias por estar conmigo y considerar mis logros como tuyos.

A mi Tía Martha por su apoyo incondicional.

A mi asesor académico Esp. José Alcántara, gracias por orientarme y guiarme a lo largo de mi trabajo de grado y darme las herramientas necesarias para culminarlo de manera satisfactoria.

A mí asesor industrial Ing. Elimar Martínez, gracias por compartir sus conocimientos conmigo y por orientarme en realización de este trabajo.

A Gladys Jiménez, Jesús Velásquez, Eligio González, Edgar Guzmán, Luis Aro, Mariana Guevara y a todos en la Superintendencia de Mantenimiento Mayor, muchas gracias por su apoyo, y asesoramiento técnico.

A Yulimar Rojas, gracias por su amistad incondicional.

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
EXTENSIÓN REGIÓN CENTRO SUR ANACO
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN
CONFIABILIDAD (MCC) PARA LOS MOTOCOMPRESORES DE LA
PLANTA COMPRESORA SANTA ROSA BOOSTER, ANACO ESTADO
ANZOÁTEGUI**

Autor: Lozano C., Ligia M.

Tutor Académico: Esp. Alcántara, José

Fecha: Noviembre, 2018

RESUMEN

La investigación fue considerada de tipo descriptiva, con un diseño de campo; tuvo como objetivo general diseñar un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC) para los motocompresores de la Planta Compresora Santa Rosa Booster, Anaco Estado Anzoátegui. Primeramente, se procedió a describir el contexto operacional de los equipos y las especificaciones técnicas de los mismos. Posteriormente, fueron jerarquizados los sistemas que conforman los motocompresores; para lo cual, se consideró el principio establecido en la Ley de Pareto y fueron tomados como objeto de estudio los sistemas que originan el 20% de las causas totales de las fallas en los motocompresores, los cuales fueron los sistemas de compresión, lubricación, enfriamiento y depuración. Seguidamente, se identificaron las funciones, fallas funcionales, modos de fallas y efectos de las mismas, mediante la herramienta de análisis de modos y efectos de falla (AMEF). Luego, se aplicó el Árbol Lógico de Decisión (ALD), con la finalidad de establecer las tareas de mantenimiento, donde se generaron un 62% basadas en condición, 28% basadas en tiempo y 10% detección de fallas; Finalmente, se elaboró el plan de mantenimiento; con el cual, se pretende disminuir la incidencia de fallas de estos equipos; así como, aumentar su disponibilidad.

Descriptores: diseño, plan, mantenimiento, confiabilidad, motocompresores, planta.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESOLUCIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vi
RESUMEN.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
INTRODUCCIÓN	xv
CAPÍTULO I.....	17
EL PROBLEMA	17
1.1 Planteamiento del Problema.....	17
1.2 Objetivos de la Investigación	20
1.2.1 Objetivo General	20
1.2.2 Objetivos Específicos.....	21
1.3 Descripción de la Empresa.....	21
1.3.1 Nombre de la Empresa	21
1.3.2 Ubicación Geográfica	21
1.3.3 Reseña Histórica de la Empresa	22
1.3.4 Misión	23
1.3.5 Visión	23
1.4 Características del Distrito Gas Anaco	24
1.4.1 Estructura Organizativa Compresión Gas Anaco	25
1.5 Superintendencia de Mantenimiento Mayor	26
1.5.1 Visión	26
1.5.2 Misión	26
1.5.3 Estructura Organizativa Superintendencia de Mantenimiento Mayor	27
CAPÍTULO II	28
MARCO TEÓRICO.....	28
2.1 Antecedentes de la Investigación	28
2.2 Bases Teóricas.....	30
2.2.1 Mantenimiento	30
2.2.2 Objetivo de Mantenimiento	30
2.2.3 Funciones del Mantenimiento	31
2.2.4 Gestión de Mantenimiento	31
2.2.5 Tipos de Mantenimiento	32
2.2.5.1 Mantenimiento Rutinario	32
2.2.5.2 Mantenimiento Programado.....	32
2.2.5.3 Mantenimiento por Avería o Reparación.....	32

2.2.5.4 Mantenimiento Correctivo	33
2.2.5.5 Mantenimiento Circunstancial	33
2.2.5.6 Mantenimiento Preventivo	33
2.2.5.7 Mantenimiento Mayor.....	34
2.2.6 Clasificación de Actividades por Tipo de Mantenimiento.....	34
2.2.7 Niveles de Mantenimiento	35
2.2.8 Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC)	36
2.2.9 Ventajas y Beneficios del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC)	37
2.2.10 Preguntas Básicas del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC)	37
2.2.11 Falla.....	38
2.2.12 Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF)	38
2.2.13 Modos de Fallas	38
2.2.14 Efecto de Fallas	39
2.2.15 Árbol Lógico de Decisiones.....	39
2.2.16 Consecuencias de las Fallas	41
2.2.16.1 Consecuencia de las Fallas Oculto.....	41
2.2.16.2 Consecuencia para la Seguridad.....	42
2.2.16.3 Consecuencias Operacionales	42
2.2.16.4 Consecuencias No Operacionales	42
2.2.17 Gráfica de Pareto.....	42
2.2.18 Planta Compresora de Gas	43
2.2.19 Gas Natural	43
2.2.20 Proceso de Compresión del Gas Natural.....	43
2.2.21 Equipos de una Planta de Compresión de Gas Natural.....	46
2.2.21.1 Motor.....	46
2.2.21.2 Compresor	46
2.2.21.3 Compresores Reciprocantes	46
2.2.21.4 Motocompresor	46
2.2.21.5 Depuradores Inter-Etapas.....	47
2.2.21.6 Enfriador o Caja de Viento	47
2.2.22 Equipo Natural de Trabajo	47
2.2.22.1 Características de un Equipo Natural de Trabajo (ENT)	47
CAPÍTULO III	49
MARCO METODOLÓGICO	49
3.1 Tipo de Investigación	49
3.2 Diseño de la Investigación	49
3.3 Población y Muestra.....	50
3.3.1 Población.....	50
3.3.2 Muestra.....	51
3.4 Técnicas de Recolección de la Información a Utilizar.....	51
3.4.1 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	51

3.4.1.1 Observación Directa.....	51
3.4.1.2 Entrevista No Estructurada	52
3.4.1.3 Revisión Documental	52
3.4.2 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos	53
3.4.2.1 Diagrama de Pareto	53
3.4.2.2 Diagrama de Procesos	53
3.4.2.3 Fichas de Especificaciones Técnicas	54
3.4.2.4 Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC)	54
3.4.2.5 Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF)	54
3.4.2.6 Árbol Lógico de Decisiones (ALD).....	54
3.4.2.7 Norma PDVSA MM-01-01-03	55
3.5 Procedimiento Metodológico para la Consecución de los Objetivos.....	55
3.5.1 Descripción del Contexto Operacional Asociado a los Motocompresores de la Planta Compresora Santa Rosa Booster, Anaco Estado Anzoátegui	55
3.5.2 Jerarquización de las Fallas Presentes en las Unidades de la Planta Compresora Santa Rosa Booster, Anaco Estado Anzoátegui	56
3.5.3 Realización de Análisis de Modos y Efectos de Fallas a los Componentes de la Planta Compresora Santa Rosa Booster, Anaco Estado Anzoátegui	56
3.5.4 Definición de las Tareas de Mantenimiento Mediante la Aplicación del Árbol Lógico de Decisión (ALD) del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.....	57
3.5.5 Elaboración de un Plan de Mantenimiento para los Motocompresores de la Planta Compresora Santa Rosa Booster, Anaco Estado Anzoátegui	57
CAPÍTULO IV.....	58
PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	58
4.1 Descripción del Contexto Operacional Asociado a los Motocompresores de la Planta Compresora Santa Rosa Booster, Anaco Estado Anzoátegui	58
4.1.1 Descripción de los Equipos Motocompresores de la Planta Compresora Santa Rosa Booster.....	59
4.1.2 Sistemas que Conforman un Motocompresor	60
4.1.2.1 Sistema de Lubricación	60
4.1.2.2 Sistemas de Enfriamiento.....	61
4.1.2.3 Sistemas de Gas Combustible	62
4.1.2.4 Sistema de Ignición	62
4.1.2.5 Sistema de Arranque	63
4.1.2.6 Sistema de Compresión.....	64
4.1.3 Fichas Técnicas de los Equipos	64
4.1.4 Descripción del Proceso	71
4.2 Jerarquización las Fallas Presentes en las Unidades de la Planta Compresora Santa Rosa Booster, Anaco Estado Anzoátegui	74
4.2.1 Fallas del Motocompresor K-1	74

4.2.2 Fallas del Motocompresor K-2	80
4.2.3 Fallas del Motocompresor K-3	85
4.2.4 Fallas del Motocompresor K-4	90
4.2.5 Fallas del Motocompresor K-5	94
4.2.6 Fallas del Motocompresor K-6	98
4.2.7 Fallas del Motocompresor K-7	102
4.2.8 Fallas del Motocompresor K-8	106
4.2.9 Fallas del Motocompresor K-9	108
4.2.10 Fallas del Motocompresor K-10	111
4.2.11 Fallas del Motocompresor K-11	115
4.2.12 Fallas del Motocompresor K-12	118
4.2.13 Fallas del Motocompresor K-13	123
4.2.14 Fallas del Motocompresor K-14	127
4.3 Realización un Análisis de Modos y Efectos de Fallas a los Componentes de los Motocompresores Pertenecientes a Planta Compresora Santa Rosa Booster, Anaco Estado Anzoátegui.....	131
4.4 Definición de las Tareas de Mantenimiento Mediante la Aplicación del Árbol Lógico de Decisión (ALD) del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.....	149
4.5 Elaboración un Plan de Mantenimiento para los Motocompresores de la Planta Compresora Santa Rosa Booster, Anaco Estado Anzoátegui	160
CAPÍTULO V	168
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	168
5.1 Conclusiones	168
5.2 Recomendaciones.....	169
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	170
METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO.....	173

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. Ubicación Geográfica de las Áreas Operacionales del Estado Anzoátegui	25
Figura 1.2. Organigrama Compresión Gas Anaco	25
Figura 1.3. Organigrama Superintendencia de Mantenimiento Mayor.....	27
Figura 2.1. Flujograma de Preguntas del ALD	40
Figura 2.2. Diagrama del Árbol Lógico de Decisiones.....	41
Figura 4.1. Motor de Combustión Interna.....	59
Figura 4.2. Motocompresor.....	60
Figura 4.3. Enfriador	60
Figura 4.4. Proceso de Compresión del gas de los Motocompresores de la Planta Compresora Santa Rosa Booster	73
Figura 4.5. Fallas por Sistema K-1.....	79
Figura 4.6. Fallas por Sistema K-2.....	84
Figura 4.7. Fallas por Sistema K-3.....	89
Figura 4.8. Fallas por Sistema K-4.....	93
Figura 4.9. Fallas por Sistema K-5.....	97
Figura 4.10. Fallas por Sistema K-6.....	102
Figura 4.11. Fallas por Sistema K-7.....	105
Figura 4.12. Fallas por Sistema K-8.....	108
Figura 4.13. Fallas por Sistema K-9.....	111
Figura 4.14. Fallas por Sistema K-10.....	115
Figura 4.15. Fallas por Sistema K-11.....	117
Figura 4.16. Fallas por Sistema K-12.....	122
Figura 4.17. Fallas por Sistema K-3.....	127
Figura 4.18. Fallas por Sistema K-14.....	130
Figura 4.19. Tareas de Mantenimiento	158
Figura 4.20. Tareas Sistemas de Compresión	159
Figura 4.21. Tareas Sistemas de Enfriamiento.....	159
Figura 4.22. Tareas Sistemas de Lubricación	160
Figura 4.23. Tareas Sistemas de Depuración	160
Figura 4.24. Distribución Porcentual de los Programas de Mantenimiento	167

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2.1. Clasificación de Actividades por Mantenimiento	34
Tabla 4.1. Conformación del ENT	58
Tabla 4.2. Ficha Técnica del K-1, K-2, K-3, K-4	65
Tabla 4.3. Ficha Técnica del K-5	66
Tabla 4.4. Ficha Técnica del K-6 y K-7	67
Tabla 4.5. Ficha Técnica del K-8 y K-9	68
Tabla 4.6. Ficha Técnica del K-10 y K-11	69
Tabla 4.7. Ficha Técnica del K-12 y K-13	70
Tabla 4.8. Ficha Técnica del K-14	71
Tabla 4.9. Fallas del Motocompresor K-1	74
Tabla 4.10. Resumen de Fallas según el Sistema del Motocompresor K-1	79
Tabla 4.11. Fallas del Motocompresor K-2	80
Tabla 4.12. Resumen de Fallas según el Sistema del Motocompresor K-2	84
Tabla 4.13. Fallas del Motocompresor K-3	85
Tabla 4.14. Resumen de Fallas según el Sistema del Motocompresor K-3	89
Tabla 4.15. Fallas del Motocompresor K-4	90
Tabla 4.16. Resumen de Fallas según el Sistema del Motocompresor K-4	93
Tabla 4.17. Fallas del Motocompresor K-5	94
Tabla 4.18. Resumen de Fallas según el Sistema del Motocompresor K-5	97
Tabla 4.19. Fallas del Motocompresor K-6	98
Tabla 4.20. Resumen de Fallas según el Sistema del Motocompresor K-6	101
Tabla 4.21. Fallas del Motocompresor K-7	102
Tabla 4.22. Resumen de Fallas según el Sistema del Motocompresor K-7	105
Tabla 4.23. Fallas del Motocompresor K-8	106
Tabla 4.23. Fallas del Motocompresor K-8. (Continuación)	107
Tabla 4.24. Resumen de Fallas según el Sistema del Motocompresor K-8	107
Tabla 4.25. Fallas del Motocompresor K-9	108
Tabla 4.26. Resumen de Fallas según el Sistema del Motocompresor K-9	110
Tabla 4.27. Fallas del Motocompresor K-10	111
Tabla 4.28. Resumen de Fallas según el Sistema del Motocompresor K-10	114
Tabla 4.29. Fallas del Motocompresor K-11	115
Tabla 4.29. Fallas del Motocompresor K-11	116
Tabla 4.30. Resumen de Fallas según el Sistema del Motocompresor K-11	117
Tabla 4.31. Fallas del Motocompresor K-12	118
Tabla 4.32. Resumen de Fallas según el Sistema del Motocompresor K-12	122
Tabla 4.33. Fallas del Motocompresor K-13	123
Tabla 4.34. Resumen de Fallas según el Sistema del Motocompresor K-13	126
Tabla 4.35. Fallas del Motocompresor K-14	127

Tabla 4.36. Resumen de Fallas según el Sistema del Motocompresor K-14.....	130
Tabla 4.37. Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Sistema de Compresión	132
Tabla 4.38. Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Sistema de Enfriamiento.....	139
Tabla 4.39. Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Sistema de Lubricación	143
Tabla 4.40. Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Sistema de Depuración	146
Tabla 4.41. Hoja de Decisión del Sistema de Compresión	150
Tabla 4.42. Hoja de Decisión del Sistema de Enfriamiento	154
Tabla 4.43. Hoja de Decisión del Sistema de Lubricación	156
Tabla 4.44. Hoja de Decisión del Sistema de Depuración	157
Tabla 4.45. Tareas de Mantenimiento	158
Tabla 4.46. Plan de Mantenimiento Planta Compresora Santa Rosa Booster	162
Tabla 4.47. Cronograma de Mantenimiento Planta Compresora Santa Rosa Booster	166

INTRODUCCIÓN

Con el paso del tiempo son muchas las ciencias de la ingeniería que han ido evolucionando, tal es el caso del mantenimiento; ya que, como sistema tiene una función clave en el logro de las metas y objetivos de la empresa, y puesto que el propósito de cualquier gestión de mantenimiento consiste en incrementar la disponibilidad de los equipos y sistemas bajo parámetros de confiabilidad, esta evolución ha traído nuevas filosofías y técnicas que han marcado pauta en dichas empresas, este enfoque ha impulsado la formulación de acciones de mantenimiento sustentadas en estas filosofías.

Tal es el caso del mantenimiento centrado en confiabilidad (MMC); el cual tiene como fin, la ejecución del mantenimiento incrementando la disponibilidad de los activos a un bajo costo y permitiendo que dichos activos funcionen de forma eficiente y confiable, dentro del contexto operacional en el cual trabajan, de igual forma mejorar los procesos de producción y disminuir considerablemente los riesgos sobre la seguridad de las personas y el ambiente que se presentan como resultados de fallas en los activos. La planificación de acciones en el marco del MCC, debe iniciarse con el conocimiento del contexto operacional donde funcionen los equipos que serán objeto de estudio, para luego proceder a ahondar en los aspectos funcionales y fallas que estos presentan; así como, las causas de las misma para luego, aplicar herramientas de análisis que permitan definir las acciones de mantenimiento necesarias para prevenir o hacer frente dichas fallas, esto significa que en el MCC se cumple una metodología bien definida, la cual se tomó en consideración para la presente investigación, realizada en los equipos motocompresores de la Planta Compresora Santa Rosa Booster.

Para lograr desarrollar este trabajo de manera satisfactoria, se estructuró la investigación de la siguiente manera:

Capítulo I. El Problema: el cual incluye el planteamiento y formulación del problema en estudio, así como los objetivos de la investigación.

Capítulo II. Marco Teórico: en el cual se presentan los antecedentes de la investigación; así como, los diferentes términos y bases teóricas necesarias para la comprensión de la investigación.

Capítulo III. Marco Metodológico: en este capítulo, se presenta las diferentes metodologías utilizadas en cada una de las etapas de la investigación, la población y muestras que se utilizó para la realización de este proyecto; así como también, el tipo de investigación que se basa según la estrategia, según el propósito y según el nivel de conocimiento.

Capítulo IV. Presentación y Análisis de Resultados: en este apartado, se presentan los resultados obtenidos y análisis de los mismos en la investigación, dirigidas a las unidades motocompresoras de la Planta Compresora Santa Rosa Booster.

Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones: donde finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones, arrojadas de los resultados de la investigación.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

Petróleos de Venezuela, S.A., y sus filiales (PDVSA), es una corporación propiedad de la República Bolivariana de Venezuela, la cual tiene como principales funciones planificar, coordinar, supervisar y controlar las actividades de sus empresas tanto en Venezuela como en el exterior. PDVSA desarrolla las operaciones principalmente a través de sus empresas filiales, entre ellas PDVSA Gas, que se dedica a la exploración y explotación de gas no asociado; así como, a la extracción y fraccionamiento de Líquidos del Gas Natural (LGN), al transporte, distribución y comercialización del Metano.

PDVSA Gas, a su vez está segmentada en áreas especializadas de acuerdo a la cadena del valor del proceso operativo: extracción, producción, compresión, distribución y comercialización. El presente estudio, fue realizado en la Gerencia de Compresión Gas Anaco, específicamente en la Superintendencia de Mantenimiento Mayor.

Esta Superintendencia, cumple con la función de planificar y coordinar el cumplimiento de las estrategias, políticas, planes y actividades de ejecución asociadas a los mantenimientos nivel III especializado, nivel IV y nivel V de las Plantas Compresoras de Gas Natural, mediante la implantación y aplicación de las mejores prácticas del mantenimiento y el aprovechamiento de los recursos humanos, materiales y financieros, asignados a objeto de lograr la máxima confiabilidad y disponibilidad operacional en los activos de PDVSA Compresión Gas Anaco.

La misma, comprende dos (2) zonas gasíferas, estas son el Área Mayor de Oficina (A.M.O), integrada por las plantas compresoras de Zapatos, Aguasay, Mata R, La Ceibita y el Área Mayor de Anaco (A.M.A), la cual se encuentra subdividida en dos (2) áreas, (A.M.A.O) Área Mayor de Anaco Oeste, la que comprende las plantas compresoras El Toco II, Santa Ana, San Joaquín Booster, Recat San Joaquín, San Joaquín II, San Joaquín IV, Güere y (A.M.A.E) Área Mayor de Anaco Este, conformada por las plantas compresoras Santa Rosa II 2000, Santa Rosa Booster, Recat Santa Rosa, Quiamare y La Ceiba.

El Área Mayor de Anaco Este (A.M.A.E), presenta actualmente el mayor número de unidades motocompresoras que han sido remitidas a la Superintendencia de mantenimiento mayor, de las cuales la planta Santa Rosa Booster, se encuentra entre las que poseen más unidades en este estatus.

Estos motocompresores son uno de principales equipos mecánicos de esta planta; ya que, se encargan de comprimir el gas a niveles previamente determinados; así como también, aumentar su presión. La planta Santa Rosa Booster, está conformada por catorce (14) unidades motocompresoras, que cumplen un importante papel dentro del proceso de producción de la zona AMA Este; ya que, al desempeñarse en sus funciones estos quipos garantizan el cumplimiento de las metas de producción establecidas por la empresa, manejando en conjunto 150 MMPCND.

Considerando los registros de fallas en los motocompresores de la Planta Compresora Santa Rosa Booster, se ha podido observar que las más comunes o recurrentes son: desgaste en los anillos de pistón, bielas fuera de tolerancia, falla en el switch de nivel, conchas de bancada y conchas de biela desgastadas, deterioro en bocinas de levas, compensador de aceite dañado o descalibrado, correas de cooler dañadas, entre otras. Esto causado por la falta de un plan de mantenimiento preventivo y las largas horas que tienen las unidades en continua operación. Lo que

ha traído como consecuencia en los motocompresores, vibración por desbalanceo en las etapas de compresión, altos niveles de líquido en el gas de entrada hacia el compresor, bajo nivel de aceite en el motor, alta temperatura de agua, aire en el sistema de enfriamiento cerrado del equipo, bajo nivel de succión, motor fuera de tiempo, entre otros, y al mismo tiempo ocasiona a la empresa altas pérdidas monetarias por retraso en la producción y por consiguiente interrupción en la distribución del gas al criogénico de San Joaquín desde donde este va dirigido a procesamientos y ventas. Esto aunado a los daños al medio ambiente producidos por el exceso de quema de gas que se presenta por los continuos paros de los motocompresores o por la parda total de la planta.

Tomando como referencia lo expuesto anteriormente, se considera importante el Diseño de un Plan de Mantenimiento para las unidades motocompesores de la planta compresora Santa Rosa Booster Anaco, Estado Anzoátegui; ya que, con esto se contaría con lineamientos que permitan tomar los procedimientos de mantenimiento adecuados; así como, la correcta distribución de los recursos humanos, materiales y financieros con el fin de restablecer las condiciones óptimas de operación de los Motocompresores en el menor tiempo posible, logrando un menor retraso en la ejecución del Mantenimiento Mayor.

Para realizar este estudio fueron establecidas una serie de etapas, comenzando con una descripción detallada del contexto operacional asociado a los motocompresores objeto de estudio; para de esta manera, tener conocimiento del proceso que llevan a cabo los mismos. Posteriormente, se realizaron métodos de evaluación que toman en cuenta el registro de fallas a través del tiempo, tales como el diagrama de Pareto y el análisis de modos y efectos de fallas (AMEF), que permitieron jerarquizar los sistemas de los motocompresores que presentan mayor número de fallas; luego, se aplicó el Árbol Lógico de Decisiones (ALD) para determinar las acciones de mantenimiento a seguir; finalmente, se elaboraron las

actividades de mantenimiento clasificando las mismas de acuerdo a los niveles de mantenimiento, para lo cual se tomó como referencia la norma PDVSA MM-01-01-03 “Tipos y Niveles de Mantenimiento”.

La realización de este trabajo, es de suma importancia para la Superintendencia de Mantenimiento Mayor, puesto que contará con una guía para la planificación del mantenimiento a realizar según el nivel del mismo; lo que conllevaría a una mejor distribución de recursos humanos y materiales; además, de optimización de tiempo a la hora de la ubicación y gestión de repuestos a necesitar. Cabe destacar, que la realización de esta investigación servirá como referencia a la hora de la realización de mantenimiento a otros motocompresores con las mismas características de los que serán estudiados.

El alcance del proyecto residirá en el Diseño de un Plan de Mantenimiento para los motocompresores de la planta compresora Santa Rosa Booster, Anaco Estado Anzoátegui.

Es importante mencionar, que en la Superintendencia de Mantenimiento Mayor no se ha realizado hasta la fecha ningún proyecto donde se considere el diseño de un plan de mantenimiento para las unidades motocompresoras, tomando en consideración el nivel del mismo.

1.2 Objetivos de la Investigación

1.2.1 Objetivo General

Diseñar un Plan de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) para los motocompresores de la planta compresora Santa Rosa Booster, Anaco Estado Anzoátegui.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Describir el contexto operacional asociado a los motocompresores de la planta compresora Santa Rosa Booster, Anaco Estado Anzoátegui.
- Jerarquizar las fallas de las unidades motocompresoras de la Planta Compresora Santa Rosa Booster, Anaco Estado Anzoátegui.
- Realizar un análisis de modos y efectos de fallas a los componentes de los motocompresores pertenecientes a Planta Compresora Santa Rosa Booster, Anaco Estado Anzoátegui.
- Definir las tareas de mantenimiento mediante la aplicación del árbol lógico de decisión (ALD) del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.
- Elaborar un plan de mantenimiento para los motocompresores de la planta compresora Santa Rosa Booster, Anaco Estado Anzoátegui.

1.3 Descripción de la Empresa

1.3.1 Nombre de la Empresa

Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA).

1.3.2 Ubicación Geográfica

La Empresa Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA), tiene sus principales oficinas administrativas en la capital de la República Bolivariana de Venezuela, en la ciudad de Caracas, extendiendo sus actividades hacia los estados: Monagas, Guárico, Barinas, Apure, Zulia y Anzoátegui. Este último, sirve de sede a la empresa PDVSA Gas Anaco, la cual se encuentra ubicada en la Zona Centro-Sur del estado.

1.3.3 Reseña Histórica de la Empresa

Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA), es una corporación propiedad de la República Bolivariana de Venezuela, creada por el estado venezolano en el año 1.975 mediante el decreto Presidencial N° 1123, en cumplimiento de la Ley Orgánica que Reserva al Estado, la Industria y el Comercio de Hidrocarburos (Ley de Nacionalización). Sus operaciones, son supervisadas y controladas por el Ministerio del Poder Popular para la Energía y Petróleo (MPPEP). El 1° de Enero de 1.998 se produce la sinergia de todas las filiales de la Industria Petrolera Nacional adoptando el nombre de Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA), la cual representa la empresa matriz y propiedad del estado venezolano y se encarga tanto del desarrollo, tanto de la Industria Petrolera como la Petroquímica y la Carbonífera.

PDVSA, la casa matriz, es responsable de las operaciones de un considerable número de empresas bajo la guía y supervisión del Ministerio del Poder Popular para la Energía y Petróleo. PDVSA (Petróleos de Venezuela, S.A.), empresa perteneciente a la República Bolivariana de Venezuela, creada como imagen corporativa gracias a la fusión de las antiguas filiales, siendo las de mayor jerarquía LAGOVEN, CORPOVEN y MARAVEN, con la unión se ha llevado a esta compañía a alcanzar los niveles más altos de competitividad del mercado petrolero mundial.

Con sede principal en Caracas, capital de Venezuela, al ser objeto de la unificación cuenta con representaciones en el oriente, centro, sur y occidente del país, esta posee con un cuerpo directivo, una presidencia, las vicepresidencias corporativas, unidades corporativas y una serie de divisiones que hacen de PDVSA una corporación integral encaminada al éxito.

PDVSA Petróleo y Gas, nace de la fusión de varias empresas operadoras de Petróleos de Venezuela S.A., el 17 de Noviembre de 1.978. Inicia sus operaciones el

1º de Diciembre con las actividades propias de la industria de los hidrocarburos: explotación, producción, refinación, transporte y comercialización nacional internacional.

El 1º de Junio de 1.986 las empresas PDVSA y MENEVEN S.A., se unieron en una sola empresa con el nombre de PDVSA, pero con nuevos esquemas organizativos que le permitieron dirigir sus actividades operativas y comerciales. Su sede principal está ubicada en Caracas y sus centros operacionales más importantes se encuentran ubicados en Anaco, San Tomé, Puerto la Cruz, El Palito, Barinas y Punta de Mata, actualmente está extendiendo sus actividades hacia el denominado Flanco Sur Andino que comprende las áreas del estado Apure y Este de los estados Andinos.

1.3.4 Misión

Explorar, producir, transportar, procesar, distribuir y comercializar Gas Natural y sus derivados, de manera rentable, segura y eficiente, con calidad de sus productos y servicios, en armonía con el ambiente y la sociedad, que propicia un clima organizacional favorable para nuestros trabajadores y promueve la incorporación del sector privado en el desarrollo de la Industria del Gas.

1.3.5 Visión

Ser un conglomerado de empresas flexibles, dinámicas e innovadoras, de capital mixto, con socios de alta capacidad técnica y financiera, que participan en negocio de gas y conexos, que valorizan su base de recursos, comprometidas con la protección del ambiente, líderes y suplidoras preferidas en el mercado nacional y de exportación, ofreciendo productos y servicios de alta calidad, apoyados por tecnología de punta y un recurso humano altamente calificado y de elevadas convicciones éticas.

1.4 Características del Distrito Gas Anaco

Los campos operacionales que conforman Producción Gas Anaco se extienden por los Estados Anzoátegui, Monagas y Guárico. Justo el 1º de Enero de 1999, todas las filiales que operaban las actividades de PDVSA (CORPOVEN, MARAVEN, LAGOVEN), se fusionaron en una sola empresa que ocupó en el ámbito nacional el manejo de la extracción de petróleo y gas, formándose así la actual PDVSA Petróleo y Gas, S.A; Filial de PDVSA.

La zona de producción Gas Anaco se encuentra ubicada en la parte central del estado Anzoátegui, extendiéndose hasta los estados Monagas y Guárico con un área aproximada de 13.400 Km².

Conformado por dos (2) extensas áreas operacionales como son:

- El Área Mayor Anaco (A.M.A), está ubicada en la parte norte de la zona con 711 pozos, quince (15) estaciones y dos (2) centros operacionales divididos en: centro operacional Área I, conformado por el campo Santa Rosa y; centro operacional Área II, que abarca los campos Guarío, El Roble, San Joaquín, Santa Ana y El Toco.
- El Área Mayor Oficina (A.M.O.), ubicada en la parte sur de la zona central del estado Anzoátegui, con un área de 10.240 Km² e integrada por los campos: La Ceibita, Aguasay, Soto, Mapire, Zapato y Mata.

Estas áreas productivas (AMA y AMO), son detalladas en la figura 1.1 mostrada a continuación:



Figura 1.1. Ubicación Geográfica de las Áreas Operacionales del Estado Anzoátegui
Fuente: Superintendencia de Mantenimiento Mayor

1.4.1 Estructura Organizativa Compresión Gas Anaco

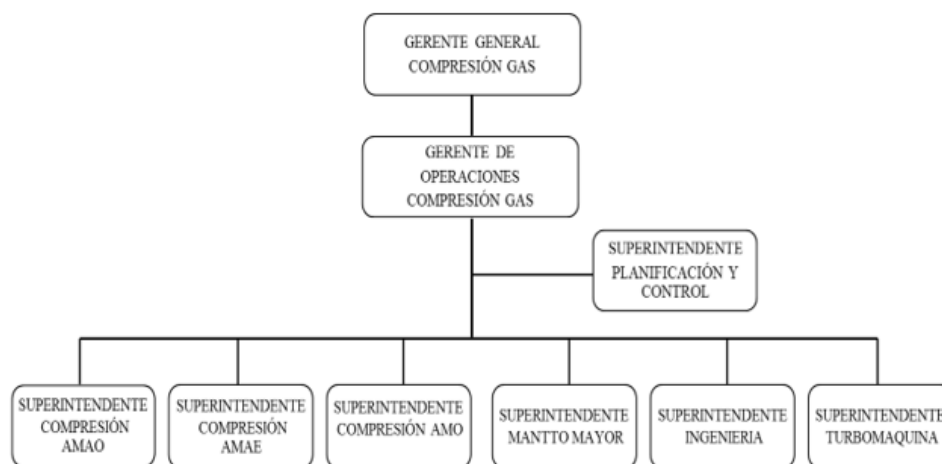


Figura 1.2. Organigrama Compresión Gas Anaco
Fuente: Superintendencia de Mantenimiento Mayor

1.5 Superintendencia de Mantenimiento Mayor

1.5.1 Visión

Planificar y Coordinar el cumplimiento de las estrategias, políticas, planes y actividades de ejecución asociadas a los mantenimientos nivel III especializado, IV y V de las Plantas Compresoras de Gas Natural, mediante la implantación y aplicación de las mejores prácticas del mantenimiento y el aprovechamiento de los recursos humanos, materiales y financieros asignados a objeto de lograr la máxima confiabilidad y disponibilidad operacional en los activos de PDVSA Compresión Gas Anaco en armonía con el entorno sociocultural y el medio ambiente.

1.5.2 Misión

La Superintendencia de Mantenimiento Mayor, está destinada al cumplimiento de las estrategias, políticas, planes y actividades de ejecución asociadas a los mantenimientos nivel III especializado, IV y V de las Plantas Compresoras de Gas Natural utilizadas de manera eficiente, rentable y segura mediante la implantación y aplicación de las mejores prácticas del mantenimiento y el aprovechamiento de los recursos humanos, materiales y financieros asignados bajo estándares de calidad a objeto de lograr la máxima confiabilidad y disponibilidad operacional en los activos de PDVSA Compresión Gas Anaco en armonía con el entorno sociocultural y el medio ambiente.

1.5.3 Estructura Organizativa Superintendencia de Mantenimiento Mayor

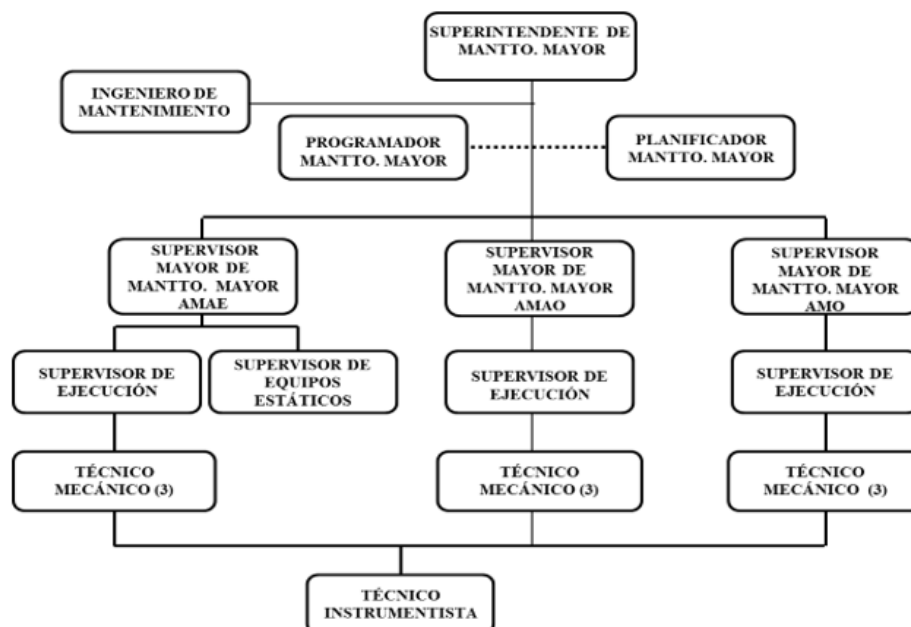


Figura 1.3. Organigrama Superintendencia de Mantenimiento Mayor

Fuente: Superintendencia de Mantenimiento Mayor

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

Para llevar a cabo este proyecto se realizó una revisión bibliográfica, donde fueron seleccionadas investigaciones relacionadas con el tema a tratar, estas sirvieron de apoyo para el desarrollo del presente estudio en base a su metodología y contenido, en tal sentido las citas que se presentan a continuación forman parte de los trabajos consultados:

Estacio, L. (2011). *“Desarrollo de un Plan de Mantenimiento Mayor para el taladro de perforación LGV-05 basado en la metodología VCD en Servicios PDVSA Anaco”*. El estudio determino la situación en la que se encontraba el taladro LGV-05, y que requerimientos deberían ser cumplidos en cada una de las fases de la metodología VCD, con el propósito lograr el desarrollo óptimo de un proyecto para el desarrollo del plan de mantenimiento mayor a dicho taladro. El estudio estuvo enmarcado en una investigación de campo de carácter descriptivo.

Este trabajo de investigación sirvió como referencia en las técnicas utilizadas para la recolección de datos y la elaboración del plan de mantenimiento a realizado.

Arias, R. (2010). *“Mejoramiento del Sistema de arranque de aire comprimido de la Planta Compresora Santa Ana III (pcsa-3) de PDVSA GAS- Anaco”*. La problemática planteada fueron las deficiencias relacionadas con la masa y presión de aire, lo que causa una demora significativa para la puesta en operación de los motocompresores y producción del gas. Para solventar esta situación se determinó el volumen de aire que debe ser almacenado, para la realización de al menos dos

arranques continuos de un motocompresor; y así calcular la caída de presión desde la salida del pulmón de suministro hasta los arrancadores del motor y sistema de turboalimentación.

El aporte de esta investigación, está relacionado con la descripción del contexto operacional y jerarquización de las fallas en los motocompresores, tomando como base la puesta en operación de estas unidades y la producción del gas en una planta compresora de gas natural.

Rivas, I. (2009). *“Propuesta de elaboración de procedimientos de mantenimiento preventivo al sistema de generación de potencia eléctrica del taladro de perforación PDV-02 de 1000 HP, ubicado en PDVSA distrito-San Tomé”*. En este trabajo de investigación se toma en cuenta la importancia de la realización del mantenimiento preventivo, con el objetivo de mantener la continuidad del funcionamiento de los equipos, basándose para esto la necesidad de inspeccionar de manera exhaustiva cada operación con el propósito de eliminar posibles fallas en los sistemas que conforman el taladro de perforación PDV-02, para lo cual se realiza un Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF) y los procedimientos para la realización del mantenimiento preventivo según la guía elaborada por la Unidad de Gestión de la Calidad aprobada por la Gerencia de Mantenimiento y Logística Oriente en la Planchada de Perforación-Anaco.

La investigación anterior, sirvió como referencia en las técnicas utilizadas para análisis de información, tales como: Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF) y Árbol Lógico de Decisión (ALD), que permitieron el establecimiento de las acciones de mantenimiento.

Salazar, L. y Herrera, B. (2008). *“Estudio de los problemas asociados con el proceso de separación flash en las plantas típicas de compresión de gas natural”*. El

estudio se sustentó en una investigación de campo de tipo descriptiva y tuvo como principal objetivo la propuesta de un diseño de esquema de separadores para solventar los problemas asociados a la separación flash que presentan las plantas compresoras del gas y así disminuir el impacto negativo producido por este proceso, buscando la mayor recuperación de líquidos y el rendimiento de la operación en una planta de compresión de gas natural.

Este trabajo de investigación, contribuyó al conocimiento del proceso de compresión del gas natural en una planta de compresión, así como la noción de las fallas presentes en los equipos que la conforman.

2.2 Bases Teóricas

A continuación, se presenta la teoría referida al mantenimiento, así como los aspectos relacionados con el mantenimiento centrado en confiabilidad.

2.2.1 Mantenimiento

La Norma Venezolana Covenin 3049-93 (1993), “*Definiciones*”, define mantenimiento como: “el conjunto de acciones que permite conservar o restablecer un sistema productivo SP a un estado específico, para que pueda cumplir un servicio determinado”. (p.1).

2.2.2 Objetivo de Mantenimiento

Según la Norma Covenin 3049-93 (op.cit.), el objetivo del mantenimiento: “es mantener un SP en forma adecuada de manera que pueda cumplir su misión, para lograr una producción esperada de empresas de producción y una calidad d servicios exigida, en empresas de servicios a un costo global óptimo”. (p.1).

2.2.3 Funciones del Mantenimiento

Bravo, L. (2003), dice que: “el cumplimiento de los objetivos del mantenimiento se logra a través de la realización de un conjunto de funciones específicas. El éxito de la realización de estas funciones depende fundamentalmente de dos acciones previas”. (p.24).

En primer lugar, es necesario establecerlas clara y detalladamente por escrito, las responsabilidades inferidas para cada uno de los trabajadores de mantenimiento, a todo el personal afectado, de forma tal que cada uno conozca específicamente sus tareas y responsabilidades. A continuación, se plantean varias de las funciones fundamentales:

- Planificar, programar y ejecutar las actividades de mantenimiento.
- Instalar y controlar equipos y sistemas.
- Registrar, controlar y evaluar sus actividades al igual que las fallas.
- Desarrollar nuevas tecnologías de manteniendo.
- Asesorar al departamento de compras de materiales y repuestos. Formación y adiestramiento del personal.

2.2.4 Gestión de Mantenimiento

La Norma Venezolana COVENIN 3049-93 (op.cit.), declara que la gestión del mantenimiento: “es la efectiva y eficiente utilización de los recursos materiales, económicos, humanos y de tiempo para alcanzar los objetivos de mantenimiento”. (p.1).

2.2.5 Tipos de Mantenimiento

Según la Norma COVENIN 3049-93 (op.cit.), los tipos de mantenimiento son:

2.2.5.1 Mantenimiento Rutinario

Comprende actividades tales como: lubricación, limpieza, protección, ajustes, calibración u otras; su frecuencia de ejecución es hasta periodos semanales, generalmente es ejecutado por los mismos operarios de los sistemas de producción (SP) y su objetivo es mantener y alargar la vida útil de dicho SP evitando su desgaste. (p.1).

2.2.5.2 Mantenimiento Programado

Toma como basamento las instrucciones técnicas recomendadas por los fabricantes, constructores, diseñadores, usuarios y experiencias conocidas, para obtener ciclos de revisión y/o sustituciones para los elementos más importantes de un sistema de producción a objeto de determinar la carga de trabajo que es necesario programar.

Su frecuencia de ejecución cubre desde quincenal hasta generalmente periodos de una año. Es ejecutado por las cuadrillas de organización de mantenimiento que se dirigen al sitio para realizar las labores incorporadas en un calendario anual. (p.1).

2.2.5.3 Mantenimiento por Avería o Reparación

Se define como la atención a un sistema de producción cuando aparece una falla. Su objetivo es mantener en servicio adecuadamente dichos sistemas, minimizando sus tiempos de paradas. Es ejecutado por el personal de la organización de mantenimiento. La atención de la falla debe ser inmediata y por tanto no da tiempo a ser programada pues implica el aumento en costos y de paradas innecesarias de personal y equipos. (p.1).

2.2.5.4 Mantenimiento Correctivo

Comprende las actividades de todo tipo encaminadas a tratar de eliminar la necesidad de mantenimiento, corrigiendo las fallas de manera integral a mediano plazo.

Las acciones más comunes que se realizan son: modificación de elementos de máquinas, modificación de alternativas de procesos, cambios de especificaciones, ampliaciones, revisión de elementos básico de mantenimiento y conservación. Este tipo de actividades es ejecutado por el personal de la organización de mantenimiento y/o por entes foráneos dependiendo de la magnitud, costos, especialización necesaria u otros. Su intervención tiene que ser aplicada y programada en el tiempo para que su ataque evite paradas injustificadas. (p.2).

2.2.5.5 Mantenimiento Circunstancial

Este tipo de mantenimiento es una mezcla entre rutinario, programado, avería y correctivo; ya que, por su intermedio se ejecutan acciones de rutina pero no tiene n un punto fijo en el tiempo para iniciar su ejecución, porque los sistemas atendidos funcionan de manera alterna; se ejecutan acciones que están programadas en un calendario anual pero que tampoco tienen un punto fijo de inicio por la razón anterior; se atienden averías cuando el sistema se detiene, existiendo por su puesto otro sistema que cumpla su función; y el estudio de la falla permite la programación de su corrección eliminando dicha avería a mediano plazo. (p.2).

2.2.5.6 Mantenimiento Preventivo

Es el que utiliza todos los medios disponibles, incluso los estadísticos, para determinar la frecuencia de las inspecciones, revisiones, sustitución de piezas claves, probabilidad de aparición de averías, vida útil u otras. Su objetivo es adelantarse a la aparición o predecir la presencia de fallas. (p.2).

2.2.5.7 Mantenimiento Mayor

La Norma PDVSA MM-01-01-01 (2005), “*Definiciones de Mantenimiento y Confiabilidad*”, establece que: “es el mantenimiento preventivo o correctivo que se ejecuta a una o varias instalaciones o sistemas, para restablecer y conservar sus condiciones operacionales que impliquen parada del equipo”. (p.1).

2.2.6 Clasificación de Actividades por Tipo de Mantenimiento

La Norma PDVSA MM-01-01-03 (2005), señala lo siguiente:

Tabla 2.1. Clasificación de Actividades por Mantenimiento

CLASE DE MANTENIMIENTO	TIPO DE MANTENIMIENTO	ACTIVIDADES
ORDINARIO	PREVENTIVO	Nivel 1
		Nivel 2
		Nivel 3
		Nivel 4
		Nivel 5
	CORRECTIVO	Reparación
		Reemplazo
		Fabricación
		Retrabajo
		Trabajo Menor
		Obras Civiles
		No Industrial
EXTRAORDINARIO (MANTENIMIENTO MAYOR)	PREVENTIVO	Nivel 5 (Parada de planta programada)
	CORRECTIVO	Parada de planta no programada
EXTRAORDINARIO (PROYECTO DE MANTENIMIENTO)	PREVENTIVO	Nivel 5
	CORRECTIVO	Reemplazo Fabricación Obras Civiles No Industrial Modificado o mejora

Fuente: PDVSA MM-01-01-03 (2005)

2.2.7 Niveles de Mantenimiento

La Norma PDVSA MM-01-01-01 (op.cit.), establece que: “los niveles de mantenimiento son las categorías de jerarquización de actividades de mantenimiento basadas en esfuerzo y consecuencias de acuerdo al contexto operacional en el cual se desempeña el activo”. (p.14).

Según la norma PDVSA MM-01-01-03 (op.cit.), los niveles de mantenimiento preventivo de los sistemas productivos se definen de la siguiente manera:

- Nivel 1

En este nivel se describe el mantenimiento que involucra servicios básicos y las actividades de prevención, que no requieren desmontaje, apertura o parada del activo, así como registros de parámetros operacionales y la conservación de los aspectos de Seguridad Industrial, Higiene Ocupacional y Ambiente. Por ejemplo: todas las actividades dirigidas a la conservación externa, inspección visual, completación de niveles de fluidos de lubricación o enfriamiento de los equipos, orden y limpieza del activo en general. (p.6).

- Nivel 2

En este nivel se describen todas las actividades de inspección no intrusiva, pruebas, ensayos no destructivos, mantenimiento de elementos que requieran o no paradas del activo y adicionalmente, monitoreo, registro de datos de mantenimiento y confiabilidad que permitan establecer la condición del elemento. Las paradas en este nivel no comprometen la continuidad operacional o el arranque del activo. Por ejemplo: cambio de elementos consumibles. (p.6).

- Nivel 3

En este nivel se describen todas las actividades de inspección intrusiva, pruebas, ensayos no destructivos especializados, ensayos destructivos y mantenimiento preventivo, para restituir las condiciones operacionales que se requieran con o sin parada del activo. La parada en este nivel compromete la continuidad operacional o el arranque del activo. (p.6).

- Nivel 4

En este nivel se describen en general las actividades de restitución parcial del activo llevándolo a condiciones similares de diseño, que permitan prolongar su vida útil e impliquen parada. Por ejemplo: fabricación o reparación de piezas, armado y reparación de conjuntos. (p.6).

- Nivel 5

En este nivel se realizan todas aquellas actividades de restitución total de las condiciones originales de diseño que impliquen parada del activo, igualmente, reparaciones del Nivel 4 asignadas a este nivel por razones económicas o de oportunidad, pudiéndose referir a mejoras operacionales, ampliación de la capacidad instalada o incorporación de nuevas tecnologías. (p.6).

2.2.8 Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC)

Según la Norma SAE JA-1012 (1999), sección 1.1: “es el proceso específico usado para identificar las políticas que deben ser implementadas para manejar los modos de falla que pudieran causar las fallas funcionales de cualquier activo físico en un contexto operacional dado”. (p.8).

2.2.9 Ventajas y Beneficios del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC)

Según Strategic Technologies ING (1999), cuando es aplicado correctamente produce los beneficios siguientes:

- Mayor seguridad y protección el entorno.
- Mejores rendimientos operativos.
- Mayor control de los costos de mantenimiento.
- Mayor aprovechamiento de la vida útil del equipo.
- Una amplia base de datos de mantenimiento.

2.2.10 Preguntas Básicas del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC)

Según la Norma SAE JA-1012 (op.cit.):

Toda aplicación del MCC debe responder a siete (7) preguntas, las cuales permiten consolidar los objetivos de esta filosofía (aumentar la confiabilidad y disponibilidad de los activos por medio del empleo adecuado de recursos). Para la resolución de estas preguntas se cuenta con técnicas de confiabilidad como el AMEF (Análisis de Modos y Efectos de Fallas) y ALD (Árbol Lógico de Decisión). La primera ayuda a determinar las consecuencias de los modos de falla de cada activo en su contexto operacional, mientras que la segunda permite decidir el tipo de mantenimiento más adecuado, para cada modo de falla. La primera técnica ayuda a responder las cinco (5) primeras preguntas, mientras que la segunda ayuda a responder las restantes, a continuación se detallan las preguntas del MCC.

- ¿Cuál es la función del activo?
- ¿De qué manera puede fallar?
- ¿Qué origina la falla?

- ¿Qué pasa cuando falla?
- ¿Importancia de la repercusión de la falla?
- ¿Qué hacer para prevenir la falla?
- ¿Qué hacer si no podemos prevenir la falla?

2.2.11 Falla

La falla según Duffua, S. (2000): “es la terminación de la capacidad del equipo para realizar la función requerida”. (p.42).

2.2.12 Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF)

Según la Norma SAE JA-1012 (op.cit.), expresa que: “es un conjunto de directrices, un método y una forma de identificar problemas potenciales (errores) y sus posibles efectos en un sistema para priorizarlos y poder concentrar los recursos en planes de prevención, supervisión y respuesta”. (s/p).

2.2.13 Modos de Fallas

Tomando como referencia la norma SAE JA-1012 (op.cit.):

Son aquellos eventos que se consideran las causas que desencadenan los fallos en las funciones de los activos (fallos funcionales), sistema o proceso que se analice. Es decir, las diferentes razones técnicas y humanas que pueden llevar a un estado de incumplimiento, ya sea total o parcial, de la misma deseada. (s/p).

2.2.14 Efecto de Fallas

Según la norma SAE JA-1012 (op.cit.):

Corresponde a la información de los eventos secuenciales que ocurren cuando un modo de fallas se da. Esto se refiere a que pasaría si ocurriera. Este paso permite decidir la importancia de cada fallo, y por lo tanto que nivel de mantenimiento correctivo (si lo hubiera) sería necesario. Es decir, proporciona la base decidir si merece la pena realizar el mantenimiento preventivo. (s/p).

En esta etapa se debe especificar el impacto que trae consigo la ocurrencia de un modo de falla puede tener más de una consecuencia o efecto.

2.2.15 Árbol Lógico de Decisiones

Según Strategic Technologies Ing (1999):

Es una herramienta del MCC, que permite seleccionar la tarea de mantenimiento más adecuada para evitar la ocurrencia de cada modo y efecto de falla. Da respuestas a las tres (3) últimas preguntas básicas del MCC, basándose en un flujograma de preguntas. El tipo de preguntas busca jerarquizar las actividades. (p.25).

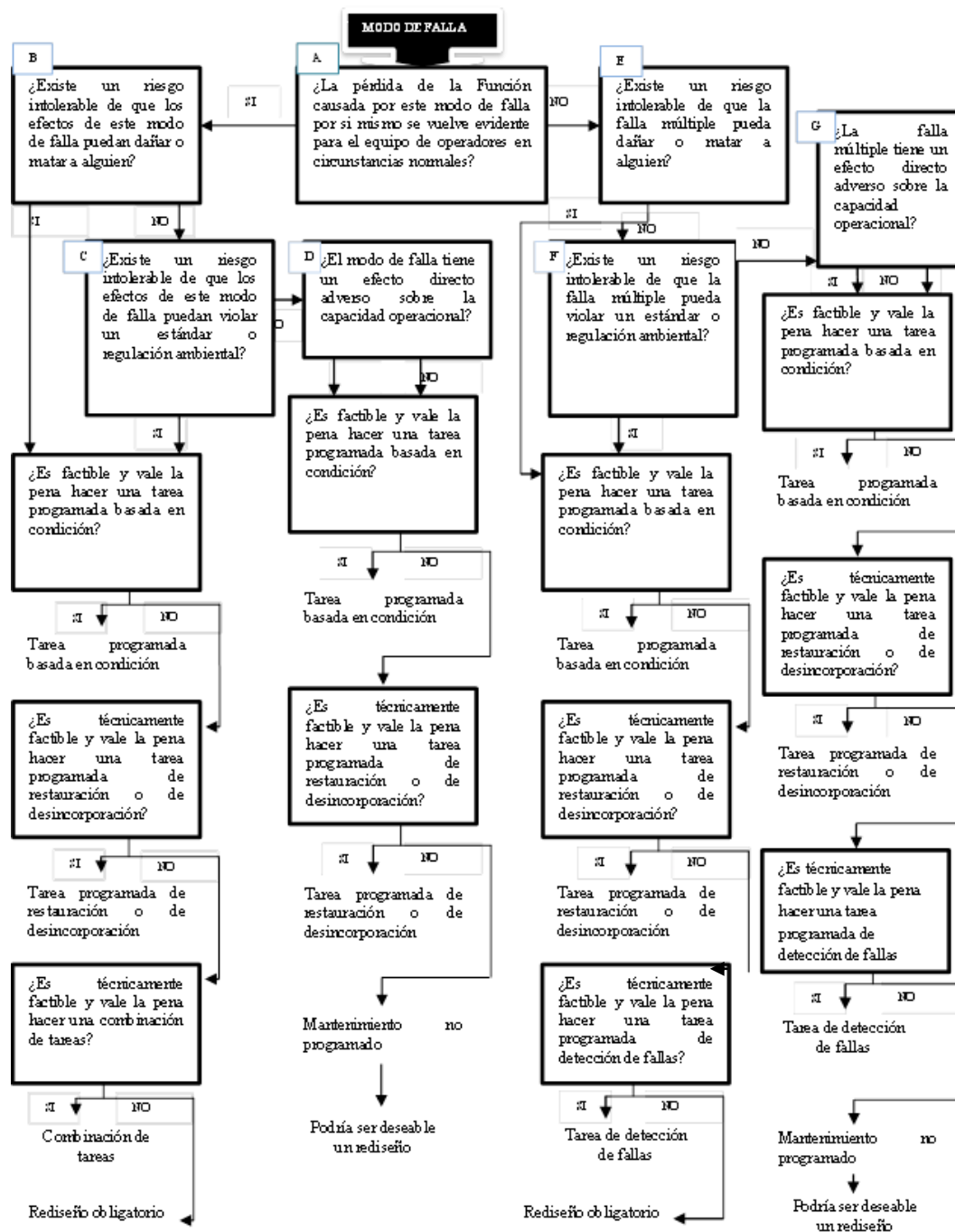


Figura 2.1. Flujograma de Preguntas del ALD

Fuente: SAE JA-1012, con adaptación propia

2.2.16 Consecuencias de las Fallas

Según la norma SAE JA-1012 (op.cit.), expresa que: “para el ALD pueda decidir sobre las tareas de mantenimiento a realizar, es importante que se tengan las consecuencias de las fallas y decidir el eslabón que se encuentra cada modo de falla”. (s/p). El ALD propone el diagrama que se muestra a continuación en la figura 2.2.

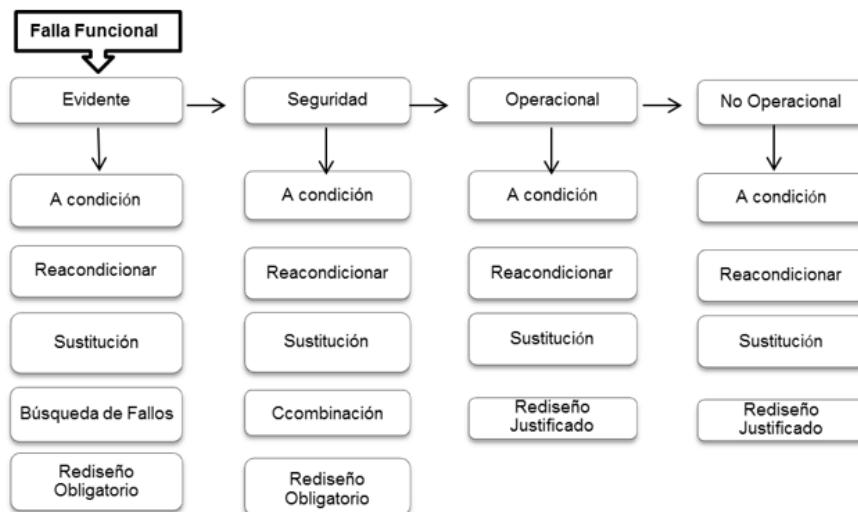


Figura 2.2. Diagrama del Árbol Lógico de Decisiones

Fuente: Strategig Technologies Ing. “Manual de Reability Center Maintenance” (1999), con adaptación propia

2.2.16.1 Consecuencia de las Fallas Oculto

Una función oculta o no evidente, es aquella cuya falla no es detectable por los operarios bajo circunstancias normales, si se produce por sí solo. Generalmente no ejercen efecto directo, pero si exponen a las instalaciones a otros fallas cuyas consecuencias serían más graves, y a menudo catastróficas. Suelen ser hasta la mitad de los modos de falla de los equipos complejos modernos.

2.2.16.2 Consecuencia para la Seguridad

Un modo de falla tiene consecuencias sobre la seguridad personal si causa una pérdida de función u otros daños que pudieran lesionar o matar a alguien, mientras que sobre el ambiente si origina una infracción de cualquier normativa o reglamento relacionado con el medio ambiente.

2.2.16.3 Consecuencias Operacionales

Una falla trae consecuencias operacionales si tiene efecto adverso directo sobre la capacidad operacional, afectan al rendimiento total, la calidad del producto y el servicio al cliente. En todos estos casos estas consecuencias cuestan dinero.

2.2.16.4 Consecuencias No Operacionales

Las fallas evidentes que caen dentro de esta categoría son aquellos que no traen consecuencia sobre la seguridad ni la producción, de modo que solo originan el coste directo de la reparación.

2.2.17 Gráfica de Pareto

Para Duffua, S. (2000), una gráfica de Pareto: “es simplemente una distribución de frecuencias de datos de atributos acomodados por orden de frecuencia. Su propósito es separar los pocos vitales de los muchos triviales”. (p.266).

2.2.18 Planta Compresora de Gas

El Manual de Operación e Instalación de las Plantas Compresoras de Gas de PDVSA (2002), establece que: “son aquellas instalaciones donde se ubican los equipos y facilidades para la compresión de gas”. (p.9-10).

2.2.19 Gas Natural

Según Sarabia, L. (2012): “es un líquido a temperatura y presión ambiente con tendencia a evaporarse a dichas condiciones, sus componentes básicos son pentano, hexano y heptano”. (s/p).

2.2.20 Proceso de Compresión del Gas Natural

Para explicar el proceso de compresión de gas en una planta compresora se partirá del caso tradicional de un sólo tren o unidad de compresión, donde el proceso se realiza en tres (3) etapas escalonadas de aumento de presión. En líneas generales, esto ocurre en ocho bloques de funciones, descritos brevemente a continuación:

- **Succión de gas:** este bloque consiste en la entrada de gas asociado a crudo, a la planta de compresión proveniente de una estación de flujo. El gas se transfiere a un separador de entrada, a una temperatura y presión y específica, donde se produce la separación del crudo presente en el gas, el cual es dirigido a un tanque recolector de condensado para ser bombeado a un múltiple de producción u otra estación de flujo.
- **Succión primera etapa de compresión:** del separador de entrada, el gas seco se desplaza al separador de producción de la primera etapa de compresión, donde

se disminuye la temperatura del gas que entrará al compresor y se condensa el crudo presente aún en el gas, el cual será recolectado y enviado al recolector de condensados nombrado con anterioridad. El gas seco entra al compresor donde le será elevada su presión y temperatura, en un primer escalón.

- Descarga primera etapa de compresión: el gas comprimido sale del compresor y entra a un intercambiador de calor, donde será enfriado a una temperatura específica para ser desviado a la segunda etapa de compresión. Este gas también será utilizado para el control antioleaje del compresor, en caso de requerirse, desviándolo al separador de la primera etapa y de allí al compresor.
- Succión segunda etapa de compresión: el gas seco proveniente de la descarga del compresor en su primera etapa, se desplaza al separador de producción de la segunda etapa de compresión, donde se disminuye la temperatura del gas que entrará al compresor y se condensa el crudo presente aún en el gas, el cual será recolectado y enviado al recolector de condensados nombrado con anterioridad.

El gas seco entra al compresor donde le será elevada su presión y temperatura, en un segundo escalón.

- Descarga segunda etapa de compresión: el gas comprimido sale del compresor y entra a un intercambiador de calor, donde será enfriado a una temperatura específica para ser desviado a la tercera etapa de compresión. Este gas también será utilizado para el control antioleaje del compresor, en caso de requerirse, desviándolo al separador de la segunda etapa y de allí al compresor.
- Succión tercera etapa de compresión: el gas seco proveniente de la descarga del compresor en su segunda etapa, se desplaza al separador de producción de la

tercera etapa de compresión, donde se disminuye la temperatura del gas que entrará al compresor y se condensa el crudo presente aún en el gas, el cual será recolectado y enviado al recolector de condensados nombrado con anterioridad. El gas seco entra al compresor donde le será elevada su presión y temperatura, en un tercer escalón, hasta alcanzar la presión para la cual fue diseñada la planta.

- Descarga tercera etapa de compresión: el gas comprimido sale del compresor y entra a un intercambiador de calor, donde será enfriado a una temperatura específica para ser desviado a un último separador de descarga, el cual desviará el gas hacia la red de distribución. Este gas también será utilizado para el control antioleaje del compresor, en caso de requerirse, desviándolo al separador de la tercera etapa y de allí al compresor.
- Descarga de gas: en este último bloque se realiza la descarga del gas natural, a unas condiciones de temperatura y presión requeridas, en una red de distribución. La compresión del gas puede darse de forma simultánea para varios trenes de compresión o unidades compresoras, dentro de la misma planta, siendo común el arreglo 2+1 (dos en operación, uno en respaldo). En cada una de ellas ocurrirá el proceso de compresión en tres (3) etapas, siendo la succión y la descarga, comunes para todos los módulos de compresión. La refrigeración de inter-etapas y descarga es conseguida por intercambiadores de calor enfriados por aire. La formación de hidratos de carbono se consigue por medio de la inyección de químicos como el glicol, con su respectiva unidad de regeneración. También puede utilizarse la inyección de metanol. El control de la velocidad del compresor, se logra por medio de un variador de velocidad acoplado a través de una caja de engranajes al eje del compresor.

2.2.21 Equipos de una Planta de Compresión de Gas Natural

2.2.21.1 Motor

Según González y Tolosana (2012), establece que un motor: “es una máquina capaz de producir trabajo por medio de producir trabajo por medio de una transformación de energía”. (p.42).

2.2.21.2 Compresor

La Norma Covenin 1926 (1997), afirma que: “un compresor es una máquina que se usa para producir un aumento en la presión de un fluido gaseoso a través de la reducción del volumen específico del mismo, durante su paso por el sistema”. (p.1).

2.2.21.3 Compresores Reciprocantes

De acuerdo con PDVSA (1996): “son equipos que operan mediante una reducción positiva de un cierto volumen de gas atrapado dentro de un cilindro, mediante un movimiento recíprocante del pistón”. (p.2).

2.2.21.4 Motocompresor

PDVSA (op.cit.), establece que:

Las unidades motocompresoras son máquinas integradas por dos partes perfectamente diferenciadas (motores y compresores), pero que trabajan de manera dependiente; de acuerdo al modelo y al fabricante se pueden encontrar diferentes arreglos de estos. Ellas utilizan un sistema de enfriamiento por aire, compuesto por una serie de ventiladores y tiene como objetivo disipar externamente el calor recogido por el agua durante su recorrido a través del

motocompresor y a su vez enfriar el gas proveniente de cada una de las etapas de compresión. (p.3).

2.2.21.5 Depuradores Inter-Etapas

Son recipientes cilíndricos que se instalan en la tubería de succión a la planta, para eliminar sólidos o líquidos que pudieran estar entrando por la tubería de alimentación a la planta. Los líquidos se pueden formar por variaciones de presión o temperatura en la tubería de alimentación.

2.2.21.6 Enfriador o Caja de Viento

Es un enfriador equipado con una serie de tuberías aletadas y ventiladores, dispuestos de manera que se logre una alta transferencia de calor entre el aire y las tuberías, para disminuir la temperatura del gas comprimido del agua de enfriamiento y de aceite del motor.

2.2.22 Equipo Natural de Trabajo

Según Comfima & Consultores (2009): “es un grupo multidisciplinario que pertenecen a una misma organización y trabajan en conjunto, durante un periodo de tiempo, para solucionar problemas específicos con ayudas del valor agregado que suministra cada miembro para mejorar la gestión a corto plazo”. (s/p).

2.2.22.1 Características de un Equipo Natural de Trabajo (ENT)

- Involucrar cada miembro, para la búsqueda de solución de problema con sentido de pertenencia.

- Participación de todos los miembros de las discusiones. Consciente de que los roles de los integrantes son diferentes, pero complementario.
- Se atiende a cada miembro y no hay temor de hacer sugerencias, existe consenso y compromiso.
- Los desacuerdos no se ocultan, se discuten para resolverlo.
- Las críticas son sinceras y frecuentes, pero sin ataques personales.
- Utiliza ayuda externa cuando es requerida.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo serán establecidas las características de los métodos que fueron utilizados para lograr el cumplimiento de los objetivos del trabajo de investigación, es decir, técnicas, herramientas e instrumentos de recolección de información.

3.1 Tipo de Investigación

El siguiente trabajo se sustentó en un tipo de investigación descriptiva.

Según Sabino, (2000): “las investigaciones descriptivas, utilizan criterios sistemáticos que permiten poner de manifiesto la estructura o el comportamiento de los fenómenos en estudio, proporcionando de ese modo información sistemática y comparable con la de otras fuentes”. (p.43).

Tomando en cuenta lo expuesto anteriormente, se puede considerar que la investigación que se llevó a cabo es de tipo descriptiva; ya que se enfoca en la descripción del comportamiento de las unidades motocompresoras de la planta compresora Santa Rosa Booster, así como en la interpretación y análisis de la información referente a su contexto operacional.

3.2 Diseño de la Investigación

Según Arias, F. (2006): “el diseño es la estrategia adoptada por el investigador para responder el problema planteado”. (p.47). Este proyecto de investigación se realizó en un marco de investigación de campo; ya que, se ejecutó un análisis del

problema presentado y posteriormente se interpretó mediante datos recolectados directamente del lugar de trabajo.

Considerando lo expuesto por Arias, F. (op.cit.):

La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes. (p.31).

3.3 Población y Muestra

3.3.1 Población

Arias, F. (op.cit.), expresa que la población es: “un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y los objetivos del estudio”. (p.81).

Este proyecto está constituido por una población humana y una población de equipos. La población humana está constituida por el personal de mantenimiento mayor que labora en la planta compresora Santa Rosa Booster, tres (3) supervisores, ocho (8) mecánicos, dos (2) operadores, dos (2) instrumentistas y un (1) planificador. Mientras que la población de equipos, consistió en las unidades motocompresoras que fueron objeto de estudio, catorce (14) motocompresores.

3.3.2 Muestra

Según Sabino (op.cit.), establece que: “una muestra no es más que una parte del todo que llamamos universo y que sirve para representarlo”. (p.122).

En el presente proyecto de investigación, la muestra se considera igual a la población analizada, en el caso de la muestra humana, el equipo Natural de trabajo, que consta de dieciséis (16) personas y en cuanto a la muestra de los equipos, los catorce (14) motocompresores pertenecientes a la Planta Compresora Santa Rosa Booster.

3.4 Técnicas de Recolección de la Información a Utilizar

3.4.1 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Según Arias, F. (op.cit.): “las técnicas de investigación son las distintas formas o maneras de obtener la información”. (p.53).

3.4.1.1 Observación Directa

Arias, F. (op.cit.), estipula que la observación: “es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos”. (p.69).

Se utilizó como técnica para identificar y describir los elementos que conforman los motocompresores, con ayuda del personal de operaciones y mantenimiento. De igual forma, se observó el proceso de compresión del gas en la planta Santa Rosa Booster, el contexto operacional de las unidades sometidas a

estudio y los procedimientos utilizados por el personal para la ejecución del mantenimiento mayor a dichas unidades.

3.4.1.2 Entrevista No Estructurada

Según Arias, F. (op.cit.):

En esta modalidad no se dispone de una guía de preguntas elaboradas previamente. Sin embargo, se orienta por unos objetivos preestablecidos, lo que permite definir el tema de la entrevista. Es por eso que el entrevistador debe poseer una gran habilidad para formular las interrogantes sin perder la coherencia. (p.74).

Fueron realizadas entrevistas no estructuradas, debido a que por su informalidad permite mayor libertad tanto para el entrevistador como al entrevistado; proporcionando al personal, la libertad para dar respuestas y expresar opiniones, logrando un diálogo satisfactorio entre ambas partes del que se obtuvieron aportes significativos. Estas preguntas fueron formuladas al personal que labora en la planta Compresora Santa Rosa Booster, comprendiendo entre ellos: mecánicos, operadores, supervisores entre otros, permitiendo consolidar la investigación y conocer el funcionamiento de los equipos, las fallas de estos y las actividades que se realizan a la hora de llevar a cabo el mantenimiento.

3.4.1.3 Revisión Documental

Hurtado (2003), señala que la revisión documental:

Es una práctica que permite la obtención e información proveniente de distintas fuentes. Comprende la recopilación del mayor conjunto de datos posible publicados acerca del objeto de la investigación, con el fin de poder establecer una base sólida de trabajo y conocer hasta donde han llegado los trabajos de otros investigadores. (p.27).

Esta técnica fue aplicada durante todo el tiempo que duró la investigación, y se utilizó para fundamentar la misma, mediante libros, normas, manuales del fabricante, registros de la empresa, especificaciones técnicas, tesis de grado, entre otros, que permitieron sustentar los datos obtenidos durante la investigación de campo y las técnicas utilizadas para el análisis e interpretación de las mismas.

3.4.2 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

Las técnicas de análisis e interpretación de información utilizadas para realizar el diseño del plan de mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC) para los motocompresores de la planta compresora Santa Rosa Booster, Anaco Estado Anzoátegui, fueron las siguientes:

3.4.2.1 Diagrama de Pareto

Esta técnica permitió analizar y diferenciar entre las fallas más importantes de los motocompresores de la Planta Compresora Santa Rosa Booster (las pocas y vitales de las muchas y triviales). Con el fin de ayudar a tomar decisiones en función de prioridades a la hora de la realización de las actividades de mantenimiento. Además, contribuyó a conocer cuál es el factor o factores más importantes en los problemas de las fallas presentadas.

3.4.2.2 Diagrama de Procesos

Esta herramienta gráfica facilitó la visualización del contexto operacional, en él se identifican las entradas, los procesos y las salidas principales en el proceso de compresión del gas natural.

3.4.2.3 Fichas de Especificaciones Técnicas

Esta técnica permitió mostrar una descripción detallada de los diferentes sistemas que conforman los motocompresores y sus respectivas piezas, tomando en cuenta las características de cada unidad, permitiendo dar respuestas oportunas y adecuadas para la realización de las actividades de mantenimiento de acuerdo al modelo específico de los equipos objeto de estudio.

3.4.2.4 Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC)

Esta filosofía permitió identificar estrategias de mantenimiento para garantizar el cumplimiento de los estándares requeridos por los procesos de producción, mediante claras herramientas para prevenir los modos de falla que puedan afectar los equipos.

3.4.2.5 Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF)

Mediante esta técnica se estudiaron los problemas presentados en los motocompresores mediante, la función, las fallas funcionales, los modos de fallas y los efectos de las mismas en las unidades de estudio.

3.4.2.6 Árbol Lógico de Decisiones (ALD)

Con el (ALD) fueron seleccionadas las acciones de mantenimiento más adecuadas para evitar la ocurrencia de cada modo de falla o disminuir sus posibles efectos sobre las unidades a estudiar.

3.4.2.7 Norma PDVSA MM-01-01-03

Esta norma fue utilizada para clasificar el nivel de las actividades de mantenimiento a realizar en los motocompresores perteneciente a la Planta Compresora Santa Rosa Booster.

3.5 Procedimiento Metodológico para la Consecución de los Objetivos

Para el desarrollo del proyecto de investigación y cumplimiento de los objetivos planteados en el mismo se llevaron a cabo las siguientes etapas:

3.5.1 Descripción del Contexto Operacional Asociado a los Motocompresores de la Planta Compresora Santa Rosa Booster, Anaco Estado Anzoátegui

En esta etapa se realizó una descripción detallada del funcionamiento de los motocompresores pertenecientes a la planta compresora Santa Rosa Booster con la finalidad de conocer el funcionamiento operativo de estas unidades, tomando en cuenta el proceso de compresión de gas natural y el papel que cumplen los motocompresores en dicho proceso, considerando sus especificaciones técnicas, niveles de succión y descarga, horas de operación, cantidad de gas manejado, entre otros. La información se presentó mediante fichas de especificaciones técnicas y mapas de proceso.

Los datos que fundamentaron esta etapa, fueron recolectados de la superintendencia de mantenimiento mayor, ingeniería de mantenimiento, ingeniería de operaciones y planificación, mediante revisión bibliográfica y visitas de campo; para lo cual, se contó con la colaboración de personal de mantenimiento mayor, conjuntamente con personal de operaciones. Esto con el fin, de definir con mayor

exactitud el contexto operacional que presentan actualmente las unidades motocompresoras dentro de la Planta de Compresión Santa Rosa Booster.

3.5.2 Jerarquización de las Fallas Presentes en las Unidades de la Planta Compresora Santa Rosa Booster, Anaco Estado Anzoátegui

Para el logro de este objetivo fueron tomados los registros de fallas existentes en el último año en los motocompresores de la planta compresora Santa Rosa Booster, con el propósito de conocer las fallas que presentan estas unidades. Posteriormente se utilizó la metodología de diagrama de Pareto para jerarquizar de forma clara y evidente cuáles son las fallas más recurrentes en los motocompresores, esta técnica se basa en que el 80% de los efectos es producido por el 20% de las causas, dirigiendo el estudio a aquellos sistemas con el mayor número de fallas en estos equipos, facilitando de esta manera la toma de decisiones. De igual forma se contó con colaboración del personal de operaciones de la planta para la suministración de los registros de las fallas ocurridas en las unidades motocompresoras, así como de los paros registrados en la misma.

3.5.3 Realización de Análisis de Modos y Efectos de Fallas a los Componentes de la Planta Compresora Santa Rosa Booster, Anaco Estado Anzoátegui

Luego de determinar los equipos y componentes críticos del sistema mediante la aplicación del Diagrama de Pareto, se aplicó el Análisis de Modos y Efectos de Fallas, el cual consistió en determinar las funciones, fallas funcionales, las causas y consecuencias de las fallas.

Para el desarrollo de esta etapa se utilizaron los manuales del fabricante, revisión bibliográfica y reuniones con el personal mecánico, de mantenimiento y de operaciones de la Planta compresora Santa Rosa Booster.

3.5.4 Definición de las Tareas de Mantenimiento Mediante la Aplicación del Árbol Lógico de Decisión (ALD) del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

Para determinar las tareas de mantenimiento a implementar a los componentes de los motocompresores analizados en el AMEF, se sometió cada modo de falla al flujo grama de preguntas que presenta el Árbol Lógico de Decisión (ALD), para llegar a una respuesta a que tareas de mantenimiento debían ser implementadas, posteriormente los datos arrojados por el diagrama fueron asentados en una hoja de decisión, donde se muestran las respuestas a las preguntas del árbol lógico de decisiones.

3.5.5 Elaboración de un Plan de Mantenimiento para los Motocompresores de la Planta Compresora Santa Rosa Booster, Anaco Estado Anzoátegui

Con los datos que obtenidos en el desarrollo de las etapas anteriores, se llevó a cabo el diseño del plan mantenimiento para los motocompresores de la planta compresora Santa Rosa Booster, Anaco Estado Anzoátegui. El cual consistió en asentar las actividades de mantenimiento a realizar, indicando la fuerza laboral necesaria para la realización de cada actividad, las horas hombre (H-H) requeridas; así como, los equipos y herramientas a utilizar para llevarlas a cabo, esto tomando en cuenta las observaciones del equipo natural de trabajo de acuerdo a su experiencia y los manuales de los equipos suministrados por el fabricante. De igual forma, fue señalado el nivel de mantenimiento al cual pertenece cada actividad a efectuar, basándose para ello en la norma PDVSA MM-01-01-03.

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Descripción del Contexto Operacional Asociado a los Motocompresores de la Planta Compresora Santa Rosa Booster, Anaco Estado Anzoátegui

El contexto operacional permite conocer y definir cómo está funcionando y la forma adecuada en que debe funcionar una instalación o sistema; es decir, ayuda identificar desviaciones en los procesos que pueden mejorarse. Por este motivo se procederá a definir el contexto operacional de los motocompresores pertenecientes a la planta compresora Santa Rosa Booster.

Para la definición del contexto operacional y para llevar a cabo el trabajo de investigación, fue necesaria la conformación de un equipo multidisciplinario integrado por un conjunto de personas que desempeñan diferentes funciones en la organización, esto con el fin de analizar los problemas y llegar a la solución más adecuada. En la tabla 4.1 mostrada a continuación, se muestra la conformación del equipo natural de trabajo (ENT).

Tabla 4.1. Conformación del ENT

Equipo Natural de Trabajo (ENT)			
Mantenimiento Mayor	Mantenimiento Operacional	Planificación	Universidad de Oriente
- Supv. Mayor - Supv. Ejecución - Mecánico	- Supv. Área - Operador	-Planificador	- Tesista

Fuente: El autor (2016)

4.1.1 Descripción de los Equipos Motocompresores de la Planta Compresora Santa Rosa Booster

La planta compresora Santa Rosa Booster, está conformada por catorce (14) unidades motocompresoras, las cuales se encargan de comprimir el gas a niveles previamente determinados; así como, de aumentar su presión. Las unidades motocompresoras que conforman la planta son las siguientes: K-1, K-2, K-3 y K-4, las cuales están compuestas por un motor Caterpillar modelo 3516 y un compresor Dresser Rand modelo 5CVIP4. Mientras que la unidad K-5, se compone de un motor Caterpillar modelo 3606 y un compresor Ariel modelo JGD-4. Por otra parte, las unidades K-6 y K-7 están formadas por un motor Waukesha modelo 12VAT25 y un compresor Dresser Rand modelo 6HOS-4. Las unidades K-8 y K-9, se componen de un motor Caterpillar modelo 3516 y compresor Ariel modelo JGD-2, motor Caterpillar modelo 3516 y compresor White Superior modelo WH-66 respectivamente. K-10 y K-11, están constituidos por un motor Waukesha modelo 7044 y compresor Ariel modelo JGK-4. K-12 y K-13, se componen de un motor Caterpillar modelo 3612LE y compresor Ariel modelo JGC-4. Finalmente K-14, está conformado por un motor Caterpillar modelo G3516 y un compresor ARIEL modelo JGE-4.



Figura 4.1. Motor de Combustión Interna
Fuente: El autor (2016)



Figura 4.2. Motocompresor
Fuente: El autor (2016)



Figura 4.3. Enfriador
Fuente: El autor (2016)

4.1.2 Sistemas que Conforman un Motocompresor

4.1.2.1 Sistema de Lubricación

Está compuesto por bombas de aceite y tuberías que le inyectan aceite a presión al motor y al compresor para disminuir el roce entre las partes mecánicas. Sus principales componentes son:

- Bomba de pre lubricación y post lubricación

Estas se encargan de partes móviles del motor como los cojinetes, turbina y paredes de los cilindros, momentos antes del arranque con el propósito de evitar un excesivo roce entre las partes cuando se produce el arranque; y luego que se para el motor para evitar que las mismas se sequen por completo, lo que ocasionaría un aumento de la temperatura y posibles daños a las mismas.

- Bomba principal de aceite

Esta es accionada directamente por el cigüeñal a través de un acople rígido tan pronto como el mismo comienza a girar y tiene como propósito lubricar partes móviles como cojinetes, bocinas, crucetas de zapatas, bielas de crucetas de zapatas, etc.

- Bomba auxiliar

Su función es llevar el aceite a las paredes del cilindro, cojinetes principales entre otras partes del motor, a través de conductos metálicos.

4.1.2.2 Sistemas de Enfriamiento

Son conductos y bombas de agua que ayudan a mantener en un rango la temperatura del motocompresor. Sus principales componentes son:

- Radiador de enfriamiento de aire de barrido completo

Tiene como propósito enfriar el aire de barrido antes de que este entre a los cilindros de fuerza y se encuentran ubicados en el lateral izquierdo del bloque.

- Bomba de agua

Se encuentra ubicada en el lateral derecho del bloque y tiene como propósito, tomar el agua que entra del tanque y enviarla a presión al interior del motor (camisas y cámaras de fuerzas, cilindros compresores, enfriadores de barrido, etc.) Es accionada por el cigüeñal una vez que este entra en movimiento, a través de una cadena.

4.1.2.3 Sistemas de Gas Combustible

Integrado por un depurador e intercambiadores de calor, para suministrar combustible “seco” a los equipos que lo requieran a una temperatura aceptable.

4.1.2.4 Sistema de Ignición

La función básica de este sistema es proveer la chispa (calor) necesario para encender la mezcla explosiva en la cámara de combustión de cada cilindro. Esta chispa debe ser suministrada en el momento preciso, para aprovechar el máximo de la potencia de la máquina. Está compuesto por:

- Distribuidor de corriente (Altronic II Ignition)

Distribuye la corriente a cada uno de los cilindros de fuerza a través de cables mediante una secuencia de giro.

- Bobinas

Tienen la función de aumentar la corriente que reciben del distribuidor o Altronic II.

- Bujías

Reciben la corriente que les suministran las bobinas a través de los cables de alta y la transforman en chispa, utilizada para la combustión, se encuentran ubicadas en las cámaras de cada cilindro de fuerza.

- Cables de bujías

También denominados cables de alta, llevan la corriente desde las bobinas hasta el extremo superior de las bujías.

4.1.2.5 Sistema de Arranque

La función del sistema de arranque es la de proveer el impulso o movimiento inicial al motor; de tal manera que este alcance una velocidad de rotación que facilite su ignición.

Su principal componente son los arrancadores, que son unos dispositivos colocados a los lados del volante del motor, y cumplen la función de suministrar el movimiento de giro al cigüeñal hasta los momentos en que el motor ya ha alcanzado la velocidad necesaria para un normal funcionamiento.

4.1.2.6 Sistema de Compresión

Este sistema está comprendido de cuatro (4) cilindros compresores. El cilindro compresor, está constituido por un pistón que se ajusta a las paredes del mismo con tolerancias del orden de la centésima o la milésima de pulgada, el pistón esta accionado por un vástago, el cual a su vez está conectado al cigüeñal, que controla la dirección del movimiento del pistón compresor durante el ciclo de compresión. Todo el cilindro se encuentra dentro de una camisa por la cual circula agua de enfriamiento, permitiendo mantener la temperatura de los materiales en un rango aceptable. Finalmente, en la parte posterior del cilindro y sobre el vástago se encuentra la caja de empacaduras la cual sirve para aislar al cilindro exterior.

4.1.3 Fichas Técnicas de los Equipos

Debido a que los motocompresores K-1, K-2, K-3 y K-4 son del mismo modelo y poseen las mismas especificaciones, se presentó la misma ficha técnica para los cuatro. De igual forma, se realizó la misma ficha para el K-6 y K-7, K-8 y K-9, K-10 y K-11, finalmente K-12 y K-13.

Tabla 4.2. Ficha Técnica del K-1, K-2, K-3, K-4

	Planta Compresora Santa Rosa Booster	Fecha de elaboración: Feb.16
	Ficha Técnica de Equipo	
Datos de la Unidad Motocompresora		
Nº de la Unidad	Nº PDVSA: K-1, K-2, K-3, K-4	
Ubicación: Anaco/ AMA ESTE		
Tipo de Equipo: Motor de Combustión Interna	Tipo de Equipo: Compresor Reciprocante	
Fabricante: Caterpillar	Fabricante: Dresser Rand	
Modelo: 3516	Modelo: 5CVIP4	
Energía de Diseño (HP): 1265	Presión de Succión -Diseño- : 60	
Velocidad Máxima (RPM): 1400	Presión de Succión -Operación-: 60	
Nº de Cilindros: 16	Presión de Descarga -Diseño- : 1200	
Sistema de Ignición: ADEM3	Presión de Descarga -Operación-: 1200	
Sistema de Arranque: Neumático	Capacidad -Diseño-(MMPCED): 5	
Categoría de Operación: Control Manual	Flujo Manejado (MMPCED): 5	
Tipo de Filtración de entrada de Aire: Filtro tipo Seco	Nº de Cilindros: 4	
Combustible: Gas	Nº de Etapas: 3	
Tipo de Aspiración: Turbo	Enfriamiento del Gas: Con Aire	
	Enfriamiento del Aceite: Con Agua	
	Velocidad Máxima: 1500	

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.3. Ficha Técnica del K-5

	Planta Compresora Santa Rosa Booster	Fecha de elaboración: Feb.16
	Ficha Técnica de Equipo	
Datos de la Unidad Motocompresora		
Nº de la Unidad		Nº PDVSA: K-5
Ubicación: Anaco/ AMA ESTE		
Tipo de Equipo: Motor de Combustión Interna		Tipo de Equipo: Compresor Reciprocante
Fabricante: Caterpillar		Fabricante: Ariel
Modelo: 3606		Modelo: JGD-4
Energía de Diseño (HP): 1665		Presión de Succión -Diseño- : 60
Velocidad Máxima (RPM): 1000		Presión de Succión -Operación-: 60
Nº de Cilindros: 6		Presión de Descarga -Diseño- : 1200
Sistema de Ignición: EIS		Presión de Descarga -Operación-: 1200
Sistema de Arranque: Neumático		Capacidad -Diseño-(MMPCED): 7.5
Categoría de Operación: Control Manual		Flujo Manejado (MMPCED): 7.5
Tipo de Filtración de entrada de Aire: Filtro tipo Seco		Nº de Cilindros: 4
Combustible: Gas		Nº de Etapas: 3
Tipo de Aspiración: Turbo		Enfriamiento del Gas: Con Aire
		Enfriamiento del Aceite: Con Agua
		Velocidad Máxima: 1200

Fuente: el autor (2016)

Tabla 4.4. Ficha Técnica del K-6 y K-7

	Planta Compresora Santa Rosa Booster	Fecha de elaboración: Feb.16
	Ficha Técnica de Equipo	
Datos de la Unidad Motocompresora		
Nº de la Unidad	Nº PDVSA: K-6, K-7	
Ubicación: Anaco/ AMA ESTE		
Tipo de Equipo: Motor de Combustión Interna	Tipo de Equipo: Compresor Reciprocante	
Fabricante: Waukesha	Fabricante: Dresser Rand	
Modelo: 7044 GSI	Modelo: 6HOS4	
Energía de Diseño (HP): 1680	Presión de Succión -Diseño- : 60	
Velocidad Máxima (RPM): 1200	Presión de Succión -Operación-: 60	
Nº de Cilindros: 12	Presión de Descarga -Diseño- : 1200	
Sistema de Ignición: EIS	Presión de Descarga -Operación-: 1200	
Sistema de Arranque: Neumático	Capacidad -Diseño-(MMPCED): 7.5	
Categoría de Operación: Control Manual	Flujo Manejado (MMPCED): 7	
Tipo de Filtración de entrada de Aire: Filtro tipo Seco	Nº de Cilindros: 4	
Combustible: Gas	Nº de Etapas: 3	
Tipo de Aspiración: Turbo	Enfriamiento del Gas: Con Aire	
	Enfriamiento del Aceite: Con Agua	
	Velocidad Máxima: 1200	

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.5. Ficha Técnica del K-8 y K-9

	Planta Compresora Santa Rosa Booster	Fecha de elaboración: Feb.16
	Ficha Técnica de Equipo	
Datos de la Unidad Motocompresora		
Nº de la Unidad	Nº PDVSA: K-8, K-9	
Ubicación: Anaco/ AMA ESTE		
Tipo de Equipo: Motor de Combustión Interna	Tipo de Equipo: Compresor Reciprocante	
Fabricante: Caterpillar	Fabricante: Dresser Rand	
Modelo: 3516	Modelo: 5CVIP4	
Energía de Diseño (HP): 1265	Presión de Succión -Diseño- : 60	
Velocidad Máxima (RPM): 1400	Presión de Succión -Operación-: 60	
Nº de Cilindros: 16	Presión de Descarga -Diseño- : 1200	
Sistema de Ignición: ADEM3	Presión de Descarga -Operación-: 1200	
Sistema de Arranque: Neumático	Capacidad -Diseño-(MMPCED): 5	
Categoría de Operación: Control Manual	Flujo Manejado (MMPCED): 5	
Tipo de Filtración de entrada de Aire: Filtro tipo Seco	Nº de Cilindros: 4	
Combustible: Gas	Nº de Etapas: 3	
Tipo de Aspiración: Turbo	Enfriamiento del Gas: Con Aire	
	Enfriamiento del Aceite: Con Agua	
	Velocidad Máxima: 1500	

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.6. Ficha Técnica del K-10 y K-11

	Planta Compresora Santa Rosa Booster	Fecha de elaboración: Feb.16
	Ficha Técnica de Equipo	
Datos de la Unidad Motocompresora		
Nº de la Unidad	Nº PDVSA: K-10, K-11	
Ubicación: Anaco/ AMA ESTE		
Tipo de Equipo: Motor de Combustión Interna	Tipo de Equipo: Compresor Reciprocante	
Fabricante: Waukesha	Fabricante: Ariel	
Modelo: L7044	Modelo: JGK-4	
Energía de Diseño (HP): 1680	Presión de Succión -Diseño- : 60	
Velocidad Máxima (RPM): 1200	Presión de Succión -Operación-: 60	
Nº de Cilindros: 12	Presión de Descarga -Diseño- : 1200	
Sistema de Ignición: ESM	Presión de Descarga -Operación-: 1200	
Sistema de Arranque: Neumático	Capacidad -Diseño-(MMPCED): 8	
Categoría de Operación: Control Manual	Flujo Manejado (MMPCED): 7.5	
Tipo de Filtración de entrada de Aire: Filtro tipo Seco	Nº de Cilindros: 4	
Combustible: Gas	Nº de Etapas: 3	
Tipo de Aspiración: Turbo	Enfriamiento del Gas: Con Aire	
	Enfriamiento del Aceite: Con Agua	
	Velocidad Máxima: 1200	

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.7. Ficha Técnica del K-12 y K-13

	Planta Compresora Santa Rosa Booster	Fecha de elaboración: Feb.16
	Ficha Técnica de Equipo	
Datos de la Unidad Motocompresora		
Nº de la Unidad	Nº PDVSA: K-12, K-13	
Ubicación: Anaco/ AMA ESTE		
Tipo de Equipo: Motor de Combustión Interna	Tipo de Equipo: Compresor Reciprocante	
Fabricante: Caterpillar	Fabricante: Ariel	
Modelo: G3612	Modelo: JGC-4	
Energía de Diseño (HP): 3330	Presión de Succión -Diseño- : 250	
Velocidad Máxima (RPM): 1000	Presión de Succión -Operación-: 250	
Nº de Cilindros: 12	Presión de Descarga -Diseño- : 1200	
Sistema de Ignición: ADEM3	Presión de Descarga -Operación-: 1200	
Sistema de Arranque: Neumático	Capacidad -Diseño-(MMPCED): 30	
Categoría de Operación: Control Manual	Flujo Manejado (MMPCED): 30	
Tipo de Filtración de entrada de Aire: Filtro tipo Seco	Nº de Cilindros: 4	
Combustible: Gas	Nº de Etapas: 3	
Tipo de Aspiración: Turbo	Enfriamiento del Gas: Con Aire	
	Enfriamiento del Aceite: Con Agua	
	Velocidad Máxima: 1000	

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.8. Ficha Técnica del K-14

	Planta Compresora Santa Rosa Booster	Fecha de elaboración: Feb.16
	Ficha Técnica de Equipo	
Datos de la Unidad Motocompresora		
Nº de la Unidad	Nº PDVSA: K-14	
Ubicación: Anaco/ AMA ESTE		
Tipo de Equipo: Motor de Combustión Interna	Tipo de Equipo: Compresor Reciprocante	
Fabricante: Caterpillar	Fabricante: AARIEL	
Modelo: G3516	Modelo: JGE-4	
Energía de Diseño (HP): 1265	Presión de Succión -Diseño- : 60	
Velocidad Máxima (RPM): 1200	Presión de Succión -Operación-: 60	
Nº de Cilindros: 16	Presión de Descarga -Diseño- : 1200	
Sistema de Ignición: ADEM3	Presión de Descarga -Operación-: 1200	
Sistema de Arranque: Neumático	Capacidad -Diseño-(MMPCED): 5	
Categoría de Operación: Control Manual	Flujo Manejado (MMPCED): 5	
Tipo de Filtración de entrada de Aire: Filtro tipo Seco	Nº de Cilindros: 4	
Combustible: Gas	Nº de Etapas: 3	
Tipo de Aspiración: Turbo	Enfriamiento del Gas: Con Aire	
	Enfriamiento del Aceite: Con Agua	
	Velocidad Máxima: 1500	

Fuente: El autor (2016)

4.1.4 Descripción del Proceso

El gas entra a la planta con presiones de 60 y 250 LPC, pasa a través de tuberías de 8" y 20" respectivamente.

- Primera etapa de compresión: el gas pasa al depurador para desalojar algunas partículas sólidas y líquidas contenidas en la corriente; es decir, para remover cierta cantidad de condensado que pudo ser arrastrada por la corriente. Posteriormente, el gas ya depurado sale por una de tubería de 12" hacia el

cabezal de succión de la primera etapa, donde es succionado por el cilindro compresor, para elevar la presión de 60 a 250 LPC y pasar luego al enfriador y posteriormente al cabezal de descarga de la primera etapa 250 LPC.

- Segunda etapa de compresión: el gas de campo, se une con el gas comprimido en la primera etapa por medio de una línea de 16", antes de pasar al depurador, saliendo de éste por una tubería de 12" hacia el cabezal de succión de la segunda etapa, a exención de las unidades K-7 y K-8 cuya línea al cabezal de entrada es de 20"; el gas de salida es succionado por dos (2) cilindros compresores, elevando la presión a 800 LPC. Posteriormente, es enviado al enfriador para disminuir su temperatura y de allí va al cabezal de descarga de 800 LPC. De este cabezal sale una línea de 10" que lleva el gas comprimido, uniéndose con el de campo para entrar al depurador.
- Tercera etapa de compresión: finalmente, se obtiene una corriente de gas que es succionado por el cuarto cilindro compresor elevando la presión de descarga a 1200 LPC, descargándola por una línea de 12" al gaseoducto para ser enviada al a la planta de extracción San Joaquín.

A continuación en la figura 4.4, se muestra el proceso de compresión del gas de los motocompresores de la planta compresora Santa Rosa Booster.

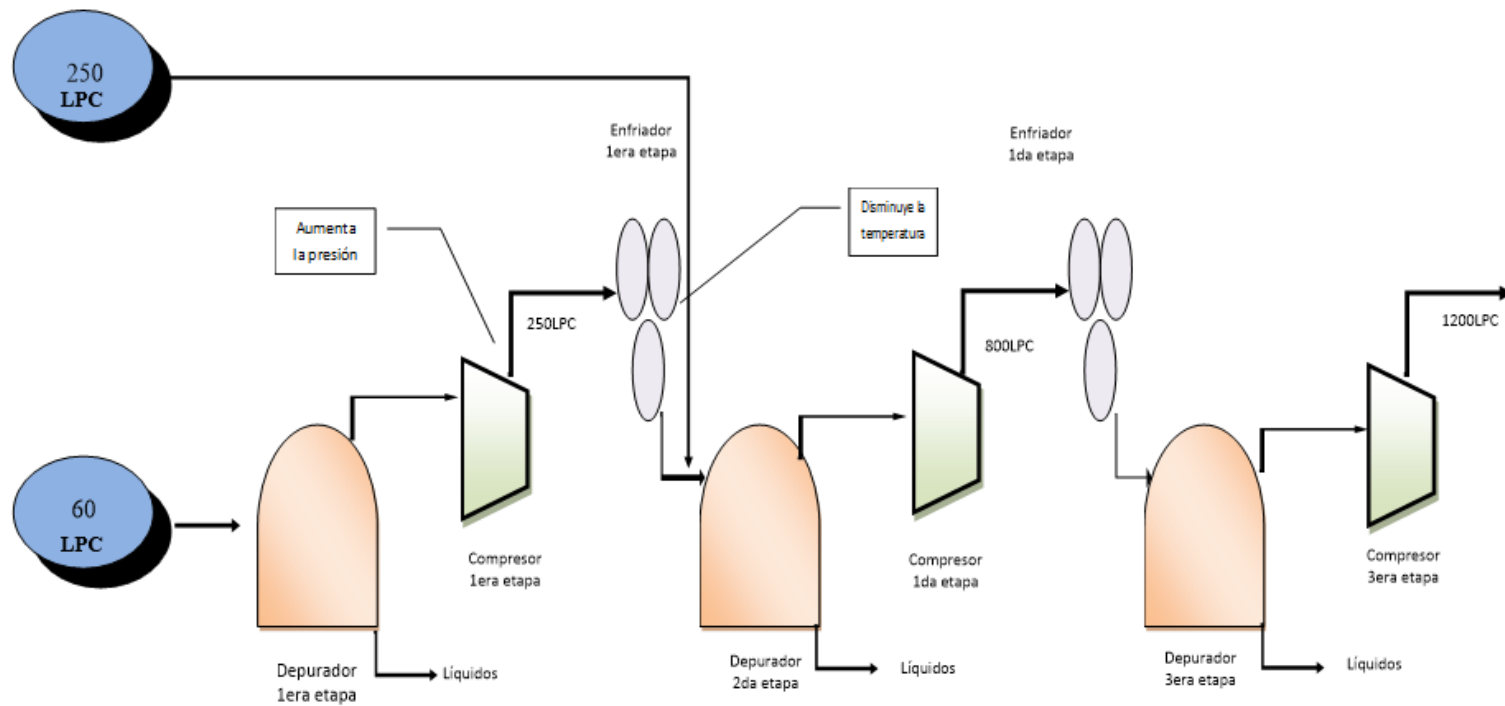


Figura 4.4. Proceso de Compresión del gas de los Motocompresores de la Planta Compresora Santa Rosa Booster
Fuente: El autor (2016)

4.2 Jerarquización las Fallas Presentes en las Unidades de la Planta Compresora Santa Rosa Booster, Anaco Estado Anzoátegui

El personal de mantenimiento mayor y mantenimiento operacional, realizan continuamente un seguimiento del comportamiento de los motocompresores, llevando un historial de fallas conjuntamente con la base de datos Centinela, la cual lleva el registro de todas las fallas que se presentan en cada uno de los sistemas de la planta. De esta base de datos, se obtuvieron los registros de las fallas ocurridas en el año 2016, tomando así el lapso de tiempo de un año para realizar el estudio.

A continuación, se muestran las fallas que presentaron los motocompresores en este periodo de tiempo, con su respectiva grafica de Pareto y posteriormente, al finalizar la evaluación de todos los motocompresores un análisis sobre el cumplimiento del Principio de Pareto en los mismos.

4.2.1 Fallas del Motocompresor K-1

En la tabla 4.9, se muestran las fallas presentadas por el Motocompresor K-1 durante el periodo 2015-2016.

Tabla 4.9. Fallas del Motocompresor K-1

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
1	06/01/2014 0:00	07/01/2014 17:30	41,50	Pérdida de potencia	Ignición
2	10/01/2014 12:00	10/01/2014 18:40	6,67	Fuga de agua	Enfriamiento
3	17/01/2014 6:00	18/01/2014 16:00	34,00	Fuga de agua	Enfriamiento
4	27/01/2014 0:00	29/01/2014 16:30	64,50	Válvulas compresoras en 1era y 2 da etapa	Compresión

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.9. Fallas del Motocompresor K-1. (Continuación)

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
5	02/02/2014 12:00	02/02/2014 18:15	6,25	Pérdida de potencia.	Ignición
6	03/02/2014 20:30	03/02/2014 21:30	1,00	Falla de Gas	Compresión
7	03/02/2014 21:31	03/02/2014 23:00	1,48	Fuga de agua.	Enfriamiento
8	05/02/2014 8:30	05/02/2014 21:30	13,00	Pérdida de potencia.	Ignición
9	08/02/2014 6:00	08/02/2014 12:00	6,00	Fuga de agua	Enfriamiento
10	13/02/2014 1:00	14/02/2014 21:30	44,50	Alta temperatura	Enfriamiento
11	15/02/2014 1:00	15/02/2014 1:50	0,83	Fuga de aceite	Lubricación
12	07/03/2014 8:30	07/03/2014 11:00	2,50	Pérdida de potencia	Ignición
13	11/03/2014 2:00	11/03/2014 13:30	11,50	Vibración compresor	Compresión
14	18/03/2014 12:30	18/03/2014 14:00	1,50	Alta temperatura	Enfriamiento
15	18/03/2014 14:25	18/03/2014 16:15	1,83	Fuga de agua	Enfriamiento
16	19/03/2014 19:00	19/03/2014 20:00	1,00	Alta presión de descarga	Compresión
17	30/03/2014 3:15	30/03/2014 9:00	5,75	Detonaciones carburador	Admisión
18	09/04/2014 12:10	09/04/2014 12:30	0,33	Falla sistema de gas	Gas Combustible
19	15/04/2014 12:00	15/04/2014 19:30	7,50	Salto de agua	Enfriamiento
20	16/04/2014 5:30	16/04/2014 13:30	8,00	Baja presión de agua	Enfriamiento
21	22/04/2014 4:30	22/04/2014 5:00	0,50	Bajo nivel aceite	Lubricación
22	28/04/2014 13:00	28/04/2014 13:30	0,50	Fuga de Agua	Enfriamiento
23	01/05/2014 8:00	01/05/2014 11:30	3,50	Pérdida de potencia	Ignición
24	15/05/2014 8:00	15/05/2014 9:00	1,00	Pérdida de potencia	Ignición
25	24/05/2014 8:00	24/05/2014 8:30	0,50	Baja presión de agua	Enfriamiento
26	29/05/2014 23:00	30/05/2014 12:01	13,02	Fuga de agua	Enfriamiento
27	14/06/2014 11:45	15/06/2014 1:30	13,75	Radiador	Enfriamiento

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.9. Fallas del Motocompresor K-1. (Continuación)

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
28	16/06/2014 8:00	16/06/2014 9:00	1,00	Ruptura correa ventilador	Enfriamiento
29	19/06/2014 6:00	19/06/2014 16:00	10,00	Baja presión de gas combustible	Gas Combustible
30	25/06/2014 11:30	25/06/2014 12:00	0,50	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
31	27/06/2014 15:10	27/06/2014 18:30	3,33	Fuga de agua	Enfriamiento
32	29/06/2014 20:30	29/06/2014 23:00	2,50	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
33	04/07/2014 20:10	05/07/2014 22:30	26,33	Cambio de válvulas C 1 y 2 he c/c#3 descarga	Compresión
34	07/07/2014 8:30	07/07/2014 11:00	2,50	Reemplazo de manguera de agua	Enfriamiento
35	08/07/2014 9:30	08/07/2014 15:20	5,83	Alta Temperatura	Enfriamiento
36	13/07/2014 17:30	13/07/2014 18:30	1,00	Fuga de agua	Enfriamiento
37	14/07/2014 7:00	14/07/2014 15:40	8,67	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
38	18/07/2014 0:00	18/07/2014 1:30	1,50	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
39	18/07/2014 3:00	18/07/2014 4:30	1,50	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
40	25/07/2014 10:40	25/07/2014 13:15	2,58	Alto nivel de líquido depurador 4ta etapa	Depuración
41	30/07/2014 19:50	30/07/2014 20:20	0,50	Fuga de aceite	Lubricación
42	06/08/2014 16:00	06/08/2014 20:40	4,67	Fuga de aceite	Lubricación
43	11/08/2014 10:00	11/08/2014 16:00	6,00	Baja presión de descarga	Compresión
44	12/08/2014 21:30	12/08/2014 22:00	0,50	Baja presión de agua	Enfriamiento
45	15/08/2014 16:30	15/08/2014 17:00	0,50	Falla secuencia/ válvula de gas combustible	Gas combustible
46	19/08/2014 10:30	19/08/2014 11:00	0,50	Fuga de agua	Enfriamiento
47	22/08/2014 10:40	22/08/2014 12:30	1,83	Válvula descarga	Lubricación
48	08/09/2014 9:30	08/09/2014 11:30	2,00	Fuga de agua	Enfriamiento

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.9. Fallas del Motocompresor K-1. (Continuación)

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
49	12/09/2014 15:50	12/09/2014 17:00	1,17	Válvula descarga	Lubricación
50	17/09/2014 19:50	17/09/2014 20:00	0,17	Bujías	Ignición
51	11/10/2014 12:20	11/10/2014 17:30	5,17	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
52	16/10/2014 19:40	17/10/2014 5:45	10,08	Baja presión de succión	Compresión
53	18/10/2014 1:00	18/10/2014 9:30	8,50	Baja presión de succión	Compresión
54	20/10/2014 6:30	21/10/2014 15:20	32,83	Fuga de agua	Enfriamiento
55	23/10/2014 16:00	23/10/2014 17:00	1,00	Baja presión aceite	Lubricación
56	24/10/2014 8:30	24/10/2014 10:50	2,33	Reemplazo de válvulas Compresoras	Compresión
57	29/10/2014 6:45	29/10/2014 10:00	3,25	Manómetro de succión/Sep 1era etapa	Depuración
58	29/10/2014 16:15	29/10/2014 16:30	0,25	Alto nivel de líquido depurador 3era etapa	Depuración
59	01/11/2014 5:00	03/11/2014 14:40	57,67	Fuga de agua	Enfriamiento
60	06/11/2014 14:40	06/11/2014 15:20	0,67	Baja presión de aceite	Lubricación
61	07/11/2014 11:30	07/11/2014 11:40	0,17	Fuga de agua	Enfriamiento
62	07/11/2014 13:30	08/11/2014 10:00	20,50	Alto nivel de líquido depurador 3era etapa	Depuración
63	14/11/2014 18:00	15/11/2014 9:30	15,50	Baja presión de succión	Compresión
64	15/11/2014 11:00	16/11/2014 0:00	13,00	Baja presión de succión	Compresión
65	16/11/2014 14:45	15/12/2014 9:30	690,75	Pérdida de potencia	Ignición
66	15/12/2014 13:40	15/12/2014 15:00	1,33	Fuga de aceite	Lubricación
67	16/12/2014 18:30	16/12/2014 19:30	1,00	Pérdida de potencia	Ignición
68	17/12/2014 8:30	17/12/2014 10:15	1,75	Pérdida de potencia	Ignición

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.9. Fallas del Motocompresor K-1. (Continuación)

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
69	21/12/2014 15:00	22/12/2014 18:30	27,50	Baja presión de succión	Compresión
70	27/12/2014 12:30	29/12/2014 13:10	48,67	Baja presión de succión	Compresión
71	10/02/2015 15:30	10/02/2015 17:00	1,50	Alto nivel de líquido depurador era etapa	Depuración
72	07/03/2015 16:00	08/03/2015 18:00	26,00	Panel eléctrico	Monitoreo y Control
73	09/03/2015 6:30	09/03/2015 8:00	1,50	Alto nivel de líquido en la 4ta etapa	Depuración
74	31/03/2015 9:00	02/04/2015 10:00	49,00	Alto nivel de líquido en la 4ta etapa	Depuración
75	03/04/2015 17:00	04/04/2015 9:00	160,00	Alto nivel de líquido en la 4ta etapa	Depuración
76	30/04/2015 9:00	30/04/2015 9:30	0,50	Baja presión de aceite	Lubricación
77	03/05/2015 0:00	03/05/2015 21:40	21,67	Engranajes rotos/ bomba de aceite	Lubricación
78	04/05/2015 19:00	04/05/2015 19:30	0,50	Falla de energía eléctrica	Monitoreo y Control
79	22/05/2015 7:40	22/05/2015 9:30	1,83	Fuga de aceite	Lubricación
80	26/05/2015 11:20	26/05/2015 11:35	0,25	Alto nivel de líquido depurador 3era etapa	Depuración
81	30/05/2015 17:05	31/05/2015 8:30	15,42	Baja presión de agua	Enfriamiento
82	15/07/2015 21:30	15/07/2015 23:00	1,50	Paro de emergencia	Depuración
83	07/08/2015 19:30	07/08/2015 21:50	2,33	Disco de ruptura/sistema de lubricación	Lubricación
TOTAL HORAS DE PAROS			1601,41		
TOTAL PAROS			83		

Fuente: El autor (2016)

Tomando las fallas de la tabla 4.9, se procedió a agruparlas de acuerdo a su sistema para posteriormente contabilizarlas y conocer cual sistema causó mayor

número de paradas en el equipo. En la tabla 4.10, se muestra la descripción y en la figura 4.5 gráficamente mediante el diagrama de Pareto.

Tabla 4.10. Resumen de Fallas según el Sistema del Motocompresor K-1

Sistema	Nº de Paros	Horas de Paros	%Nº de Paros	% Acumulado
Enfriamiento	29	275,17	35%	35%
Compresión	13	235,91	16%	51%
Lubricación	13	38,83	16%	66%
Depuración	12	247,00	14%	81%
Ignición	10	761,42	12%	93%
Gas Combustible	3	10,83	4%	96%
Monitoreo y Control	2	26,50	2%	99%
Admisión	1	5,75	1%	100%
Fuerza	0	0,00	0%	100%
Arranque	0	0,00	0%	100%
Escape	0	0,00	0%	100%
Total Paros por Sistemas	83	1601,41	100%	

Fuente: El autor (2016)

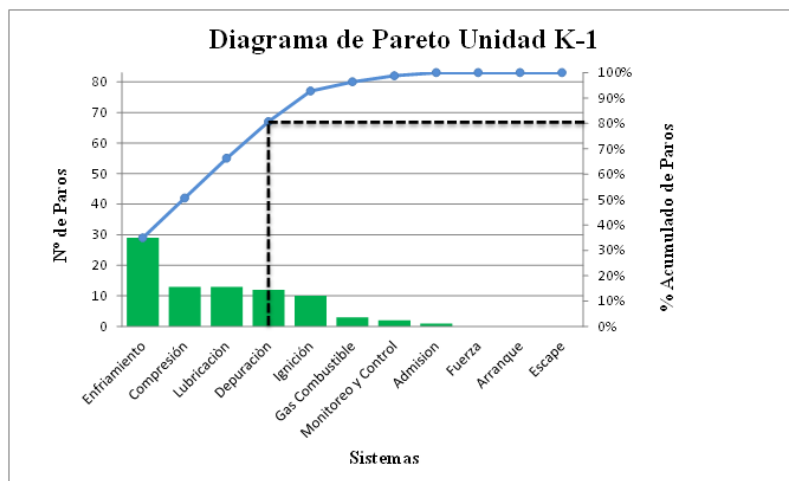


Figura 4.5. Fallas por Sistema K-1

Fuente: El autor (2016)

El motocompresor K-1 presentó mayor número de fallas en los sistemas de enfriamiento con un 35%, compresión 16%, lubricación 16% y depuración 14%.

4.2.2 Fallas del Motocompresor K-2

En la tabla 4.11, se exponen las fallas presentadas por el motocompresor K-2 durante el periodo 2015-2016.

Tabla 4.11. Fallas del Motocompresor K-2

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
1	15/01/2014 16:00	15/01/2014 17:45	1,75	Alta temperatura. aceite lubricante	Lubricación
2	01/02/2014 6:00	01/02/2014 12:00	6,00	Válvula 1er y 2da etapa	Depuración
3	01/02/2014 12:01	01/02/2014 13:00	0,98	Falla carburador	Admisión
4	19/03/2014 19:00	19/03/2014 20:00	1,00	Alta presión de descarga	Compresión
5	21/03/2014 6:00	22/03/2014 9:00	27,00	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
6	01/04/2014 7:00	01/04/2014 10:00	3,00	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
7	01/04/2014 7:00	01/04/2014 10:00	3,00	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
8	05/04/2014 22:00	06/04/2014 0:20	2,33	Pérdida de potencia	Ignición
9	07/04/2014 3:00	07/04/2014 4:30	1,50	Alto nivel de líquido depurador 4ta etapa	Depuración
10	19/04/2014 10:00	19/04/2014 11:00	1,00	No fluye lubricación	Lubricación
11	27/06/2014 15:10	27/06/2014 18:30	3,33	Falla eléctrica	Monitoreo y Control
12	23/07/2014 7:20	23/07/2014 7:50	0,50	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
13	23/07/2014 8:45	23/07/2014 9:30	0,75	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
14	28/07/2014 9:30	28/07/2014 11:00	1,50	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
15	12/08/2014 21:30	12/08/2014 22:00	0,50	Baja presión de descarga	Compresión
16	15/08/2014 16:00	15/08/2014 20:00	4,00	Baja presión de descarga	Compresión

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.11. Fallas del Motocompresor K-2. (Continuación)

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
17	19/08/2014 10:30	19/08/2014 11:00	0,50	Válvula de gas combustible	Gas combustible
18	19/08/2014 21:30	19/08/2014 21:45	0,25	Alto nivel de líquido depurador 2da etapa	Depuración
19	19/08/2014 22:15	20/08/2014 0:15	2,00	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
20	22/08/2014 10:40	22/08/2014 12:30	1,83	Válvula descarga	Lubricación
21	31/08/2014 18:30	31/08/2014 19:30	1,00	Bajo flujo de aceite lubricante	Lubricación
22	01/09/2014 1:00	01/09/2014 11:00	10,00	Bajo flujo de aceite lubricante	Lubricación
23	05/09/2014 5:30	06/09/2014 12:00	30,50	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
24	06/09/2014 15:00	06/09/2014 15:45	0,75	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
25	11/09/2014 7:30	11/09/2014 14:00	6,50	Bajo flujo de aceite lubricante	Lubricación
26	12/09/2014 15:50	12/09/2014 17:00	1,17	Bajo flujo de aceite lubricante	Lubricación
27	16/09/2014 18:00	17/09/2014 11:20	17,33	Baja presión de aceite del compresor	Lubricación
28	18/09/2014 17:10	18/09/2014 18:00	0,83	Fuga de gas	Gas combustible
29	23/09/2014 17:00	23/09/2014 20:00	3,00	Baja presión de succión	Compresión
30	26/09/2014 13:00	27/09/2014 7:30	1,50	Baja presión de succión	Compresión
31	27/09/2014 18:00	28/09/2014 22:00	28,00	Baja presión de succión	Compresión
32	01/10/2014 17:00	02/10/2014 16:00	23,00	Baja presión de succión	Compresión
33	02/10/2014 17:00	05/10/2014 8:00	63,00	Baja presión de succión	Compresión
34	05/10/2014 18:00	06/10/2014 7:30	13,50	Baja presión de succión	Compresión
35	07/10/2014 18:10	07/10/2014 21:30	3,33	Baja presión de succión	Compresión
36	11/10/2014 12:00	11/10/2014 13:20	1,33	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
37	23/10/2014 16:00	23/10/2014 17:00	1,00	Baja presión aceite	Lubricación
38	24/10/2014 0:15	24/10/2014 0:25	0,17	Baja presión aceite	Lubricación
39	24/10/2014 1:30	24/10/2014 1:45	0,25	Baja presión de aceite	Lubricación

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.11. Fallas del Motocompresor K-2. (Continuación)

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
40	24/10/2014 10:50	24/10/2014 17:30	6,67	Baja presión de succión	Compresión
41	25/10/2014 10:35	25/10/2014 14:40	4,08	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
42	14/12/2014 10:30	14/12/2014 11:00	0,50	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
43	20/12/2014 15:00	20/12/2014 22:00	7,00	Baja presión de succión	Compresión
44	22/12/2014 8:00	23/12/2014 8:30	24,50	Baja presión de succión	Compresión
45	27/12/2014 12:30	30/12/2014 6:30	66,00	Baja presión de succión	Compresión
46	06/01/2015 20:00	08/01/2015 8:30	36,50	Baja presión de succión	Compresión
47	14/01/2015 13:00	14/01/2015 17:00	4,00	Baja presión de succión	Compresión
48	16/01/2015 0:20	16/01/2015 1:20	1,00	Falla eléctrica	Monitoreo y Control
49	17/01/2015 18:30	19/01/2015 15:00	44,50	Baja presión de succión	Compresión
50	22/01/2015 20:00	22/01/2015 22:00	2,00	Baja presión de succión	Compresión
51	07/02/2015 23:00	08/02/2015 6:30	7,50	Baja presión de succión	Compresión
52	08/02/2015 9:00	08/02/2015 10:00	1,00	Baja presión de succión	Compresión
53	10/02/2015 15:30	10/02/2015 17:00	1,50	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
54	15/02/2015 16:00	16/02/2015 11:00	19,00	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
55	18/02/2015 16:00	18/02/2015 16:45	0,75	Baja presión de succión	Compresión
56	19/02/2015 10:00	19/02/2015 13:00	3,00	Baja presión de succión	Compresión
57	22/02/2015 18:20	22/02/2015 18:50	0,50	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
58	22/02/2015 20:00	25/02/2015 5:30	57,50	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.11. Fallas del Motocompresor K-2. (Continuación)

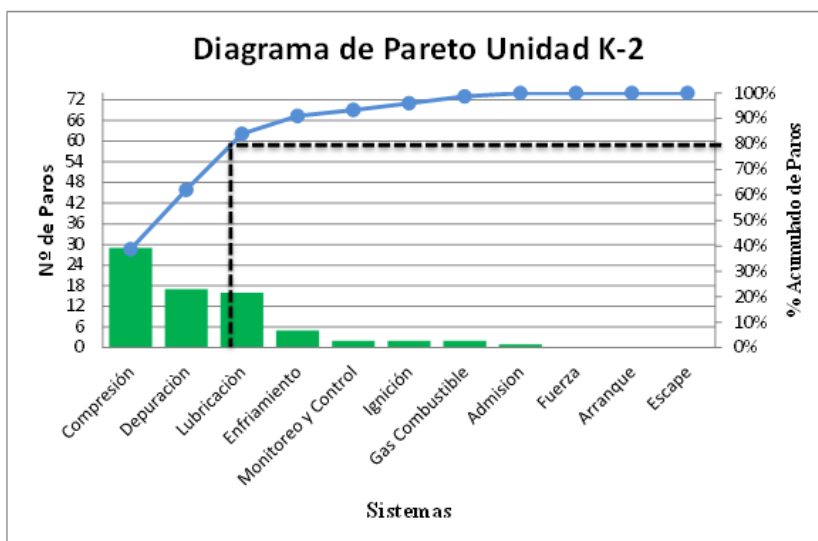
Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
59	26/02/2015 10:00	26/02/2015 10:30	0,50	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
60	27/02/2015 9:30	02/03/2015 16:00	78,50	Baja presión de succión	Compresión
61	07/03/2015 16:05	08/03/2015 22:30	30,42	Baja presión de succión	Compresión
62	13/03/2015 18:30	14/03/2015 16:00	21,50	Baja presión de succión	Compresión
63	23/03/2015 1:00	23/03/2015 2:30	1,50	Baja presión de succión	Compresión
64	02/04/2015 11:00	02/04/2015 14:30	3,50	Baja presión de succión	Compresión
65	05/04/2015 10:30	05/04/2015 11:30	1,00	Alto nivel de líquido depurador primera etapa	Depuración
66	10/04/2015 14:00	10/04/2015 16:00	2,00	Baja presión de succión	Compresión
67	25/04/2015 4:20	25/04/2015 5:00	0,67	Baja presión de agua	Enfriamiento
68	28/04/2015 4:10	28/04/2015 10:00	5,83	Fuga de aceite	Lubricación
69	08/05/2015 19:30	08/05/2015 21:10	1,67	No flujo de lubricación forzada	Lubricación
70	08/05/2015 23:00	09/05/2015 5:00	6,00	Baja presión de succión	Compresión
71	11/05/2015 2:45	11/05/2015 4:45	2,00	No flujo de lubricación forzada	Lubricación
72	19/05/2015 9:20	19/05/2015 9:35	0,25	Bujías	Ignición
73	22/05/2015 10:35	22/05/2015 11:00	0,42	Fuga de aceite	Lubricación
74	22/05/2015 10:35	22/05/2015 11:00	0,42	Fuga de aceite	Lubricación
TOTAL HORAS DE PAROS			712,56		
TOTAL PAROS			75		

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.12. Resumen de Fallas según el Sistema del Motocompresor K-2

Sistema	Nº de Paros	Horas de Paros	%Nº de Paros	% Acumulado
Compresión	29	487,67	39%	39%
Depuración	17	127,66	23%	62%
Lubricación	16	52,34	22%	84%
Enfriamiento	5	35,67	7%	91%
Monitoreo y Control	2	4,33	3%	93%
Ignición	2	2,58	3%	96%
Gas Combustible	2	1,33	3%	99%
Admisión	1	0,98	1%	100%
Fuerza	0	0,00	0%	100%
Arranque	0	0,00	0%	100%
Escape	0	0,00	0%	100%
Total Paros por Sistemas	74	712,56	100%	

Fuente: El autor (2016)

**Figura 4.6. Fallas por Sistema K-2**

Fuente: El autor (2016)

Considerando los datos anteriores, el motocompresor K-2 presentó mayor número de fallas en los sistemas de compresión 29%, depuración 23% y lubricación 22%.

4.2.3 Fallas del Motocompresor K-3

En la tabla 4.13, se exponen las fallas presentadas por el Motocompresor K-3 durante el periodo 2015-2016

Tabla 4.13. Fallas del Motocompresor K-3

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
1	01/02/2014 5:30	01/02/2014 11:00	5,50	Perdida de potencia	Ignición
2	19/03/2014 19:00	19/03/2014 20:00	1,00	Alta presión de descarga	Compresión
3	27/04/2014 14:00	27/04/2014 14:15	0,25	Baja presión aceite	Lubricación
4	19/06/2014 16:00	19/06/2014 16:15	0,25	Baja presión de agua	Enfriamiento
5	20/06/2014 9:00	20/06/2014 9:15	0,25	Baja presión de agua	Enfriamiento
6	21/06/2014 12:30	21/06/2014 12:45	0,25	Bajo nivel agua	Enfriamiento
7	23/06/2014 15:40	23/06/2014 16:00	0,33	sin registro operativo	Monitoreo y Control
8	25/06/2014 12:00	25/06/2014 17:00	5,00	Fuga de agua	Enfriamiento
9	27/06/2014 15:10	27/06/2014 18:30	3,33	Falla eléctrica	Monitoreo y Control
10	02/07/2014 7:00	02/07/2014 8:00	1,00	Bajo nivel agua	Enfriamiento
11	02/07/2014 10:43	02/07/2014 11:00	0,28	Baja presión de agua	Enfriamiento
12	07/07/2014 19:00	07/07/2014 21:30	2,50	Bajo nivel agua	Enfriamiento
13	10/07/2014 5:00	10/07/2014 5:15	0,25	Bajo nivel agua	Enfriamiento
14	10/07/2014 13:30	10/07/2014 14:00	0,50	Fuga de agua	Enfriamiento
15	13/07/2014 5:40	13/07/2014 5:55	0,25	Baja presión de agua	Enfriamiento
16	16/07/2014 13:00	16/07/2014 19:00	6,00	Perdida de potencia	Ignición
17	16/07/2014 19:40	16/07/2014 20:30	0,83	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
18	23/07/2014 8:45	23/07/2014 9:30	0,75	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.13. Fallas del Motocompresor K-3. (Continuación)

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
19	30/07/2014 10:00	31/07/2014 17:00	31,00	Baja presión de agua	Enfriamiento
20	01/08/2014 15:00	01/08/2014 15:30	0,50	Fuga de agua	Enfriamiento
21	02/08/2014 12:00	04/08/2014 19:30	55,50	Bajo nivel agua	Enfriamiento
22	05/08/2014 15:30	05/08/2014 17:30	2,00	Bajo nivel aceite	Lubricación
23	05/08/2014 20:30	05/08/2014 20:45	0,25	Bajo nivel agua	Enfriamiento
24	06/08/2014 3:15	06/08/2014 4:45	1,50	Bajo nivel agua	Enfriamiento
25	08/08/2014 5:30	08/08/2014 5:50	0,33	Bajo nivel agua	Enfriamiento
26	12/08/2014 15:00	12/08/2014 16:00	1,00	Alto nivel de líquido depurador 4ta etapa	Depuración
27	12/08/2014 21:30	12/08/2014 22:00	0,50	Baja presión de descarga	Compresión
28	25/08/2014 8:30	25/08/2014 9:30	1,00	Fuga de gas	Gas Combustible
29	26/08/2014 19:20	26/08/2014 19:50	0,50	Bajo nivel agua	Enfriamiento
30	06/09/2014 15:00	06/09/2014 15:45	0,75	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
31	12/09/2014 8:00	12/09/2014 12:00	4,00	Fuga aceite	Lubricación
32	14/09/2014 5:20	14/09/2014 5:35	0,25	Bajo nivel agua	Enfriamiento
33	17/09/2014 14:20	17/09/2014 14:50	0,50	Baja presión de agua	Enfriamiento
34	23/09/2014 20:00	26/09/2014 13:00	65,00	Baja presión succión	Compresión
35	28/09/2014 8:30	29/09/2014 14:00	29,50	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
36	07/10/2014 17:30	08/10/2014 8:00	14,50	Baja presión succión	Compresión
37	08/10/2014 15:00	11/10/2014 15:00	72,00	Baja presión succión	Compresión
38	11/10/2014 18:00	12/10/2014 7:30	13,50	Baja presión succión	Compresión
39	12/10/2014 20:00	16/10/2014 18:00	94,00	Baja presión succión	Compresión
40	23/10/2014 16:00	23/10/2014 17:00	1,00	Baja presión aceite	Lubricación

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.13. Fallas del Motocompresor K-3. (Continuación)

N°	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
41	14/12/2014 10:30	14/12/2014 11:00	0,50	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
42	19/12/2014 20:30	22/12/2014 15:00	66,50	Baja presión succión	Compresión
43	22/12/2014 18:30	26/12/2014 1:00	78,50	Baja presión succión	Compresión
44	14/12/2014 10:30	14/12/2014 11:00	0,50	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
45	29/12/2014 13:10	30/12/2014 6:30	17,33	Baja presión de succión	Compresión
46	30/12/2014 8:40	30/12/2014 10:00	1,33	Baja presión de succión	Compresión
47	14/01/2015 17:00	15/01/2015 17:30	24,50	Baja presión de succión	Compresión
48	16/01/2015 0:20	16/01/2015 1:20	1,00	Falla eléctrica	Monitoreo y Control
49	16/01/2015 8:30	16/01/2015 10:00	1,50	Alto nivel de líquido depurador 4ta etapa	Depuración
50	17/01/2015 18:00	17/01/2015 22:00	4,00	Baja presión de succión	Compresión
51	18/01/2015 10:00	18/01/2015 13:00	3,00	Baja presión de succión	Compresión
52	18/01/2015 22:00	19/01/2015 13:30	15,50	Baja presión de succión	Compresión
53	19/01/2015 17:00	22/01/2015 14:45	69,75	Fuga de agua	Enriamiento
54	03/02/2015 7:00	03/02/2015 17:30	10,50	Baja presión de succión	Compresión
55	04/02/2015 16:40	04/02/2015 19:50	3,17	Baja presión de succión	Compresión
56	26/02/2015 10:00	26/02/2015 10:30	0,50	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
57	27/02/2015 9:30	02/03/2015 16:00	78,50	Baja presión de succión	Compresión
58	07/03/2015 16:05	08/03/2015 22:30	30,42	Baja presión de succión	Compresión
59	13/03/2015 18:30	14/03/2015 16:00	21,50	Baja presión de succión	Compresión
60	23/03/2015 1:00	23/03/2015 2:30	1,50	Baja presión de succión	Compresión
61	02/04/2015 11:00	02/04/2015 14:30	3,50	Baja presión de succión	Compresión

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.13. Fallas del Motocompresor K-3. (Continuación)

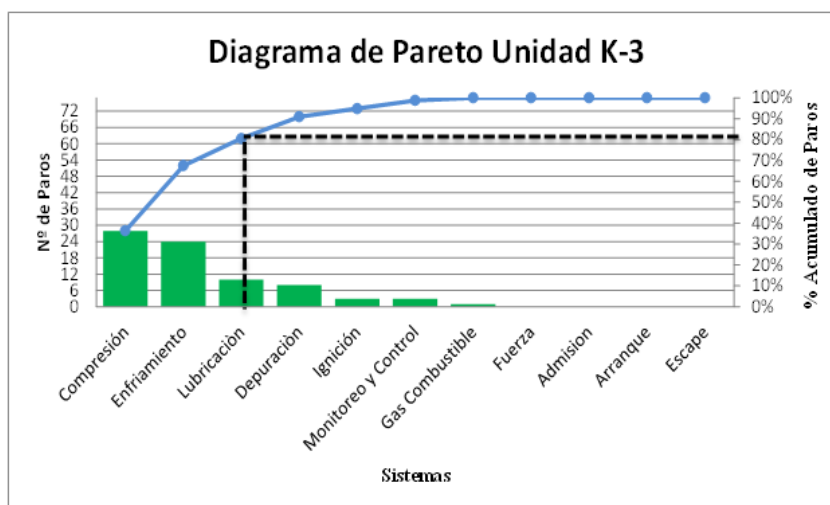
Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
62	05/04/2015 10:30	05/04/2015 11:30	1,00	Alto nivel de líquido depurador primera etapa	Depuración
63	10/04/2015 14:00	10/04/2015 16:00	2,00	Baja presión de succión	Compresión
64	25/04/2015 4:20	25/04/2015 5:00	0,67	Baja presión de agua	Enfriamiento
65	28/04/2015 4:10	28/04/2015 10:00	5,83	Fuga de aceite	Lubricación
66	08/05/2015 19:30	08/05/2015 21:10	1,67	No flujo de lubricación forzada	Lubricación
67	08/05/2015 23:00	09/05/2015 5:00	6,00	Baja presión de succión	Compresión
68	11/05/2015 2:45	11/05/2015 4:45	2,00	No flujo de lubricación forzada	Lubricación
69	19/05/2015 9:20	19/05/2015 9:35	0,25	Bujías	Ignición
70	22/05/2015 10:35	22/05/2015 11:00	0,42	Fuga de aceite	Lubricación
71	07/02/2015 10:30	08/02/2015 15:40	29,17	Baja presión de succión	Compresión
72	11/02/2015 17:00	13/02/2015 14:00	45,00	Baja presión de succión	Compresión
73	27/02/2015 9:30	28/02/2015 13:30	28,00	Baja presión de succión	Compresión
74	04/03/2015 18:30	14/07/2015 9:00	3158,50	Baja presión aceite	Lubricación
75	22/07/2015 12:45	22/07/2015 15:30	2,75	Golpeteo	Compresión
76	18/08/2015 5:30	18/08/2015 8:30	3,00	Bajo flujo de aceite	Lubricación
77	12/09/2015 3:00	12/09/2015 3:15	0,25	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
TOTAL HORAS DE PAROS			4137,61		
TOTAL PAROS			77		

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.14. Resumen de Fallas según el Sistema del Motocompresor K-3

Sistema	Nº de Paros	Horas de Paros	%Nº de Paros	% Acumulado
Compresión	28	733,17	36%	36%
Enfriamiento	24	201,86	31%	68%
Lubricación	10	3178,67	13%	81%
Depuración	8	6,50	10%	91%
Ignición	3	11,75	4%	95%
Monitoreo y Control	3	4,66	4%	99%
Gas Combustible	1	1,00	1%	100%
Fuerza	0	0,00	0%	100%
Admisión	0	0,00	0%	100%
Arranque	0	0,00	0%	100%
Escape	0	0,00	0%	100%
Total Paros por Sistemas	77	4137,61	100%	

Fuente: El autor (2016)

**Figura 4.7. Fallas por Sistema K-3**

Fuente: El autor (2016)

Según los datos anteriores, el motocompresor K-3 presentó 36% de fallas en el sistema compresión, depuración 31% y lubricación 13%.

4.2.4 Fallas del Motocompresor K-4

En la tabla 4.15, se exponen las fallas presentadas por el motocompresor K-2 durante el periodo 2014-2015.

Tabla 4.15. Fallas del Motocompresor K-4

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
1	22/07/2015 12:45	22/07/2015 15:30	2,75	Golpeteo	Compresión
2	19/03/2014 19:00	19/03/2014 20:00	1,00	Alta presión de descarga	Compresión
3	03/04/2014 14:00	03/04/2014 15:30	1,50	Alta temperatura de agua	Compresión
4	22/04/2014 7:20	22/04/2014 8:00	0,67	Bajo nivel agua	Enfriamiento
5	23/04/2014 1:00	23/04/2014 15:20	14,33	Bajo nivel agua	Enfriamiento
6	08/06/2014 2:00	08/06/2014 3:20	1,33	Baja presión de agua	Enfriamiento
7	22/06/2014 19:30	22/06/2014 20:30	1,00	Bajo nivel agua	Enfriamiento
8	26/06/2014 2:30	26/06/2014 4:30	2,00	Baja presión de agua	Enfriamiento
9	26/06/2014 6:30	26/06/2014 6:50	0,33	Baja presión de agua	Enfriamiento
10	22/06/2014 19:30	22/06/2014 20:30	1,00	Bajo nivel agua	Enfriamiento
11	27/06/2014 15:10	27/06/2014 18:30	3,33	Falla eléctrica	Monitoreo y Control
12	28/06/2014 0:00	28/06/2014 0:10	0,17	Baja presión de agua	Enfriamiento
13	30/06/2014 1:15	30/06/2014 1:25	0,17	Baja presión de agua	Enfriamiento
14	09/07/2014 17:00	09/07/2014 17:20	0,33	Bujías	Ignición
15	24/07/2014 8:45	24/07/2014 9:30	0,75	Alto nivel de líquido depurador primera etapa	Depuración
16	27/07/2014 15:00	27/07/2014 17:00	2,00	Baja presión de agua	Enfriamiento
17	28/07/2014 13:30	28/07/2014 14:00	0,50	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
18	28/07/2014 14:50	28/07/2014 17:00	2,17	Alta temperatura de agua	Enfriamiento

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.15. Fallas del Motocompresor K-4. (Continuación)

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
19	12/08/2014 5:30	12/08/2014 6:00	0,50	Baja presión de gas combustible	Gas Combustible
20	12/08/2014 21:30	12/08/2014 22:00	0,50	Baja presión de descarga	Compresión
21	19/08/2014 14:45	19/08/2014 16:15	1,50	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
22	26/08/2014 1:00	26/08/2014 19:10	18,17	Baja presión aceite	Lubricación
23	06/09/2014 15:00	06/09/2014 15:45	0,75	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
24	17/10/2014 18:50	18/10/2014 10:00	15,17	Baja presión de agua	Enfriamiento
25	19/10/2014 12:25	19/10/2014 13:20	0,92	Alta presión de descarga 3era etapa	Depuración
26	23/10/2014 16:00	23/10/2014 17:00	1,00	Baja presión aceite	Lubricación
27	24/10/2014 19:00	25/10/2014 10:30	15,50	Baja presión de succión	Compresión
28	30/10/2014 13:00	30/10/2014 14:30	1,50	Fuga de aceite	Lubricación
29	31/10/2014 7:15	31/10/2014 14:15	7,00	Baja presión de succión	Compresión
30	31/10/2014 15:30	01/11/2014 5:00	13,50	Baja presión de succión	Compresión
31	02/11/2014 13:20	02/11/2014 14:00	0,67	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
32	02/11/2014 15:45	02/11/2014 16:00	0,25	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
33	03/11/2014 13:30	05/11/2014 13:00	47,50	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
34	05/11/2014 14:40	05/11/2014 15:15	0,58	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
35	12/11/2014 21:00	13/11/2014 8:40	11,67	Bajo nivel agua	Enfriamiento
36	20/11/2014 14:15	20/11/2014 16:35	2,33	Bajo nivel agua	Enfriamiento
37	22/12/2014 15:00	26/12/2014 1:00	82,00	Baja presión de succión	Compresión
38	27/12/2014 22:00	31/12/2014 18:30	92,50	Baja presión de succión	Compresión
39	02/01/2015 12:00	03/01/2015 18:00	30,00	Baja presión de succión	Compresión
40	07/01/2015 12:00	09/01/2015 8:30	44,50	Baja presión de succión	Compresión

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.15. Fallas del Motocompresor K-4. (Continuación)

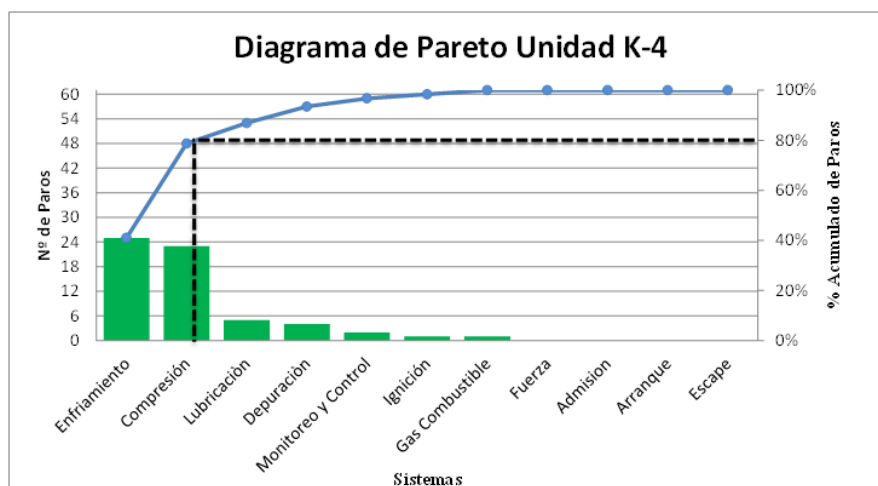
Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
41	10/01/2015 16:00	11/01/2015 16:30	24,50	Baja presión de succión	Compresión
42	13/01/2015 14:00	13/01/2015 20:30	6,50	Baja presión de succión	Compresión
43	16/01/2015 0:20	16/01/2015 1:20	1,00	Falla Eléctrica	Monitoreo y Control
44	16/01/2015 8:00	16/01/2015 8:30	0,50	Baja presión aceite	Lubricación
45	17/01/2015 18:00	17/01/2015 22:00	4,00	Baja presión de succión	Compresión
46	29/01/2015 19:00	30/01/2015 9:30	14,50	Baja presión de succión	Compresión
47	30/01/2015 14:00	30/01/2015 23:20	9,33	Baja presión de succión	Compresión
48	10/02/2015 15:30	10/02/2015 17:00	1,50	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
49	15/02/2015 17:00	15/02/2015 17:30	0,50	Baja presión de agua	Enfriamiento
50	10/03/2015 5:00	10/03/2015 16:00	11,00	Baja presión de succión	Compresión
51	11/03/2015 13:10	14/03/2015 16:00	74,83	Baja presión de succión	Compresión
52	02/04/2015 11:00	03/04/2015 17:00	30,00	Baja presión de succión	Compresión
53	05/04/2015 23:30	06/04/2015 7:50	8,33	Baja presión de succión	Compresión
54	08/04/2015 17:30	10/04/2015 11:00	41,50	Baja presión de succión	Compresión
55	11/04/2015 17:00	12/04/2015 16:00	23,00	Baja presión de succión	Compresión
56	04/07/2015 19:30	07/07/2015 19:50	72,33	Bajo nivel agua	Enfriamiento
57	04/09/2015 23:00	07/09/2015 10:00	59,00	Baja presión de succión	Compresión
58	07/09/2015 15:50	07/09/2015 16:30	0,67	Baja presión de agua	Enfriamiento
59	09/09/2015 16:30	09/09/2015 17:30	1,00	Baja presión de agua	Enfriamiento
60	24/09/2015 15:45	24/09/2015 18:00	2,25	Baja presión de aceite	Lubricación
61	28/09/2015 22:30	29/09/2015 4:50	6,33	Bajo nivel agua	Enfriamiento
TOTAL HORAS DE PAROS			800,74		
TOTAL PAROS			61		

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.16. Resumen de Fallas según el Sistema del Motocompresor K-4

Sistema	Nº de Paros	Horas de Paros	%Nº de Paros	% Acumulado
Enfriamiento	25	171,00	41%	41%
Compresión	23	597,24	38%	79%
Lubricación	5	23,42	8%	87%
Depuración	4	3,92	7%	93%
Monitoreo y Control	2	4,33	3%	97%
Ignición	1	0,33	2%	98%
Gas Combustible	1	0,50	2%	100%
Fuerza	0	0,00	0%	100%
Admisión	0	0,00	0%	100%
Arranque	0	0,00	0%	100%
Escape	0	0,00	0%	100%
Total Paros por Sistemas	61	800,74	100%	

Fuente: El autor (2016)

**Figura 4.8. Fallas por Sistema K-4**

Fuente: El autor (2016)

De acuerdo a los datos obtenidos en la figura 4.8, el motocompresor K-4 mostró un 41% de fallas en el sistema de enfriamiento, 38% compresión y 8% lubricación.

4.2.5 Fallas del Motocompresor K-5

En la tabla 4.17, se muestran las fallas presentadas por el motocompresor K-5 durante el periodo 2015-2016.

Tabla 4.17. Fallas del Motocompresor K-5

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
1	04/02/2014 7:10	04/02/2014 14:00	6,83	Bajo nivel agua	Enfriamiento
2	17/02/2014 12:45	17/02/2014 13:00	0,25	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
3	14/03/2014 16:00	14/03/2014 17:00	1,00	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
4	16/03/2014 16:15	16/03/2014 16:30	0,25	Alta temperatura de aceite lubricante	Lubricación
5	19/03/2014 19:00	19/03/2014 20:00	1,00	Alta temperatura de aceite lubricante	Lubricación
6	30/04/2014 13:00	30/04/2014 19:15	6,25	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
7	05/05/2014 9:00	05/05/2014 17:00	8,00	Chequeo de válvula 4ta etapa	Depuración
16	21/06/2014 1:50	21/06/2014 2:00	0,17	Baja presión de succión	Compresión
17	27/06/2014 15:10	27/06/2014 18:30	3,33	Falla eléctrica	Monitoreo y Control
18	30/06/2014 20:25	30/06/2014 22:05	1,67	Alta temperatura de descarga	Compresión
19	01/07/2014 0:00	01/07/2014 12:00	12,00	Alta temperatura de descarga	Compresión
20	18/07/2014 10:20	18/07/2014 12:00	1,67	Cambio de aceite del motor	Lubricación
21	12/08/2014 21:30	12/08/2014 22:00	0,50	Baja presión de descarga	Compresión
22	15/08/2014 16:30	15/08/2014 17:00	0,50	Baja presión de agua	Enfriamiento
23	19/08/2014 10:30	19/08/2014 11:00	0,50	Falla secuencia de válvula de gas combustible	Gas Combustible
24	06/09/2014 15:00	06/09/2014 15:45	0,75	Alto nivel de líquido depurador 1 era etapa	Depuración
25	14/09/2014 4:20	14/09/2014 4:35	0,25	Bajo nivel agua	Enfriamiento

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.17. Fallas del Motocompresor K-5. (Continuación)

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
26	19/10/2014 17:15	19/10/2014 17:40	0,42	Baja presión de agua	Enfriamiento
27	20/10/2014 11:00	20/10/2014 12:00	1,00	Reemplazo de filtro y aceite del motor	Lubricación
28	21/10/2014 14:45	21/10/2014 15:00	0,25	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
29	23/10/2014 16:00	23/10/2014 17:00	1,00	Baja presión aceite del motor	Lubricación
36	14/12/2014 10:30	14/12/2014 11:00	0,50	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
37	16/12/2014 18:00	17/12/2014 5:30	11,50	Baja presión de succión	Compresión
38	19/12/2014 14:30	19/12/2014 22:00	7,50	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
39	09/01/2015 8:30	10/01/2015 0:15	15,75	Baja presión de succión	Compresión
40	16/01/2015 0:20	16/01/2015 1:20	1,00	Falla eléctrica	Monitoreo y Control
41	16/02/2015 11:00	17/02/2015 14:00	27,00	Baja presión de succión	Compresión
42	17/02/2015 18:00	18/02/2015 10:00	16,00	Baja presión de succión	Compresión
43	19/02/2015 14:00	20/02/2015 8:00	18,00	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
44	21/02/2015 4:50	21/02/2015 6:35	1,75	Baja presión de succión	Compresión
45	03/03/2015 12:00	03/03/2015 12:40	0,67	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
46	13/03/2015 10:00	13/03/2015 16:30	6,50	Baja presión de succión	Compresión
47	18/03/2015 18:40	20/03/2015 1:30	30,83	Baja presión de succión	Compresión
48	05/04/2015 10:30	05/04/2015 11:30	1,00	Alto nivel de líquido 1ra etapa	Depuración
49	16/04/2015 13:20	16/04/2015 16:00	2,67	Corrección de fuga de gas	Gas Combustible
50	16/04/2015 16:10	16/04/2015 18:00	1,83	Filtración en válvula de seguridad 4ta etapa	Depuración
51	22/04/2015 11:00	22/04/2015 15:50	4,83	Instalación de válvula de seguridad 4ta etapa	Depuración
52	27/04/2015 15:00	27/04/2015 15:20	0,33	Alta temperatura de agua	Enfriamiento

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.17. Fallas del Motocompresor K-5. (Continuación)

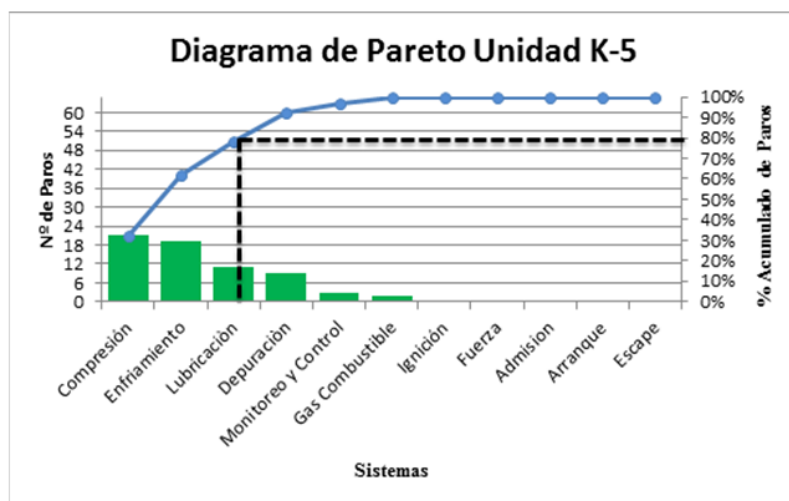
Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
53	28/04/2015 15:00	28/04/2015 16:00	1,00	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
54	01/05/2015 15:00	01/05/2015 15:30	0,50	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
55	12/05/2015 4:00	12/05/2015 5:00	1,00	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
56	16/05/2015 14:30	16/05/2015 15:45	1,25	Baja presión de aceite del compresor	Lubricación
57	18/05/2015 16:40	19/05/2015 3:30	10,83	Falla eléctrica externa	Monitoreo y Control
58	11/06/2015 14:00	11/06/2015 16:45	2,75	Reemplazo de filtro y aceite del compresor	Lubricación
59	19/06/2015 13:30	19/06/2015 19:15	5,75	Baja presión de succión	Compresión
60	24/06/2015 19:00	25/06/2015 14:20	19,33	Baja presión de succión	Compresión
61	30/06/2015 22:30	01/07/2015 0:30	2,00	Alto nivel de líquido	Depuración
62	14/07/2015 7:00	14/07/2015 8:00	1,00	Baja presión de succión	Compresión
63	06/08/2015 22:45	07/08/2015 9:50	11,08	Baja presión de succión	Compresión
64	08/09/2015 11:00	09/09/2015 7:30	20,50	Baja presión de succión	Compresión
65	23/09/2015 18:50	24/09/2015 7:00	12,17	Baja presión de succión	Compresión
TOTAL HORAS DE PAROS			324,99		
TOTAL PAROS			65		

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.18. Resumen de Fallas según el Sistema del Motocompresor K-5

Sistema	Nº de Paros	Horas de Paros	%Nº de Paros	% Acumulado
Compresión	19	209,50	29%	29%
Enfriamiento	19	48,42	29%	58%
Lubricación	13	28,33	20%	78%
Depuración	9	20,41	14%	92%
Monitoreo y Control	3	15,16	5%	97%
Gas Combustible	2	3,17	3%	100%
Ignición	0	0,00	0%	100%
Fuerza	0	0,00	0%	100%
Admisión	0	0,00	0%	100%
Arranque	0	0,00	0%	100%
Escape	0	0,00	0%	100%
Total Paros por Sistemas	65	324,99	100%	

Fuente: El autor (2016)

**Figura 4.9. Fallas por Sistema K-5**

Fuente: El autor (2016)

Los resultados obtenidos para el motocompresor K-5, fueron sistema de compresión 29% de fallas, 29% enfriamiento y lubricación 20%.

4.2.6 Fallas del Motocompresor K-6

La tabla 4.19, muestra las fallas presentadas por el motocompresor K-6 durante el periodo 2015-2016.

Tabla 4.19. Fallas del Motocompresor K-6

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
1	19/03/2014 19:00	19/03/2014 20:00	1	Alta presión de descarga	Compresor
2	09/04/2014 12:10	09/04/2014 12:30	0,33	Falla sistema de gas combustible	Gas Combustible
3	07/06/2014 5:30	07/06/2014 10:30	5	Baja presión de agua	Enfriamiento
4	27/06/2014 15:10	27/06/2014 18:30	3,33	Falla eléctrica	Monitoreo y Control
5	28/06/2014 23:30	28/06/2014 23:45	0,25	Baja presión de agua	Enfriamiento
6	02/07/2014 15:10	02/07/2014 15:30	0,33	Baja presión aceite del motor	Lubricación
7	15/07/2014 21:25	15/07/2014 21:35	0,17	Baja presión de agua	Enfriamiento
8	15/07/2014 22:25	16/07/2014 0:15	1,83	Baja presión de agua	Enfriamiento
9	15/07/2014 21:25	15/07/2014 21:35	0,17	Baja presión de agua	Enfriamiento
10	29/07/2014 18:30	29/07/2014 19:00	0,5	Bajo flujo de aceite lubricante	Lubricación
11	01/08/2014 15:00	01/08/2014 16:45	1,75	Bajo flujo de aceite lubricante	Lubricación
12	01/08/2014 17:10	01/08/2014 19:30	2,33	Bajo flujo de aceite lubricante	Lubricación
13	01/08/2014 23:00	01/08/2014 23:15	0,25	Bajo flujo de aceite lubricante	Lubricación
14	08/08/2014 13:10	08/08/2014 14:15	1,08	Bajo nivel de aceite lubricante	Lubricación
16	09/08/2014 9:30	09/08/2014 12:00	2,5	Falla de lubricación forzada	Lubricación
15	08/08/2014 14:20	08/08/2014 21:10	6,83	Bajo nivel de aceite lubricante	Lubricación
17	12/08/2014 21:30	12/08/2014 22:00	0,5	Baja presión de descarga	Compresión
18	15/08/2014 9:00	15/08/2014 12:00	3	Reemplazo de válvulas compresoras	Compresión

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.19. Fallas del Motocompresor K-6. (Continuación)

N°	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
19	19/08/2014 10:30	19/08/2014 11:00	0,5	Falla secuencia de válvula de gas combustible	Gas Combustible
20	19/08/2014 17:00	19/08/2014 21:00	4	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
21	20/08/2014 13:50	20/08/2014 17:30	3,67	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
22	06/09/2014 15:00	06/09/2014 15:45	0,75	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
23	11/10/2014 12:20	11/10/2014 13:20	1	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
24	18/10/2014 19:40	18/10/2014 20:00	0,33	Baja presión de agua	Enfriamiento
25	23/10/2014 14:30	23/10/2014 17:00	2,5	Baja presión de succión	Compresión
26	26/10/2014 13:10	26/10/2014 19:30	6,33	Baja presión succión	Compresión
27	28/10/2014 12:30	28/10/2014 15:45	3,25	Fuga en salto de agua	Compresión
28	08/11/2014 20:00	08/11/2014 21:00	1	Alta temperatura de agua	Compresión
29	11/11/2014 12:15	11/11/2014 13:00	0,75	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
31	12/11/2014 19:45	12/11/2014 22:00	2,25	Baja presión succión	Compresión
32	13/11/2014 18:30	14/11/2014 18:00	23,5	Baja presión succión	Compresión
33	17/11/2014 15:30	17/11/2014 15:45	0,25	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
34	26/10/2014 13:10	26/10/2014 19:30	6,33	Baja presión succión	Enfriamiento
35	02/12/2014 16:00	02/12/2014 17:00	1	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
36	11/12/2014 6:00	11/12/2014 9:00	3	Baja presión de agua	Enfriamiento
37	14/12/2014 10:30	14/12/2014 11:00	0,5	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
38	08/01/2015 8:30	08/01/2015 18:20	9,83	Baja presión de succión	Compresión
39	10/01/2015 0:00	10/01/2015 14:40	14,67	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
40	10/01/2015 19:30	12/01/2015 7:15	35,75	Baja presión de succión	Compresión

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.19. Fallas del Motocompresor K-6. (Continuación)

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
41	14/01/2015 13:00	15/01/2015 11:00	22	Baja presión de succión	Compresión
42	15/01/2015 17:30	16/01/2015 22:00	28,5	Baja presión de succión	Compresión
43	17/01/2015 22:00	18/01/2015 17:35	19,58	Baja presión de succión	Compresión
44	18/01/2015 22:00	18/01/2015 22:20	0,33	Baja presión de agua	Enfriamiento
45	19/01/2015 4:00	19/01/2015 4:20	0,33	Baja presión de agua	Enfriamiento
46	19/01/2015 13:30	20/01/2015 16:30	27	Baja presión de succión	Compresión
47	21/01/2015 19:30	21/01/2015 20:00	0,5	Baja presión de agua	Enfriamiento
48	08/02/2015 16:40	08/02/2015 17:30	0,83	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
49	25/02/2015 8:00	28/02/2015 20:00	84	Baja presión de succión	Compresión
50	05/03/2015 8:00	06/03/2015 14:00	30	Baja presión de succión	Compresión
51	11/03/2015 13:10	12/03/2015 12:00	22,83	Baja presión de succión	Compresión
52	15/03/2015 16:00	15/03/2015 17:00	1	Baja presión de agua	Enfriamiento
53	05/04/2015 10:30	05/04/2015 11:30	1	Alto nivel de liquido	Enfriamiento
54	05/05/2015 15:30	05/05/2015 16:00	0,5	Baja presión aceite	Lubricación
55	18/05/2015 16:40	19/05/2015 3:30	10,83	Falla eléctrica externa	Monitoreo y Control
56	26/05/2015 11:50	26/05/2015 12:00	0,17	Alto nivel de líquido depurador 3era etapa	Depuración
57	02/06/2015 12:00	02/06/2015 19:00	7	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
58	17/06/2015 16:00	18/06/2015 18:30	26,5	Baja presión de succión	Compresión
59	30/06/2015 22:30	01/07/2015 0:30	2	Alto nivel de liquido	Enfriamiento
60	04/07/2015 17:00	04/07/2015 17:25	0,42	Bajo nivel aceite	Lubricación
61	08/07/2015 16:00	09/07/2015 5:30	13,5	Baja presión de succión	Compresión
62	09/07/2015 14:30	10/07/2015 8:30	18	Baja presión de succión	Compresión

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.19. Fallas del Motocompresor K-6. (Continuación)

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
63	12/07/2015 19:45	12/07/2015 20:05	0,33	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
64	13/07/2015 6:30	13/07/2015 16:30	10	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
65	16/07/2015 16:30	18/07/2015 9:20	40,83	Baja presión de succión	Compresión
66	18/07/2015 13:00	20/07/2015 13:25	48,42	Baja presión de succión	Compresión
67	20/07/2015 17:10	21/07/2015 9:00	15,83	Baja presión de succión	Compresión
68	21/07/2015 19:00	22/07/2015 8:00	13	Baja presión de succión	Compresión
69	13/08/2015 22:00	14/08/2015 7:00	9	Baja presión de succión	Compresión
70	30/08/2015 2:00	30/08/2015 9:30	7,5	Baja presión de succión	Compresión
71	22/09/2015 9:00	22/09/2015 11:30	2,5	Corrección de fuga de gas combustible	Gas Combustible
TOTAL HORAS DE PAROS			626,54		
TOTAL PAROS			71		

Fuente: El autor (2016)**Tabla 4.20. Resumen de Fallas según el Sistema del Motocompresor K-6**

Sistema	Nº de Paros	Horas de Paros	%Nº de Paros	% Acumulado
Compresión	28	525,40	39%	39%
Enfriamiento	24	64,74	34%	73%
Lubricación	10	16,49	14%	87%
Depuración	4	2,42	6%	93%
Gas Combustible	3	3,33	4%	97%
Monitoreo y Control	2	14,16	3%	100%
Ignición	0	0,00	0%	100%
Fuerza	0	0,00	0%	100%
Admisión	0	0,00	0%	100%
Arranque	0	0,00	0%	100%
Escape	0	0,00	0%	100%
Total Paros por Sistemas	71	626,54	100%	

Fuente: El autor (2016)

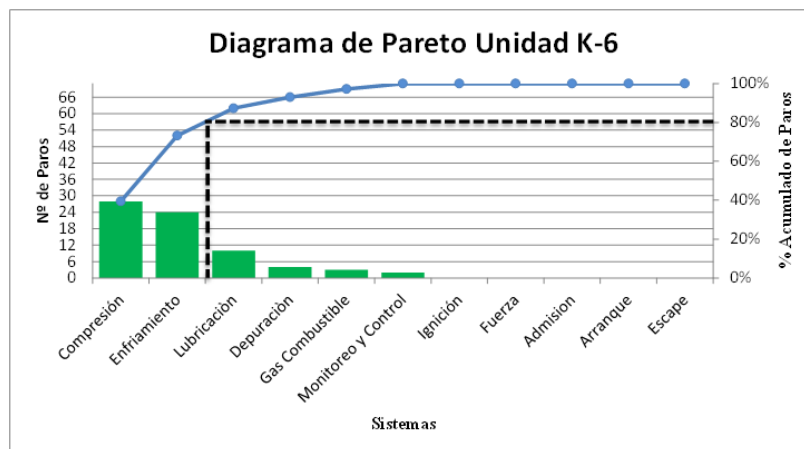


Figura 4.10. Fallas por Sistema K-6
Fuente: El autor (2016)

Los resultados arrojados referentes a las fallas presentadas por el motocompresor fueron: 39% sistema de compresión, enfriamiento 34% y lubricación 14%.

4.2.7 Fallas del Motocompresor K-7

La tabla 4.21, muestra las fallas presentadas por el motocompresor K-7 durante el periodo 2015-2016.

Tabla 4.21. Fallas del Motocompresor K-7

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
1	01/02/2014 5:30	01/02/2014 11:00	5,50	Perdida de potencia	Ignición
2	16/03/2014 16:15	16/03/2014 16:30	0,25	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
3	16/03/2014 16:45	16/03/2014 17:15	0,50	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
4	19/03/2014 19:00	19/03/2014 20:00	1,00	Alta presión de descarga	Compresión
5	27/06/2014 9:00	27/06/2014 9:30	0,50	Fuga de aceite en c/c #4 de lubricación forzada	Lubricación

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.21. Fallas del Motocompresor K-7. (Continuación)

N°	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
6	27/06/2014 15:10	27/06/2014 18:30	3,33	Falla eléctrica	Monitoreo y Control
7	01/02/2014 5:30	01/02/2014 11:00	5,50	Perdida de potencia	Ignición
8	02/07/2014 9:00	02/07/2014 12:00	3,00	Bomba pre lubricadora	Lubricación
9	23/07/2014 8:45	23/07/2014 9:30	0,75	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
10	12/08/2014 21:30	12/08/2014 22:00	0,50	Baja presión de descarga	Compresión
11	25/08/2014 10:00	25/08/2014 14:40	4,67	Fuga de aceite	Lubricación
12	06/09/2014 15:00	06/09/2014 15:45	0,75	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
13	15/09/2014 14:00	15/09/2014 16:00	2,00	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
14	11/10/2014 12:20	11/10/2014 13:20	1,00	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
15	13/10/2014 15:30	13/10/2014 16:30	1,00	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
16	17/10/2014 15:15	17/10/2014 16:40	1,42	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
17	19/10/2014 12:30	19/10/2014 13:20	0,83	Bajo nivel agua	Enfriamiento
18	27/10/2014 11:00	27/10/2014 13:00	2,00	Bajo nivel agua	Enfriamiento
19	29/10/2014 15:00	30/10/2014 13:00	22,00	Baja presión de succión	Compresión
20	04/11/2014 9:00	07/11/2014 13:00	76,00	Baja presión de succión	Compresión
21	07/11/2014 14:00	07/11/2014 14:15	0,25	Bajo nivel agua	Enfriamiento
22	07/11/2014 16:20	07/11/2014 16:50	0,50	Lubricación forzada	Lubricación
23	08/11/2014 10:00	08/11/2014 16:00	6,00	Lubricación forzada	Lubricación
24	09/11/2014 15:00	09/11/2014 16:30	1,50	alta temperatura de agua	Enfriamiento
25	10/11/2014 9:45	10/11/2014 11:00	1,25	Bajo nivel agua	Enfriamiento
26	13/11/2014 10:40	13/11/2014 14:00	3,33	Bajo flujo de aceite lubricante	Lubricación

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.21. Fallas del Motocompresor K-7. (Continuación)

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
27	17/11/2014 15:30	17/11/2014 15:40	0,17	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
28	02/12/2014 16:00	02/12/2014 17:00	1,00	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
29	14/12/2014 10:30	14/12/2014 11:00	0,50	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
30	16/01/2015 0:20	16/01/2015 1:20	1,00	Falla eléctrica	Monitoreo y Control
31	16/01/2015 14:00	17/01/2015 14:00	24,00	Correas rotas de bomba de agua principal y auxiliar	Enfriamiento
32	20/01/2015 19:00	21/01/2015 14:30	19,50	Baja presión de succión	Compresión
33	28/01/2015 15:30	28/01/2015 16:00	0,50	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
34	29/01/2015 19:05	29/01/2015 22:00	2,92	Baja presión de succión	Compresión
35	30/01/2015 20:00	31/01/2015 12:30	16,50	Baja presión de succión	Compresión
36	02/02/2015 17:05	03/02/2015 2:00	8,92	Baja presión de succión	Compresión
37	03/02/2015 7:00	04/02/2015 8:20	25,33	Baja presión de succión	Compresión
38	10/02/2015 6:30	10/02/2015 12:00	5,50	Baja presión de succión	Compresión
39	10/02/2015 15:30	10/02/2015 17:00	1,50	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
40	25/02/2015 22:00	27/02/2015 21:30	47,50	Baja presión de succión	Compresión
41	03/03/2015 14:00	04/03/2015 9:00	19,00	Alta presión de descarga	Compresión
42	14/03/2015 15:30	16/03/2015 22:00	54,50	Golpeteo	Compresión
43	10/02/2015 6:30	10/02/2015 12:00	5,50	Baja presión de succión	Compresión
44	31/03/2015 12:30	31/03/2015 14:00	1,50	Bujías	Ignición
45	31/03/2015 15:00	31/03/2015 17:30	2,50	Bujías	Ignición
46	16/05/2015 11:20	16/05/2015 14:30	3,17	Lubricación forzada	Lubricación
47	16/05/2015 14:40	16/05/2015 16:00	0,25	Alta temperatura de agua	Enfriamiento

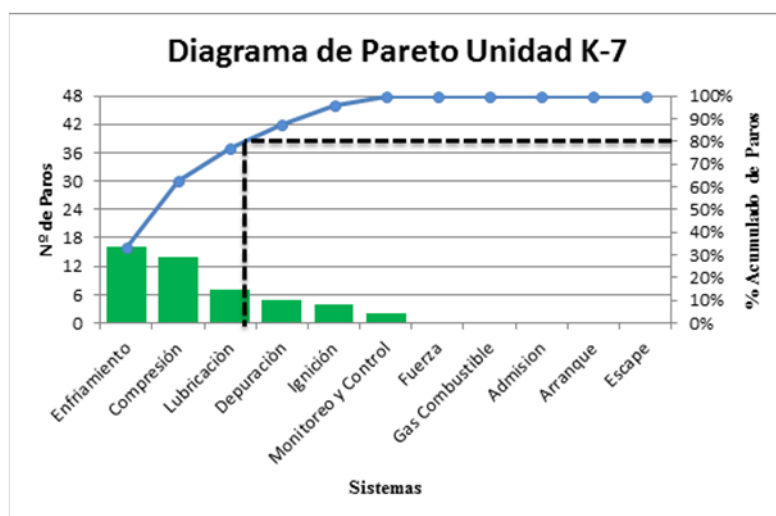
Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.21. Fallas del Motocompresor K-7. (Continuación)

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
48	18/05/2015 16:40	19/05/2015 3:30	10,83	Falla eléctrica externa	Monitoreo y Control
49	02/07/2015 5:30	02/07/2015 5:45	0,25	Bajo nivel agua	Enfriamiento
TOTAL HORAS DE PAROS			397,67		
TOTAL PAROS			49		

Fuente: El autor (2016)**Tabla 4.22. Resumen de Fallas según el Sistema del Motocompresor K-7**

Sistema	Nº de Paros	Horas de Paros	%Nº de Paros	% Acumulado
Enfriamiento	16	37,17	33%	33%
Compresión	14	304,67	29%	63%
Lubricación	7	21,17	15%	77%
Depuración	5	4,50	10%	88%
Ignición	4	15,00	8%	96%
Monitoreo y Control	2	15,16	4%	100%
Fuerza	0	0,00	0%	100%
Gas Combustible	0	0,00	0%	100%
Admisión	0	0,00	0%	100%
Arranque	0	0,00	0%	100%
Escape	0	0,00	0%	100%
Total Paros por Sistemas	48	397,67		

Fuente: El autor (2016)**Figura 4.11. Fallas por Sistema K-7****Fuente:** El autor (2016)

Tomando los datos obtenidos anteriormente, los sistemas que presentaron mayor número de fallas en el motocompresor K-7 fueron: enfriamiento 33%, compresión 29%, lubricación 15% y depuración 10%.

4.2.8 Fallas del Motocompresor K-8

La tabla 4.23, muestra el historial de fallas del motocompresor K-8 en el periodo 2015-2016.

Tabla 4.23. Fallas del Motocompresor K-8

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
1	14/12/2014 10:30	14/12/2014 11:00	0,5	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
2	11/01/2015 13:00	11/01/2015 13:30	0,5	Alta presión de descarga	Compresión
3	11/01/2015 16:00	12/01/2015 9:00	17	Alta presión de descarga	Compresión
4	12/01/2015 15:00	13/01/2015 9:00	18	Alta presión de descarga	Compresión
5	13/01/2015 20:30	13/01/2015 23:40	3,17	Baja presión de succión	Compresión
6	14/01/2015 19:00	16/01/2015 16:00	45	Baja presión de succión	Compresión
7	03/03/2015 12:00	03/03/2015 14:20	2,33	Perdida de potencia	Ignición
8	07/03/2015 7:00	07/03/2015 12:00	5	Baja presión de succión	Compresión
9	05/04/2015 10:30	05/04/2015 11:30	1	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
10	19/04/2015 17:00	19/04/2015 19:00	2	Alta presión de descarga	Compresión
11	28/04/2015 10:40	28/04/2015 11:10	0,5	Alta presión de descarga	Compresión
12	16/05/2015 16:00	16/05/2015 17:00	1	Alta temperatura de aceite lubricante	Lubricación
13	20/05/2015 6:30	20/05/2015 7:00	0,5	Alta temperatura de descarga	Compresión
14	21/05/2015 2:15	21/05/2015 3:15	1	Baja presión de succión	Compresión

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.23. Fallas del Motocompresor K-8. (Continuación)

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
15	25/05/2015 8:10	25/05/2015 8:40	0,5	Baja presión de aceite del compresor	Lubricación
16	08/06/2015 12:30	08/06/2015 14:00	1,5	Alta presión diferencial filtro de aceite	Lubricación
17	30/06/2015 22:30	01/07/2015 0:30	2	Alto nivel de líquido	Enfriamiento
18	12/07/2015 19:45	12/07/2015 20:00	0,25	Alta presión de descarga	Compresión
19	29/08/2015 10:00	30/08/2015 2:00	16	Baja presión de succión	Compresión
20	30/08/2015 9:30	31/08/2015 7:30	22	Baja presión de succión	Compresión
21	31/08/2015 22:00	01/09/2015 8:00	10	Baja presión de succión	Compresión
22	01/09/2015 18:00	02/09/2015 10:30	16,5	Baja presión de succión	Compresión
23	31/08/2015 22:00	01/09/2015 8:00	10	Baja presión de succión	Compresión
TOTAL HORAS DE PAROS			176,25		
TOTAL PAROS			25		

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.24. Resumen de Fallas según el Sistema del Motocompresor K-8

Sistema	Nº de Paros	Horas de Paros	%Nº de Paros	% Acumulado
Compresión	16	167,42	70%	70%
Lubricación	3	3,00	13%	83%
Depuración	2	1,50	9%	91%
Enfriamiento	1	2,00	4%	96%
Ignición	1	2,33	4%	100%
Fuerza	0	0,00	0%	100%
Gas Combustible	0	0,00	0%	100%
Monitoreo y Control	0	0,00	0%	100%
Admisión	0	0,00	0%	100%
Arranque	0	0,00	0%	100%
Escape	0	0,00	0%	100%
Total Paros por Sistemas	23	176,25	100%	

Fuente: El autor (2016)

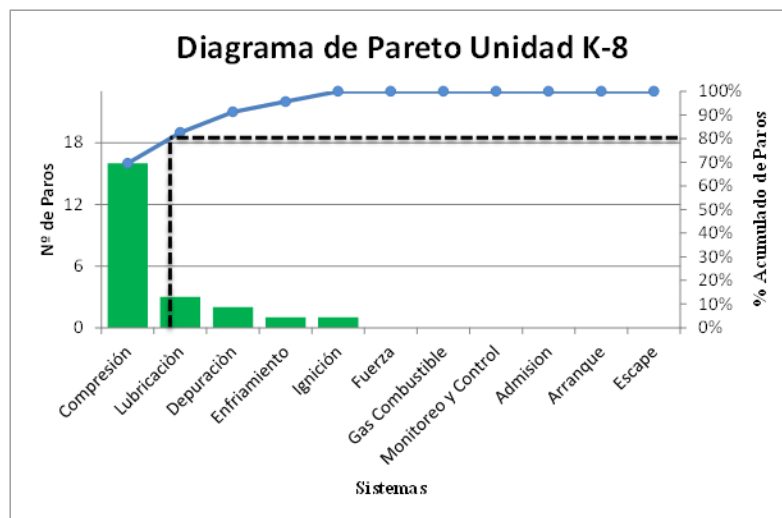


Figura 4.12. Fallas por Sistema K-8
Fuente: El autor (2016)

Según los datos anteriores, el sistema de compresión presentó un 70% y el de lubricación un 13% en fallas en el motocompresor K-8.

4.2.9 Fallas del Motocompresor K-9

A continuación en la tabla 4.25, se muestran las fallas que presentó el motocompresor K-9 durante el periodo 2015-2016.

Tabla 4.25. Fallas del Motocompresor K-9

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
1	11/11/2014 12:45	11/11/2014 13:20	0,58	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
2	13/11/2014 10:15	13/11/2014 18:30	8,25	Obstrucción en filtros de aceite	Lubricación
3	16/11/2014 0:00	16/11/2014 8:00	8	Falla del sensor de temperatura de agua	Enfriamiento
4	17/11/2014 15:30	17/11/2014 15:40	0,17	Falla del sensor de temperatura de agua	Enfriamiento

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.25. Fallas del Motocompresor K-9. (Continuación)

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
5	17/11/2014 23:20	18/11/2014 0:00	0,67	Falla del sensor de temperatura de agua	Enfriamiento
6	18/11/2014 16:00	18/11/2014 17:30	1,5	Falla eléctrica	Monitoreo y Control
7	18/11/2014 22:30	18/11/2014 22:45	0,25	Falla del sensor de temperatura de agua	Enfriamiento
8	19/11/2014 0:15	19/11/2014 0:25	0,17	Falla del sensor de temperatura de agua	Enfriamiento
9	19/11/2014 1:40	19/11/2014 2:20	0,67	Falla del sensor de temperatura de agua	Enfriamiento
10	19/11/2014 5:00	19/11/2014 5:30	0,5	Falla del sensor de temperatura de agua	Enfriamiento
11	05/12/2014 18:40	05/12/2014 21:15	2,58	Baja presión de succión	Compresión
12	06/12/2014 12:30	06/12/2014 16:00	3,5	Baja presión de succión	Compresión
13	08/12/2014 14:00	08/12/2014 17:00	3	Baja presión de succión	Compresión
14	09/12/2014 12:31	09/12/2014 18:30	598	Baja presión de succión	Compresión
15	10/12/2014 8:45	10/12/2014 11:30	2,75	Baja presión de succión	Compresión
16	11/12/2014 11:20	11/12/2014 11:40	0,33	Alto nivel de líquido depurador 2da etapa	Depuración
17	13/12/2014 13:30	13/12/2014 14:15	0,75	Falla sistema de gas combustible	Gas Combustible
18	14/12/2014 10:30	14/12/2014 11:00	0,5	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
19	16/01/2015 0:20	16/01/2015 1:20	1	Falla eléctrica	Monitoreo y Control
20	18/01/2015 19:00	18/01/2015 19:15	0,25	Baja presión de succión	Compresión
21	08/02/2015 15:00	08/02/2015 15:20	0,33	Alta temperatura de gas descarga	Compresión
22	21/02/2015 13:30	22/02/2015 9:30	20	Bujías	Ignición
23	26/03/2015 8:00	26/03/2015 9:00	1	No flujo de aceite compresor	Lubricación
24	01/04/2015 20:00	01/04/2015 21:00	1	Alta presión de succión	Compresión

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.25. Fallas del Motocompresor K-9. (Continuación)

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
25	16/05/2015 16:00	16/05/2015 17:00	1	No flujo de aceite compresor	Lubricación
26	18/05/2015 16:40	19/05/2015 3:30	10,83	Falla eléctrica	Monitoreo y Control
27	29/06/2015 13:40	29/06/2015 17:40	4	Baja presión de succión	Compresión
28	30/07/2015 19:30	31/07/2015 0:00	4,5	Baja presión de agua	Enfriamiento
29	19/09/2015 0:00	19/09/2015 19:10	19,17	Alto diferencial de aceite	Lubricación
30	24/09/2015 8:50	24/09/2015 9:50	1	Alto diferencial de aceite	Lubricación
TOTAL HORAS DE PAROS			696,25		
TOTAL PAROS			30		

Fuente: El autor (2016)**Tabla 4.26. Resumen de Fallas según el Sistema del Motocompresor K-9**

Sistema	Nº de Paros	Horas de Paros	%Nº de Paros	% Acumulado
Compresión	9	615,41	30%	30%
Enfriamiento	9	15,51	30%	60%
Lubricación	5	30,42	17%	77%
Monitoreo y Control	3	13,33	10%	87%
Depuración	2	0,83	7%	93%
Ignición	1	20,00	3%	97%
Gas Combustible	1	0,75	3%	100%
Fuerza	0		0%	100%
Admisión	0		0%	100%
Arranque	0		0%	100%
Escape	0		0%	100%
Total Paros por Sistemas	30	696,25	100%	

Fuente: El autor (2016)

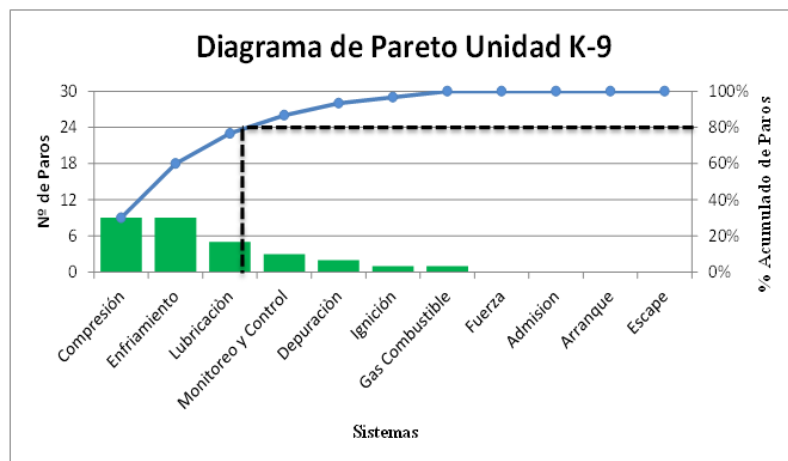


Figura 4.13. Fallas por Sistema K-9

Fuente: El autor (2016)

Para el motocompresor K-9, los resultados de fallas fueron de un 30% en el sistema de compresión, 30% enfriamiento, 10% lubricación y 10% monitoreo y control.

4.2.10 Fallas del Motocompresor K-10

En la tabla 4.27, se muestran las fallas del Motocompresor K-10 en el periodo 2015-2016.

Tabla 4.27. Fallas del Motocompresor K-10

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
1	03/11/2014 11:15	03/11/2014 15:30	4,25	Baja presión de succión	Compresión
2	10/11/2014 2:00	10/11/2014 3:30	1,5	Baja presión de gas combustible	Gas Combustible
3	10/11/2014 5:30	10/11/2014 6:00	0,5	Baja presión de gas combustible	Gas Combustible
4	10/11/2014 8:00	10/11/2014 8:30	0,5	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
5	18/11/2014 16:00	18/11/2014 17:30	1,5	Falla eléctrica	Monitoreo y Control

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.27. Fallas del Motocompresor K-10. (Continuación)

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
6	04/12/2014 5:20	04/12/2014 7:30	2,17	Bajo nivel aceite del motor	Lubricación
7	13/12/2014 13:30	13/12/2014 14:15	0,75	Baja presión de gas combustible	Gas Combustible
8	15/12/2014 18:30	15/12/2014 19:00	0,5	Baja presión de succión	Compresión
9	03/01/2015 0:00	03/01/2015 8:45	8,75	Baja presión de succión	Compresión
10	05/01/2015 3:30	05/01/2015 4:30	1	Baja presión de succión	Compresión
11	06/01/2015 13:00	06/01/2015 14:00	1	Alto nivel de líquido depurador 2da etapa	Depuración
12	16/01/2015 0:20	16/01/2015 1:20	1	Falla eléctrica	Monitoreo y Control
13	16/01/2015 14:40	16/01/2015 16:00	1,33	Alto nivel de líquido depurador 2da etapa	Depuración
14	18/01/2015 20:00	18/01/2015 21:00	1	Baja presión de succión	Compresión
15	19/01/2015 6:00	19/01/2015 6:30	0,5	Baja presión de succión	Compresión
16	10/02/2015 15:30	10/02/2015 17:00	1,5	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
17	28/02/2015 13:30	28/02/2015 18:00	4,5	Alta temperatura aceite lubricante	Lubricación
18	28/02/2015 20:00	01/03/2015 7:00	11	Alta temperatura aceite lubricante	Lubricación
19	03/03/2015 13:30	03/03/2015 14:20	0,83	Alta temperatura descarga	Compresión
20	14/03/2015 0:00	14/03/2015 20:00	20	Bajo nivel agua	Enfriamiento
21	26/03/2015 10:45	26/03/2015 11:30	0,75	Filtro de aceite del compresor	Lubricación
22	26/03/2015 14:00	26/03/2015 14:30	0,5	Filtro de aceite del compresor	Lubricación
23	01/04/2015 19:00	01/04/2015 20:00	1	Baja presión de succión	Compresión
24	02/04/2015 11:50	02/04/2015 12:25	0,58	Baja presión de succión	Compresión
25	04/04/2015 18:00	04/04/2015 18:15	0,25	Baja presión de succión	Compresión
26	04/04/2015 19:50	04/04/2015 20:10	0,33	Baja presión de succión	Compresión

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.27. Fallas del Motocompresor K-10. (Continuación)

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
27	05/04/2015 10:30	05/04/2015 11:30	1	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
28	07/04/2015 13:45	08/04/2015 2:30	12,75	Alto nivel de líquido depurador 2da etapa	Depuración
30	05/05/2015 1:00	05/05/2015 4:00	3	Alto diferencial de aceite	Lubricación
31	10/05/2015 14:50	10/05/2015 16:00	1,17	Alto diferencial de aceite	Lubricación
32	18/05/2015 16:40	19/05/2015 3:30	10,83	Alto diferencial de aceite	Lubricación
33	20/05/2015 6:00	20/05/2015 7:00	1	Alto diferencial de aceite	Lubricación
34	20/05/2015 7:30	20/05/2015 9:00	1,5	Alto diferencial de aceite	Lubricación
35	20/05/2015 15:00	20/05/2015 19:15	4,25	Alto diferencial de aceite	Lubricación
36	21/05/2015 9:15	21/05/2015 10:15	1	Falla eléctrica	Monitoreo y Control
37	23/05/2015 6:15	23/05/2015 6:30	0,25	Alta temperatura de	Enfriamiento
38	24/05/2015 22:30	24/05/2015 23:30	1	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
39	27/05/2015 1:30	27/05/2015 4:30	3	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
40	13/07/2015 13:30	13/07/2015 15:00	1,5	Alto nivel de líquido depurador 2da etapa	Depuración
41	19/07/2015 3:40	19/07/2015 4:40	1	Alto diferencial de enfriamiento de aceite	Lubricación
42	21/05/2015 9:15	21/05/2015 10:15	1	Falla eléctrica	Monitoreo y Control
43	23/05/2015 6:15	23/05/2015 6:30	0,25	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
44	24/05/2015 22:30	24/05/2015 23:30	1	Alta temperatura de	Enfriamiento
45	19/07/2015 3:40	19/07/2015 4:40	1	Alto diferencial de enfriamiento de aceite	Lubricación
46	26/07/2015 0:00	26/07/2015 4:10	4,17	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
47	26/07/2015 14:30	26/07/2015 22:00	7,5	Alta temperatura de agua	Enfriamiento

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.27. Fallas del Motocompresor K-10. (Continuación)

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
48	31/07/2015 22:30	01/08/2015 1:00	2,5	Falla de sensor de temperatura de aceite	Lubricación
49	11/08/2015 13:45	11/08/2015 14:00	0,25	Fuga de aceite tapa inspección del cárter	Lubricación
50	21/08/2015 17:10	21/08/2015 21:15	4,08	Bajo nivel agua	Enfriamiento
51	10/09/2015 22:00	11/09/2015 0:00	2	Alta temperatura de succión	Compresión
52	20/09/2015 1:00	22/09/2015 15:30	62,5	Problemas en ventilador	Enfriamiento
53	27/09/2015 19:30	27/09/2015 21:30	2	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
TOTAL HORAS DE PAROS			199,24		
TOTAL PAROS			53		

Fuente: El autor (2016)**Tabla 4.28. Resumen de Fallas según el Sistema del Motocompresor K-10**

Sistema	Nº de Paros	Horas de Paros	%Nº de Paros	% Acumulado
Lubricación	15	45,42	28%	28%
Enfriamiento	12	106,25	23%	51%
Compresión	12	20,99	23%	74%
Depuración	7	19,33	13%	87%
Monitoreo y Control	4	4,50	8%	94%
Gas Combustible	3	2,75	6%	100%
Ignición	0	0,00	0%	100%
Fuerza	0	0,00	0%	100%
Admisión	0	0,00	0%	100%
Arranque	0	0,00	0%	100%
Escape	0	0,00	0%	100%
Total Paros por Sistemas	53	199,24	100%	

Fuente: El autor (2016)

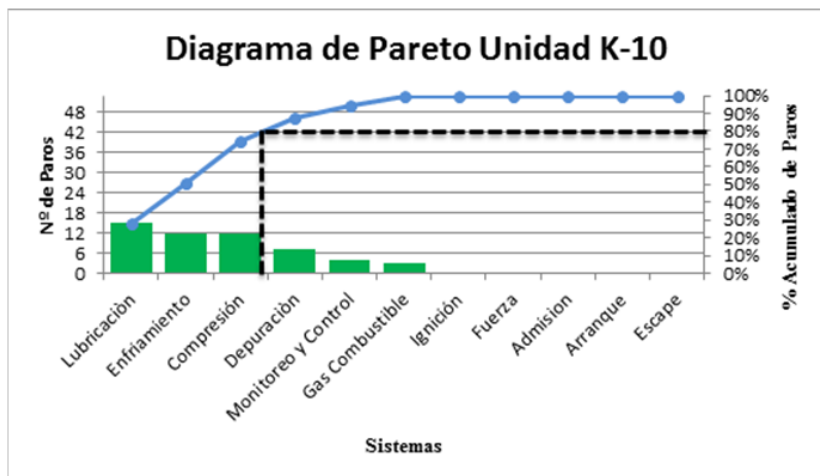


Figura 4.14. Fallas por Sistema K-10

Fuente: El autor (2016)

En la figura 4.14, se observa que los sistemas con mayor número de fallas fueron: lubricación con un 28%, enfriamiento 23%, compresión 23% y depuración 13%.

4.2.11 Fallas del Motocompresor K-11

Las fallas presentadas por el motocompresor K-11 durante el periodo 2015-2016, se muestran a continuación en la tabla 4.29.

Tabla 4.29. Fallas del Motocompresor K-11

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
1	08/01/2014 12:30	08/01/2014 13:30	1	Falla eléctrica	Monitoreo y Control
2	15/02/2014 9:30	15/02/2014 12:00	2,5	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
3	24/03/2014 21:00	24/03/2014 22:30	1.50	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
4	09/04/2014 12:30	09/04/2014 13:00	0,5	Falla secuencia de válvula de gas combustible	Gas Combustible

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.29. Fallas del Motocompresor K-11

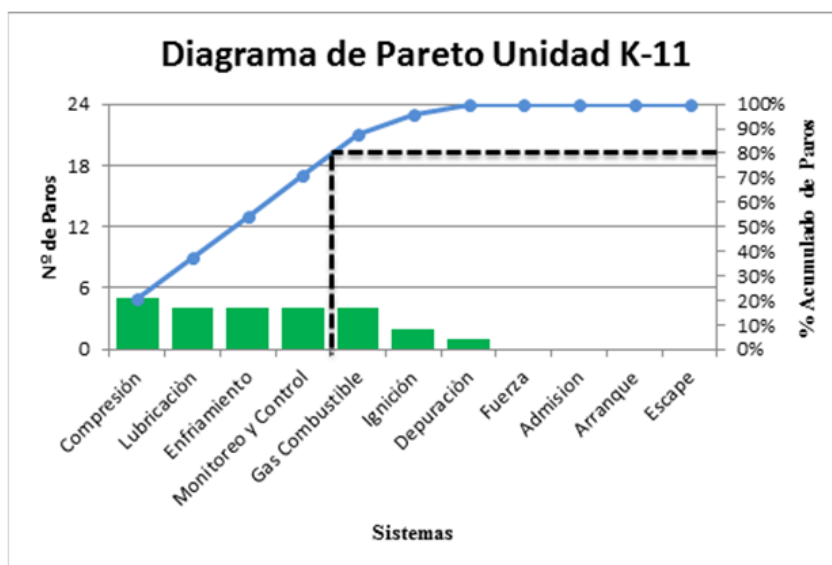
Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
5	10/04/2014 4:00	10/04/2014 9:00	5	Problema panel ECM	Monitoreo y Control
6	30/05/2014 19:20	30/05/2014 22:30	3,17	Ruptura de pin válvula de seguridad gas combustible	Gas Combustible
7	20/06/2014 0:00	20/06/2014 1:00	1	Falla de Ignición	Ignición
8	24/07/2014 17:00	24/07/2014 18:00	1	Falla de compresor	Compresión
9	15/08/2014 14:00	15/08/2014 19:00	5	Fuga válvula gas combustible	Gas Combustible
10	16/10/2014 9:30	16/10/2014 10:30	1	Falla en compensador de aceite	Lubricación
11	17/10/2014 14:30	17/10/2014 18:00	3,5	Baja presión de succión	Compresión
12	19/10/2014 18:00	19/10/2014 19:00	1.00	Baja presión de succión	Compresión
13	21/10/2014 15:00	21/10/2014 18:00	3	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
20	09/04/2015 6:00	12/04/2015 15:15	81,25	Baja presión de aceite	Lubricación
21	18/05/2015 20:30	18/05/2015 23:30	3	Baja presión de aceite	Lubricación
22	20/07/2015 9:00	21/07/2015 13:30	28,5	Perdida de potencia	Ignición
23	08/09/2015 19:00	08/09/2015 21:00	2	Falla eléctrica	Monitoreo y Control
24	09/09/2015 16:00	09/09/2015 17:30	1,5	Falla eléctrica	Monitoreo y Control
TOTAL HORAS DE PAROS			302,92		
TOTAL PAROS			24		

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.30. Resumen de Fallas según el Sistema del Motocompresor K-11

Sistema	N° de Paros	Horas de Paros	%N° de Paros	% Acumulado
Compresión	5	156,00	21%	21%
Lubricación	4	86,25	17%	38%
Enfriamiento	4	7,50	17%	54%
Monitoreo y Control	4	9,50	17%	71%
Gas Combustible	4	10,17	17%	88%
Ignición	2	29,50	8%	96%
Depuración	1	0,00	4%	100%
Fuerza	0	0,00	0%	100%
Admisión	0	0,00	0%	100%
Arranque	0	0,00	0%	100%
Escape	0	0,00	0%	100%
Total Paros por Sistemas	24	298,92	100%	

Fuente: El autor (2016)

**Figura 4.15. Fallas por Sistema K-11**

Fuente: El autor (2016)

Los sistemas de compresión con un 21%, lubricación 17%, enfriamiento 17%, monitoreo y control 17% y gas combustible con un 17%, son los que presentaron mayor número de fallas en el motocompresor K-11.

4.2.12 Fallas del Motocompresor K-12

En la tabla 4.31, se muestran las fallas presentadas por el Motocompresor K-12 durante el periodo 2015-2016.

Tabla 4.31. Fallas del Motocompresor K-12

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
1	09/01/2014 21:30	10/01/2014 3:00	5,5	Baja presión de succión	Compresión
2	26/01/2014 12:00	05/02/2014 10:30	238,5	Baja presión de succión	Compresión
3	10/01/2014 5:30	24/01/2014 16:30	347	Baja presión de succión	Compresión
4	24/01/2014 19:00	25/01/2014 7:00	12	Baja presión de succión	Compresión
5	25/01/2014 18:00	26/01/2014 9:00	15	Baja presión de succión	Compresión
6	18/02/2014 10:30	24/02/2014 17:00	150,5	Baja presión de succión	Compresión
7	25/02/2014 19:40	06/03/2014 16:30	212,83	Baja presión de succión	Compresión
8	07/03/2014 18:30	11/03/2014 5:00	82,5	Baja presión de succión	Compresión
9	12/03/2014 17:15	12/03/2014 19:30	2,25	Bajo nivel agua	Enfriamiento
10	19/04/2014 9:00	19/04/2014 10:00	1	Fuga de Agua en el sistema	Enfriamiento
11	20/04/2014 9:00	21/04/2014 13:10	28,17	Fuga de Agua en el sistema	Enfriamiento
12	22/04/2014 14:00	22/04/2014 14:30	0,5	Problemas con Filtro de aceite	Lubricación
13	03/05/2014 10:30	03/05/2014 11:00	0,5	Alto diferencial de filtros aceite de sello	Lubricación
14	30/04/2014 10:45	30/04/2014 12:00	1,25	Alto diferencial de filtros aceite de sello	Lubricación
15	04/05/2014 13:15	05/05/2014 11:00	21,75	Alto diferencial de filtros aceite de sello	Lubricación
16	24/05/2014 0:00	24/05/2014 19:00	19	Problema con correas del ventilador	Enfriamiento

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.31. Fallas del Motocompresor K-12. (Continuación)

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
17	24/05/2014 22:00	25/05/2014 10:30	12,5	Problema con correas del ventilador	Enfriamiento
18	26/05/2014 0:00	26/05/2014 9:20	9,33	Baja presión de succión	Compresión
19	12/06/2014 6:00	12/06/2014 7:15	1,25	Falla en panel de control	Monitoreo y Control
20	14/06/2014 12:00	14/06/2014 13:00	1	Filtro de aceite	Lubricación
21	24/06/2014 6:20	24/06/2014 7:00	0,67	Detonación bujía	Ignición
22	01/07/2014 0:00	01/07/2014 19:00	19	Vibración compresor	Compresión
23	22/07/2014 8:20	22/07/2014 9:40	1,33	Falla en sistema de gas combustible	Gas Combustible
24	22/07/2014 19:40	22/07/2014 20:20	0,67	Alto nivel de líquido depurador 3era etapa	Depuración
25	11/08/2014 17:00	11/08/2014 18:30	1,5	Vibración compresor	Compresión
26	30/08/2014 3:00	30/08/2014 4:30	1,5	No flujo lubricación	Lubricación
27	31/08/2014 17:00	31/08/2014 19:00	2	No flujo lubricación	Lubricación
28	03/09/2014 20:00	03/09/2014 20:30	0,5	Alto nivel de líquido depurador 3era etapa	Depuración
29	03/10/2014 7:30	03/10/2014 8:40	1,17	Baja presión de succión	Compresión
30	08/10/2014 2:00	08/10/2014 2:20	0,33	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
31	13/10/2014 14:30	13/10/2014 15:30	1	Falla eléctrica	Monitoreo y Control
32	16/10/2014 8:30	16/10/2014 9:00	0,5	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
33	26/11/2014 17:00	26/11/2014 17:30	0,5	Alto nivel de líquido depurador 2da etapa	Depuración
34	26/11/2014 18:30	26/11/2014 20:00	1,5	Alto nivel de líquido depurador 2da etapa	Depuración
35	02/12/2014 16:00	02/12/2014 16:40	0,67	Perdida de potencia	Ignición

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.31. Fallas del Motocompresor K-12. (Continuación)

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
36	13/12/2014 13:00	13/12/2014 14:30	1,5	Problemas con el gas combustible	Gas Combustible
37	20/01/2015 20:45	20/01/2015 21:45	1	Baja presión de succión	Compresión
38	21/01/2015 12:15	21/01/2015 12:45	0,5	Alto nivel de líquido depurador 2da etapa segunda etapa	Depuración
39	12/02/2015 10:00	12/02/2015 10:50	0,83	Fuga de aceite Lubricante	Lubricación
40	03/03/2015 16:30	03/03/2015 17:00	0,5	Falla válvula compresora de descarga	Compresión
41	22/02/2015 13:00	22/02/2015 15:00	2	Falla en sensor de agua	Enfriamiento
42	10/03/2015 9:30	10/03/2015 9:50	0,33	Válvula compresora de descarga	Compresión
43	10/03/2015 19:00	10/03/2015 20:00	1	Baja presión de aceite	Lubricación
44	16/03/2015 2:30	16/03/2015 10:45	8,25	Falla válvula compresora	Compresión
45	18/03/2015 16:00	18/03/2015 18:00	2	Fuga de agua en caja termostática.	Enfriamiento
46	21/03/2015 6:20	21/03/2015 7:20	1	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
47	21/03/2015 11:00	21/03/2015 12:00	1	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
48	25/03/2015 20:30	25/03/2015 21:30	1	Bajo nivel de agua	Enfriamiento
49	26/03/2015 20:30	26/03/2015 21:30	1	Bajo nivel de agua	Enfriamiento
50	31/03/2015 9:00	31/03/2015 11:30	2,5	Fuga de aceite	Lubricación
51	31/03/2015 9:00	31/03/2015 11:30	2,5	Fuga de aceite	Lubricación
52	01/04/2015 9:10	01/04/2015 9:30	0,33	Bajo nivel agua	Enfriamiento
53	02/04/2015 8:20	02/04/2015 12:00	3,67	Alta temperatura descarga	Compresión
54	02/04/2015 22:30	03/04/2015 11:00	12,5	Bajo nivel agua	Enfriamiento
55	06/04/2015 9:00	06/04/2015 9:45	0,75	Falla en válvulas compresoras	Compresión

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.31. Fallas del Motocompresor K-12. (Continuación)

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
56	07/04/2015 1:00	07/04/2015 3:00	2	Bajo nivel agua	Enfriamiento
57	10/04/2015 10:20	10/04/2015 10:50	0,5	Bajo nivel agua	Enfriamiento
58	12/04/2015 6:00	12/04/2015 8:00	2	Alto nivel de líquido depurador 2da etapa	Depuración
59	18/04/2015 9:15	18/04/2015 9:45	0,5	Perdida de potencia	Ignición
60	24/05/2015 10:00	24/05/2015 14:00	4	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
61	08/06/2015 16:00	08/06/2015 17:00	1	Vibración ventilador	Enfriamiento
62	09/06/2015 12:00	09/06/2015 13:00	1	Vibración ventilador	Enfriamiento
63	12/06/2015 5:00	12/06/2015 8:00	3	Vibración ventilador	Enfriamiento
64	23/06/2015 3:15	23/06/2015 10:00	6,75	Vibración ventilador	Enfriamiento
65	02/07/2015 5:00	02/07/2015 9:30	4,5	Detonación bujía	Ignición
66	05/07/2015 14:30	05/07/2015 15:00	0,5	Detonación bujía	Ignición
67	09/07/2015 18:20	09/07/2015 19:20	1	Alto nivel de líquido depurador 2da etapa	Depuración
68	18/07/2015 1:20	18/07/2015 1:40	0,33	Alta vibración enfriador nro. 1	Enfriamiento
69	18/07/2015 3:20	18/07/2015 9:00	5,67	Alta vibración enfriador nro. 1	Enfriamiento
70	22/07/2015 0:00	23/07/2015 0:30	24,5	Baja presión de succión	Compresión
71	13/09/2015 10:30	17/09/2015 17:15	102,75	Falla en panel auxiliar	Monitoreo y Control
72	21/09/2015 15:10	21/09/2015 15:50	0,67	Alta temperatura de descarga	Compresión
73	22/09/2015 9:00	22/09/2015 9:30	0,5	Vibración ventilador	Enfriamiento
74	27/09/2015 12:00	27/09/2015 15:00	3	Alta temperatura compresor	Compresión
75	18/09/2015 9:45	18/09/2015 11:30	1,75	No flujo de lubricación forzada	Lubricación
76	18/09/2015 16:50	18/09/2015 17:15	0,42	No flujo de lubricación forzada	Lubricación
77	18/09/2015 17:25	18/09/2015 18:15	0,83	No flujo de lubricación forzada	Lubricación

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.31. Fallas del Motocompresor K-12. (Continuación)

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
78	29/09/2015 22:15	29/09/2015 23:15	1	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
79	30/09/2015 2:50	30/09/2015 3:30	67	Alta vibración enfriador nro. 1	Enfriamiento
TOTAL HORAS DE PAROS			1474,50		
TOTAL PAROS			79		

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.32. Resumen de Fallas según el Sistema del Motocompresor K-12

Sistema	Nº de Paros	Horas de Paros	%Nº de Paros	% Acumulado
Enfriamiento	23	1137,50	29%	29%
Compresión	21	174,50	27%	56%
Lubricación	14	38,33	18%	73%
Depuración	11	9,50	14%	87%
Ignición	5	6,84	6%	94%
Monitoreo y Control	3	105,00	4%	97%
Gas Combustible	2	2,83	3%	100%
Fuerza	0	0,00	0%	100%
Admisión	0	0,00	0%	100%
Arranque	0	0,00	0%	100%
Escape	0	0,00	0%	100%
Total Paros por Sistemas	79	1474,50	100%	

Fuente: El autor (2016)

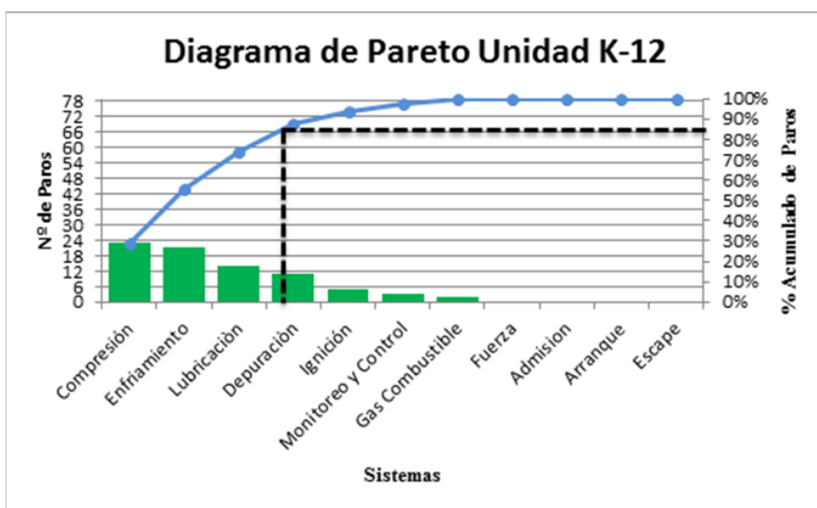


Figura 4.16. Fallas por Sistema K-12

Fuente: El autor (2016)

Las fallas más recurrentes en el motocompresor K-12, se presentaron en los sistemas de enfriamiento 29%, compresión 27%, lubricación 18% y depuración 14%.

4.2.13 Fallas del Motocompresor K-13

La tabla 4.33, muestra las fallas en el motocompresor K-13 durante el periodo 2015-2016.

Tabla 4.33. Fallas del Motocompresor K-13

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
1	26/01/2014 13:30	27/01/2014 9:00	19,5	Baja presión de succión	Compresión
2	05/02/2014 10:31	07/02/2014 23:00	60,48	Baja presión de succión	Compresión
3	08/02/2014 22:30	09/02/2014 1:00	2,5	Bajo nivel agua	Enfriamiento
4	10/02/2014 0:00	12/02/2014 12:00	60	Baja presión de succión	Compresión
5	12/02/2014 16:00	14/02/2014 13:00	45	Baja presión de succión	Compresión
6	17/02/2014 5:30	28/02/2014 10:30	269	Baja presión de agua	Enfriamiento
7	24/02/2014 17:00	25/02/2014 6:30	13,5	Baja presión de succión	Compresión
8	04/03/2014 10:30	04/03/2014 11:00	0,5	Problemas en línea de lubricación en el cilindro #3	Lubricación
9	06/03/2014 14:30	06/03/2014 16:30	2	Falla de válvulas de compresión del c/c #01	Compresión
10	07/03/2014 12:00	07/03/2014 19:00	7	baja presión de succión	Compresión
11	11/03/2014 5:00	14/03/2014 18:30	85,5	Baja presión de succión	Compresión
12	23/03/2014 12:00	24/03/2014 14:00	26	Baja presión de succión	Compresión
13	10/04/2014 10:00	10/04/2014 12:30	2,5	Fuga de línea de nivel de aceite	Lubricación
14	24/04/2014 8:00	25/04/2014 10:00	26	Fuga de agua en empackadura caja termostática	Enfriamiento

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.33. Fallas del Motocompresor K-13. (Continuación)

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
15	28/04/2014 3:00	28/04/2014 4:45	1,75	Alto nivel de líquido depurador 3era etapa	Depuración
16	19/05/2014 0:00	19/05/2014 22:00	22	Falla en caja termostática	Enfriamiento
17	21/05/2014 0:00	21/05/2014 5:30	5,5	Falla de ignición	Ignición
18	22/05/2014 6:00	22/05/2014 11:00	5	Fuga de agua en el sistema auxiliar	Enfriamiento
19	12/06/2014 6:00	12/06/2014 7:15	1,25	Falla en panel	Monitoreo y Control
20	19/06/2014 17:20	19/06/2014 17:50	0,5	Craqueo del sensor del nivel de aceite	Lubricación
21	22/07/2014 19:40	22/07/2014 20:20	0,67	Alto nivel de líquido depurador 3era etapa	Depuración
22	24/07/2014 17:00	24/07/2014 18:00	1	Falla de compresor	Compresión
23	26/08/2014 13:10	26/08/2014 14:30	1,33	Baja presión de succión	Compresión
24	27/08/2014 22:00	28/08/2014 1:00	3	Perdida de potencia	Ignición
25	28/08/2014 5:30	28/08/2014 9:30	4	Falla en panel	Monitoreo y Control
26	03/09/2014 20:00	03/09/2014 20:30	0,5	Alto nivel de líquido depurador 3era etapa	Depuración
27	05/09/2014 15:00	05/09/2014 16:00	1	Falla ventiladores cooler	Enfriamiento
28	07/09/2014 11:30	08/09/2014 1:00	13,5	Falla eléctrica	Monitoreo y Control
29	08/09/2014 15:00	09/09/2014 1:00	10	Perdida de potencia	Ignición
30	09/09/2014 6:20	09/09/2014 11:15	4,92	Perdida de potencia	Ignición
31	17/09/2014 1:20	17/09/2014 2:20	1	Perdida de potencia	Ignición
32	06/10/2014 12:30	06/10/2014 14:00	1,5	Falla eléctrica	Monitoreo y Control
33	16/10/2014 8:30	16/10/2014 9:00	0,5	Alto nivel de líquido depurador 3era etapa	Depuración
34	30/10/2014 12:00	30/10/2014 15:00	3	Bujías	Ignición
35	13/12/2014 13:00	13/12/2014 14:30	1,5	Falla secuencia de válvula de gas combustible	Gas Combustible

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.33. Fallas del Motocompresor K-13. (Continuación)

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
36	16/01/2015 17:15	16/01/2015 18:00	0,75	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
37	23/01/2015 12:00	23/01/2015 14:00	2	Falla panel principal	Monitoreo y Control
38	05/02/2015 10:15	05/02/2015 11:15	1	Falla panel principal	Monitoreo y Control
39	10/02/2015 15:30	10/02/2015 19:30	4	Alto nivel de líquido depurador 1era etapa	Depuración
40	03/03/2015 13:15	03/03/2015 13:45	0,5	Falla en válvula compresora de descarga	Compresión
41	09/03/2015 10:40	09/03/2015 12:00	1,33	Falla en válvula compresora de descarga	Compresión
42	10/03/2015 19:00	10/03/2015 20:00	1	Baja presión de aceite	Lubricación
43	10/03/2015 20:45	10/03/2015 22:00	1,25	Baja presión de aceite	Lubricación
44	10/03/2015 23:15	10/03/2015 23:59	0,73	Baja presión de aceite	Lubricación
45	11/03/2015 0:00	11/03/2015 20:00	20	Baja presión de aceite	Lubricación
46	11/03/2015 20:45	11/03/2015 22:00	1,25	Baja presión de aceite	Lubricación
47	14/03/2015 2:30	19/03/2015 8:00	125,5	Alta temperatura descarga 2da etapa	Depuración
48	06/04/2015 9:45	06/04/2015 10:30	0,75	Falla en válvula compresora	Compresión
49	07/04/2015 9:30	07/04/2015 12:00	2,5	Fuga de agua en sistema principal	Enfriamiento
50	08/04/2015 11:00	08/04/2015 12:00	1	Bujías	Ignición
51	22/05/2015 0:30	22/05/2015 9:30	9	Baja presión de agua	Enfriamiento
52	15/06/2015 0:00	15/06/2015 16:45	16,75	Alta temperatura de descarga	Compresión
53	18/06/2015 13:15	18/06/2015 13:30	0,25	Alto nivel depurador general succión	Depuración
54	17/07/2015 0:00	17/07/2015 11:50	11,83	Alta vibración del compresor	Compresión
55	18/07/2015 1:40	18/07/2015 1:50	0,17	Alta vibración del compresor	Compresión

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.33. Fallas del Motocompresor K-13. (Continuación)

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
56	22/07/2015 18:00	22/07/2015 18:50	0,83	Alta vibración del compresor	Compresión
57	22/07/2015 23:30	23/07/2015 0:30	1	Baja presión de succión	Compresión
58	24/08/2015 18:10	24/08/2015 18:25	0,25	Bajo nivel agua	Enfriamiento
59	25/08/2015 0:00	25/08/2015 2:45	2,75	Bajo nivel agua	Enfriamiento
60	06/09/2015 11:15	06/09/2015 12:00	0,75	Alto diferencial de filtros aceite de sello	Lubricación
61	16/09/2015 17:00	16/09/2015 17:30	0,5	Obstrucción en filtro de aceite	Lubricación
62	27/09/2015 13:00	27/09/2015 15:00	2	Baja presión de succión	Compresión
TOTAL HORAS DE PAROS			912,54		
TOTAL PAROS			62		

Fuente: El autor (2016)**Tabla 4.34. Resumen de Fallas según el Sistema del Motocompresor K-13**

Sistema	Nº de Paros	Horas de Paros	%Nº de Paros	% Acumulado
Compresión	20	356,47	32%	32%
Enfriamiento	10	133,92	16%	48%
Lubricación	10	340,00	16%	65%
Depuración	8	28,98	13%	77%
Ignición	7	28,42	11%	89%
Monitoreo y Control	6	0,00	10%	98%
Gas Combustible	1	1,50	2%	100%
Fuerza	0	23,25	0%	100%
Admisión	0	0,00	0%	100%
Arranque	0	0,00	0%	100%
Escape	0	0,00	0%	100%
Total Paros por Sistemas	62	912,54	100%	

Fuente: El autor (2016)

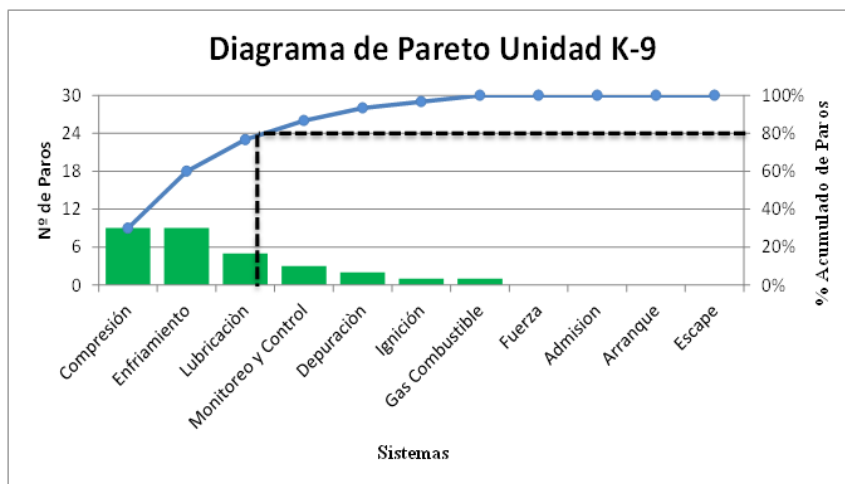


Figura 4.17. Fallas por Sistema K-3

Fuente: El autor (2016)

En el motocompresor K-13, los sistemas con más frecuencia de fallas fueron: compresión 32%, enfriamiento 16%, lubricación 16%, depuración 13% e ignición 11%.

4.2.14 Fallas del Motocompresor K-14

En la tabla 4.35, se presentan las fallas del motocompresor K-14 en el periodo 2015-2016.

Tabla 4.35. Fallas del Motocompresor K-14

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
1	07/02/2014 18:15	07/02/2014 22:00	3,75	Falla en panel principal	Monitoreo y Control
2	22/02/2014 0:00	22/02/2014 0:01	0,02	Falla en panel principal	Monitoreo y Control
3	09/03/2014 14:30	09/03/2014 16:15	1,75	Baja presión de descarga	Compresión
4	14/03/2014 15:00	14/03/2014 18:30	3,5	Falla en panel principal	Monitoreo y Control

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.35. Fallas del Motocompresor K-14. (Continuación)

Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
5	20/03/2014 15:00	20/03/2014 16:00	1	Bujías	Ignición
6	23/04/2014 21:00	23/04/2014 21:30	0,5	Alto nivel de líquido depurador 3era etapa	Depuración
8	09/06/2014 14:30	09/06/2014 16:30	2	No lubricación forzada	Lubricación
9	12/06/2014 6:00	12/06/2014 7:15	1,25	Falla en panel principal	Monitoreo y Control
11	05/07/2014 21:00	06/07/2014 8:30	11,5	Problemas con switch de presión de aceite	Lubricación
12	15/08/2014 0:00	15/08/2014 11:30	11,5	Problemas con filtro de aceite	Lubricación
13	18/08/2014 0:00	19/08/2014 13:20	37,33	Fuga de aceite	Lubricación
14	20/09/2014 13:00	21/09/2014 3:30	14,5	Alta temperatura descarga	Compresión
15	22/09/2014 13:00	22/09/2014 14:00	1	Alta temperatura cilindro compresor	Compresión
16	07/11/2014 23:00	08/11/2014 0:00	1	Alta temperatura cilindro compresor	Compresión
17	08/11/2014 8:30	09/11/2014 0:00	15,5	Falla en válvula de descarga	Compresión
18	14/11/2014 16:50	14/11/2014 17:50	1	Alta temperatura cilindro compresor	Compresión
17	13/12/2014 13:00	13/12/2014 14:30	1,5	Problemas con el gas combustible	Gas Combustible
18	20/01/2015 17:30	20/01/2015 19:00	1,5	Baja presión de succión	Compresión
19	10/02/2015 12:00	12/02/2015 12:00	48	Baja presión de succión	Compresión
20	28/02/2015 4:00	28/02/2015 5:00	1	Alta temperatura de agua	Enfriamiento
21	20/03/2015 6:00	20/03/2015 15:30	9,5	Baja presión de succión	Compresión
22	26/03/2015 16:00	26/03/2015 16:45	0,75	Alto nivel de líquido en la 3ra etapa	Depuración
23	28/03/2015 15:00	28/03/2015 17:00	2	Problemas con válvulas compresoras	Compresión
24	22/04/2015 16:30	22/04/2015 17:15	0,75	Alta temperatura de agua	Enfriamiento

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.35. Fallas del Motocompresor K-14. (Continuación)

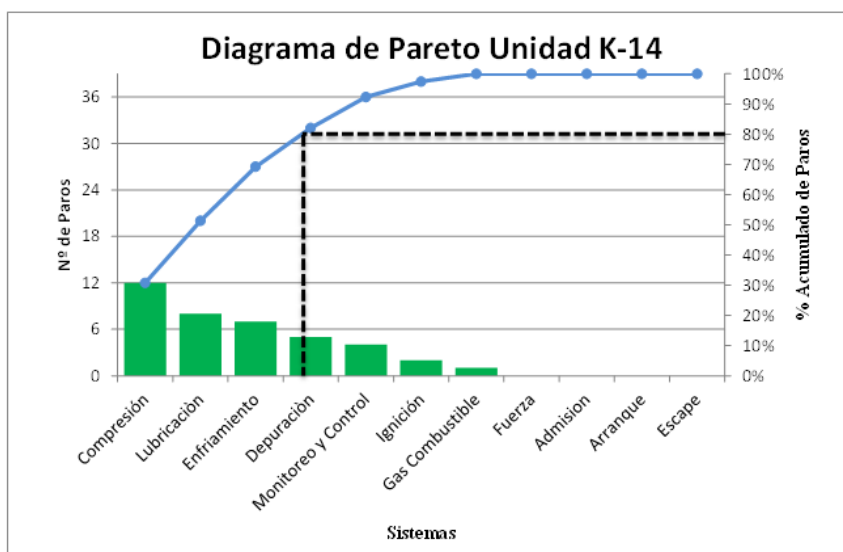
Nº	Fecha/Hora Parada	Fecha/Hora Arranque	Tfs	Observaciones	Sistema
25	14/04/2015 8:15	14/04/2015 9:00	0,75	Alto nivel de líquido en la 3ra etapa	Depuración
26	01/05/2015 13:45	01/05/2015 14:45	1	Perdida de potencia	Ignición
27	12/05/2015 11:00	12/05/2015 12:00	1	Alta temperatura de descarga de cilindro	Compresión
28	29/05/2015 16:00	29/05/2015 17:00	1	Alta presión diferencial filtro de aceite	Lubricación
29	18/06/2015 22:00	19/06/2015 4:30	6,5	Baja presión de succión	Compresión
30	26/03/2015 16:00	26/03/2015 16:45	0,75	Alto nivel de líquido en la 3ra etapa	Depuración
31	24/06/2015 2:45	24/06/2015 4:00	1,25	Alto nivel de líquido en la 3ra etapa	Depuración
32	09/07/2015 20:50	09/07/2015 21:45	0,92	Bajo nivel de agua auxiliar	Enfriamiento
33	01/08/2015 0:00	01/08/2015 1:45	1,75	Bajo nivel de agua auxiliar	Enfriamiento
33	04/08/2015 12:00	04/08/2015 13:00	1	Bajo nivel de agua auxiliar	Enfriamiento
34	16/08/2015 1:00	16/08/2015 4:00	3	Bajo nivel de agua auxiliar	Enfriamiento
35	16/08/2015 10:50	16/08/2015 12:00	1,17	Fuga de agua en sistema auxiliar.	Enfriamiento
36	25/09/2015 13:30	25/09/2015 15:10	1,67	Alta temperatura de aceite lubricante	Lubricación
37	26/09/2015 12:00	26/09/2015 13:00	1	Alta temperatura de aceite lubricante	Lubricación
38	26/09/2015 14:45	26/09/2015 16:00	1,25	Alta temperatura de aceite lubricante	Lubricación
TOTAL HORAS DE PAROS			196,11		
TOTAL PAROS			38		

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.36. Resumen de Fallas según el Sistema del Motocompresor K-14

Sistema	Nº de Paros	Horas de Paros	%Nº de Paros	% Acumulado
Compresión	12	103,25	31%	31%
Lubricación	8	67,25	21%	51%
Enfriamiento	7	9,59	18%	69%
Depuración	5	4,00	13%	82%
Monitoreo y Control	4	8,52	10%	92%
Ignición	2	2,00	5%	97%
Gas Combustible	1	1,50	3%	100%
Fuerza	0	0,00	0%	100%
Admisión	0	0,00	0%	100%
Arranque	0	0,00	0%	100%
Escape	0	0,00	0%	100%
Total Paros por Sistemas	39	196,11	100%	

Fuente: El autor (2016)

**Figura 4.18. Fallas por Sistema K-14**

Fuente: El autor (2016)

En la figura 4.18 mostrada anteriormente, se expresa claramente que los sistemas con mayor número de fallas en el motocompresor K-14 fueron: compresión 31%, lubricación 21%, enfriamiento 18% y depuración 82%.

Considerando el principio establecido por la Ley de Pareto, que señala que el 20% de las causas totales originan el 80% de los efectos; y, tomando en cuenta el análisis realizado a los datos suministrados por la Superintendencia de Mantenimiento Mayor referente a las fallas presentadas por los motocompresores de la Planta Compresora Santa Rosa Booster en el periodo 2015-2016, se concluye que:

En los motocompresores K-1, K-2, K-3, K-5, K-7, K-9 y K-10, se cumple el Principio de Pareto; mientras que, en los equipos K-4, K-6, K-8, K-11, K-12, K-13 y K-14, no se cumple dicho principio. Destacando que los sistemas que originan las causas totales de las fallas son: compresión, enfriamiento, lubricación y depuración.

4.3 Realización un Análisis de Modos y Efectos de Fallas a los Componentes de los Motocompresores Pertenecientes a Planta Compresora Santa Rosa Booster, Anaco Estado Anzoátegui

Luego de identificar los sistemas con mayor número de fallas, se procedió a realizar un análisis de modos y efectos de fallas, basado en la experiencia del equipo natural de trabajo; donde se tomaron en cuenta, las causas potenciales que inciden en dichas fallas y los problemas que estas producen a los procesos de la Planta Compresora Santa Rosa Booster.

Tabla 4.37. Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Sistema de Compresión



HOJA DE INFORMACIÓN

ANÁLISIS MODAL DE EFECTOS Y FALLAS (AMEF)



Hoja de Información				Realizado Por: Ligia Lozano		Pág. 1/7
Sistema: Compresión		Equipo: Mocompresor		Revisado Por: ENT		
COMPONENTE	FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA		EFECTO DE FALLA
Pistón	1	Entrega la energía al gas que se comprime.	A Incapaz de entregar la energía al gas que se comprime.	1	Desgaste o rotura en los anillos del pistón o bandas de desgaste del cilindro compresor	Aumenta la relación de compresión en la siguiente etapa, se presenta alta presión y se realiza la parada del equipo. Debido a la disminución del volumen manejado por el cilindro se ve afectada la capacidad de compresión.

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.37. Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Sistema de Compresión. (Continuación)



HOJA DE INFORMACIÓN

ANÁLISIS MODAL DE EFECTOS Y FALLAS (AMEF)



Hoja de Información				Realizado Por: Ligia Lozano		Pág. 2/7	
Sistema: Compresión		Equipo: Mocompresor		Revisado Por: ENT			
COMPONENTE	FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA		EFECTO DE FALLA	
Pistón	1	Entrega la energía al gas que se comprime.	A	Incapaz de entregar la energía al gas que se comprime.	2	Pistón careado o fracturado	Perdida de compresión. Aumento en temperatura del cilindro compresor, causando parada del equipo por alta temperatura en cilindro.
					3	Desgaste en la barra del pistón	Fuga de gas hacia el cárter del equipo. Daños en la caja de packing y sellos de aceite

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.37. Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Sistema de Compresión. (Continuación)



HOJA DE INFORMACIÓN

ANÁLISIS MODAL DE EFECTOS Y FALLAS (AMEF)



Hoja de Información				Realizado Por: Ligia Lozano		Pág. 3/7
Sistema: Compresión		Equipo: Mocompresor		Revisado Por: ENT		
COMPONENTE	FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA		EFECTO DE FALLA
Pistón	1	Entrega la energía al gas que se comprime.	A Incapaz de entregar la energía al gas que se comprime.	4	Ajuste incorrecto de los anillos al vástago/espacio libre lateral	Escape en el limpiador de aceite del vástago del pistón
				5	Desajuste de la contratuerca de la barra de pistón	La barra pistón se dobla o sufre un ligero pandeo que hace que ésta friccion con los elementos internos. Se produce recalentamiento y se presenta falla mecánica.

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.37. Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Sistema de Compresión. (Continuación)



HOJA DE INFORMACIÓN

ANÁLISIS MODAL DE EFECTOS Y FALLAS (AMEF)



Hoja de Información				Realizado Por: Ligia Lozano		Pág 4/7
Sistema: Compresión		Equipo: Mocompresor		Revisado Por: ENT		
COMPONENTE	FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA		EFFECTO DE FALLA
Cilindro Compresor	2	Guía al pistón limitando el volumen de gas a manejar.	A No guía al pistón limitando el volumen de gas a manejar.	1	Daños en la camisa del cilindro compresor	Aumento de temperatura por fallas en el sistema de lubricación. Daños en los anillos del pistón, provocando la parada del equipo por alta temperatura del cilindro compresor.
				2	Falla en el sistema de lubricación del cilindro compresor	Perdida de lubricación, paro automático por no flujo. Provoca recalentamiento y desgaste en los sellos de caja de packing

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.37. Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Sistema de Compresión. (Continuación)



HOJA DE INFORMACIÓN

ANÁLISIS MODAL DE EFECTOS Y FALLAS (AMEF)



Hoja de Información				Realizado Por: Ligia Lozano		Pág 5/7
Sistema: Compresión		Equipo: Mocompresor		Revisado Por: ENT		
COMPONENTE	FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA		EFFECTO DE FALLA
Cilindro Compresor	2	Guía al pistón limitando el volumen de gas a manejar.	A No guía al pistón limitando el volumen de gas a manejar.	3	Falla de Packing de gas del cilindro compresor	Se produce una fuga de gas a la atmósfera, se apaga el equipo por alta temperatura del agua e enfriamiento de la caja de packing.
				4	Falla de Packing de aceite del cilindro compresor	Fuga de aceite al motor con presencia e humo en los drenajes del compresor, ocasionando parada del equipo.

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.37. Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Sistema de Compresión. (Continuación)



HOJA DE INFORMACIÓN

ANÁLISIS MODAL DE EFECTOS Y FALLAS (AMEF)



Hoja de Información				Realizado Por: Ligia Lozano		Pág. 6/7
Sistema: Compresión		Equipo:		Revisado Por: ENT		
COMPONENTE	FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA		EFFECTO DE FALLA
Válvulas	3	Permiten la entrada y salida de gas al cilindro	A Incapaz de Permitir la entrada y salida de gas al cilindro	1	Fallas en las Válvulas de succión y descarga	Alta temperatura de descarga en el cilindro compresor. Existe perdida de compresión del cilindro, causando la parada del equipo.
					Asiento de las válvulas careados y desgastados	La deficiencia de las válvulas se manifiesta, ya que el gas retorna de nuevo hacia el pistón, el cual recircula, perdiendo el compresor su capacidad de compresión.

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.37. Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Sistema de Compresión. (Continuación)



HOJA DE INFORMACIÓN

ANÁLISIS MODAL DE EFECTOS Y FALLAS (AMEF)



Hoja de Información				Ralizado Por: Ligia Lozano		Pág. 7/7
Sistema: Compresión		Equipo: Mocompresor		Revisado Por: ENT		
COMPONENTE	FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA		EFFECTO DE FALLA
Válvulas	3	Permiten la entrada y salida de gas al cilindro	A Incapaz de Permitir la entrada y salida de gas al cilindro	3	Fallas en sellos de la válvula bypass (válvula de recirculación)	El flujo descargado es desviado nuevamente hacia la succión para desplazar el gas atrapado en la cámara de fluido. Esto conduce a una pérdida considerable de la eficiencia y de la presión de compresión.
				4	Válvula de seguridad disparada	El gas es descargado parcialmente, se pierde la presión de compresión. El sistema queda desprotegido contra altas presiones, recomendándose dejar el equipo fuera de servicio.

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.38. Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Sistema de Enfriamiento



HOJA DE INFORMACIÓN

ANÁLISIS MODAL DE EFECTOS Y FALLAS (AMEF)



Hoja de Información				Ralizado Por: Ligia Lozano		Pág. 1/4
Sistema: Enfriamiento		Equipo: Enfriador		Revisado Por: ENT		
COMPONENTE	FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA		EFECTO DE FALLA
Ventilador	4	Impulsar el aire a través del radiador	A Incapaz de Impulsar el aire a través del radiador	1	Falla en el eje del ventilador	Alta temperatura, presencia de ruido y vibraciones por ventilador descentrado y partes fracturadas. Produciendo la parada del equipo.
				2	Falla en aspas de ventilador	Alta temperatura en el cilindro compresor

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.38. Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Sistema de Enfriamiento. (Continuación)



HOJA DE INFORMACIÓN

ANÁLISIS MODAL DE EFECTOS Y FALLAS (AMEF)



Hoja de Información				Realizado Por: Ligia Lozano		Pág. 2/4
Sistema: Enfriamiento		Equipo: Enfriador		Revisado Por: ENT		
COMPONENTE	FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA		EFFECTO DE FALLA
Bomba de agua	5	Hacer circular el líquido refrigerante en el sistema de refrigeración del equipo.	A Incapaz de hacer circular el líquido refrigerante en el sistema de refrigeración del equipo.	1	Eje roto	Acumulación de calor por vibración y desbalanceo.
				2	Fugas del sello	Aumento de temperatura y sobrecalentamiento por pérdida de líquido refrigerante.
				3	Desgaste y rotura de componentes internos	Disminución de la capacidad de bombeo y aumento en la presencia de contaminación.

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.38. Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Sistema de Enfriamiento. (Continuación)



HOJA DE INFORMACIÓN

ANÁLISIS MODAL DE EFECTOS Y FALLAS (AMEF)



Hoja de Información				Ralizado Por: Ligia Lozano		Pág. 3/4
Sistema: Enfriamiento		Equipo: Enfriador		Revisado Por: ENT		
COMPONENTE	FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA		EFFECTO DE FALLA
Enfriador de aceite	6	Mantener y regular la temperatura en el equipo.	A No mantiene ni regula temperatura en el equipo.	1	Obstrucción de las aletas.	Alta temperatura de aire, lo que causa detonaciones en el sistema de admisión.

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.38. Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Sistema de Enfriamiento. (Continuación)



HOJA DE INFORMACIÓN

ANÁLISIS MODAL DE EFECTOS Y FALLAS (AMEF)



Hoja de Información				Realizado Por: Ligia Lozano		Pág 4/4
Sistema: Enfriamiento		Equipo: Enfriador		Revisado Por: ENT		
COMPONENTE	FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA		EFFECTO DE FALLA
Termostato	7	Controlar la temperatura del refrigerante en el equipo	A No es capaz de controlar la temperatura del refrigerante en el equipo	1	Termostato atascado	Altas temperaturas por termostato cerrado, no almacena el refrigerante en el motor. Ocurre la parada del equipo por no permitir que el fluido caliente viaje al radiador.

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.39. Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Sistema de Lubricación



HOJA DE INFORMACIÓN

ANÁLISIS MODAL DE EFECTOS Y FALLAS (AMEF)



Hoja de Información				Realizado Por: Ligia Lozano		Pág. 1/3
Sistema: Lubricación		Equipo: Motocompresor		Revisado Por: ENT		
COMPONENTE	FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA		EFECTO DE FALLA
Bomba de Aceite	8	Enviar el aceite a través del Motocompresor	A Incapaz de enviar el aceite a través del Motocompresor	1	Deterioro en retenes de la válvula	Parada del equipo por baja presión de aceite.
				2	Falla en eje de la bomba	Parada del equipo por ruido y vibración en el motor.

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.39. Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Sistema de Lubricación. (Continuación)



HOJA DE INFORMACIÓN

ANÁLISIS MODAL DE EFECTOS Y FALLAS (AMEF)



Hoja de Información				Ralizado Por: Ligia Lozano		Pág. 2/3
Sistema: Lubricación		Equipo: Motocompresor		Revisado Por: ENT		
COMPONENTE	FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA		EFFECTO DE FALLA
Filtros de Aceite	9	Separa y retener las partículas sólidas que acompañan el aceite	A Incapaz de separar y retener las partículas sólidas que acompañan el aceite	1	Filtro obstruido	Provoca la restricción del fluido hacia el compresor, presentándose bajo flujo de aceite lubricante, mayor tiempo de carga y a su vez un incremento en la temperatura. Provocando la parada del equipo

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.39. Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Sistema de Lubricación. (Continuación)



HOJA DE INFORMACIÓN

ANÁLISIS MODAL DE EFECTOS Y FALLAS (AMEF)



Hoja de Información				Ralizado Por: Ligia Lozano		Pág. 3/3
Sistema: Lubricación		Equipo: Motocompresor		Revisado Por: ENT		
COMPONENTE	FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA		EFEECTO DE FALLA
Válvula de alivio de presión	10	Limitar la presión máxima del sistema y proteger los componentes del exceso de presión.	A No es capaz de limitar la presión máxima del sistema y proteger los componentes del exceso de presión.	1	Taponamiento en los orificios restrictores	Parada del equipo por baja presión de aceite lubricante debido a la pérdida de este, atascamiento por desgaste abrasivo entre las piezas de las válvulas.

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.40. Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Sistema de Depuración



HOJA DE INFORMACIÓN

ANÁLISIS MODAL DE EFECTOS Y FALLAS (AMEF)



Hoja de Información				Realizado Por: Ligia Lozano		Pág 1/3
Sistema: Depuración		Equipo: Depurador		Revisado Por: ENT		
COMPONENTE	FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA		EFFECTO DE FALLA
Válvula de drenaje de líquido del depurador	11	Abrir y cerrar totalmente cuando el nivel de líquido está al 50% en el visor	A No es capaz de abrir y cerrar totalmente cuando el nivel de líquido está a la mitad en el visor	1	Obstrucción de la válvula de control de nivel.	Aumento de nivel de líquido.

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.40. Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Sistema de Depuración. (Continuación)



HOJA DE INFORMACIÓN

ANÁLISIS MODAL DE EFECTOS Y FALLAS (AMEF)



Hoja de Información				Realizado Por: Ligia Lozano		Pág. 2/3
Sistema: Depuración		Equipo: Depurador		Revisado Por: ENT		
COMPONENTE	FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA		EFEECTO DE FALLA
Indicadores de nivel de nivel de líquido.	12	Indicar el nivel de líquido en el depurador	A Incapaz de indicar el nivel de líquido en el depurador.	1	Válvulas de visor obstruidas	No hay visualización del nivel de líquido en el depurador, lo cual causa posibles errores operacionales.
				2	Filtraciones por el visor	Errores al visualizar el nivel de líquido en el visor.

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.40. Análisis de Modos y Efectos de Fallas del Sistema de Depuración. (Continuación)



HOJA DE INFORMACIÓN

ANÁLISIS MODAL DE EFECTOS Y FALLAS (AMEF)



Hoja de Información				Realizado Por: Ligia Lozano		Pág. 3/3
Sistema: Depuración		Equipo: Depurador		Revisado Por: ENT		
COMPONENTE	FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA		EFEECTO DE FALLA
Válvula fleare	13	Ser capaz de aliviar hacia el venteo la presión de los depuradores cuando la presión sobrepasa el límite de la presión de operación permitida	A No ser capaz de aliviar hacia el venteo la presión de los depuradores cuando la presión sobrepasa el límite de la presión de operación permitida	1	Descalibración por encima del control	Se dispara el disco de ruptura por aumento de presión, lo que causa fuga de gas.

Fuente: El autor (2016)

4.4 Definición de las Tareas de Mantenimiento Mediante la Aplicación del Árbol Lógico de Decisión (ALD) del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.

Tomando como base el análisis de modos y efectos de fallas, se procedió a aplicar el Árbol Lógico de Decisión ALD.

En primer lugar, fueron analizados cada uno de los modos de fallas registrados en la hoja de información del AMEF; luego, se hicieron las preguntas correspondientes del ALD según la norma SAEJA 1012; posteriormente, se llenaron las hojas de decisión con los resultados de la evaluación de consecuencias de cada modo de falla que fue analizado correspondiente a la nomenclatura del ALD; a continuación, con la colaboración de los integrantes del Equipo Natural de Trabajo (ENT), se determinaron las tareas de mantenimiento que fueron propuestas.

Por último, se vaciaron los resultados de la evaluación de las consecuencias y las tareas propuestas en la hoja de decisión correspondiente a cada sistema evaluado.

Tabla 4.41. Hoja de Decisión del Sistema de Compresión

 HOJA DE DECISIÓN PLANTA COMPRESORA SANTA ROSA BOOSTER 													
Equipo: Motocompresor				Realizado por: Ligia Lozano				Revisado por: ENT				Pág. 1/4	
Sistema: Compresión													
Referencia de falla			Tipo de falla		Evaluación de la consecuencia				Tipo de tarea o Estrategia de Mantenimiento				Tarea de Mantenimiento propuesta
F	FF	MF	ABCD	AEFG	S	A	O	NO	BC	BT	DF	OT	
1	A	1	S		N	N	S		S				Tarea Basada en Condición: Chequear el nivel de desgaste los anillos/reemplazar de ser necesario.
1	A	2	S		N	N	S		S				Tarea Basada en Condición: Comprobar el estado del pistón/reemplazar de ser necesario.
1	A	3		S	N	N	S		N		S		Tarea de detección de Fallas: Chequear el nivel de desgaste de la barra de pistón.
1	A	4		S	N	N	S		N		S		Tarea de detección de Fallas: Chequear el nivel de desgaste de la barra de pistón.

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.41. Hoja de Decisión del Sistema de Compresión. (Continuación)

 HOJA DE DECISIÓN PLANTA COMPRESORA SANTA ROSA BOOSTER 													
Equipo: Motocompresor				Realizado por: Ligia Lozano				Revisado por: ENT				Pág. 2/4	
Sistema: Compresión													
Referencia de falla			Tipo de falla		Evaluación de la consecuencia				Tipo de tarea o Estrategia de Mantenimiento				Tarea de Mantenimiento propuesta
F	FF	MF	ABCD	AEFG	S	A	O	NO	BC	BT	DF	OT	
1	A	5		S	N	N	S		N	N	S		Tarea de detección de Fallas: Verificar el correcto ajuste de los anillos al vástago del pistón.
1	A	6	S		N	N	S		S				Tarea Basada en Condición: Chequear el ajuste de la contratuerca de la barra de pistón
2	A	1	S		N	N	S		S				Tarea Basada en Condición: Comprobar que la tolerancia se encuentre en rango permisible.
2	A	2	S		N	N	S		S				Tarea Basada en Condición: Chequear nivel de flujo de aceite en cilindro compresor.

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.41. Hoja de Decisión del Sistema de Compresión. (Continuación)



HOJA DE DE CISION PLANTA

COMPRESORA SANTA ROSA BOOSTER



Equipo: Motocompresor			Realizado por: Ligia Lozano				Revisado por: ENT				Pág. 3/4		
Sistema: Compresión													
Referencia de falla			Tipo de falla		Evaluación de la consecuencia				Tipo de tarea o Estrategia de Mantenimiento				Tarea de Mantenimiento propuesta
F	FF	MF	ABCD	AEFG	S	A	O	NO	BC	BT	DF	OT	
2	A	3	S		N	N	S		S				Tarea Basada en Condición: Revisar si existen fugas de gas en caja de packing.
2	A	4	S		N	S			S				Tarea Basada en Condición: Revisar si existen fugas de aceite en packing de aceite.
3	A	1	S		N	N	S		S				Tarea Basada en Condición: Chequear el correcto funcionamiento de las válvulas de succión y descarga. De existir anomalías en reparar o reemplazar.
3	A	2		S	N	N	S		N	N	S		Tarea de detección de Fallas: Revisar los asientos, si es necesario reemplazar

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.41. Hoja de Decisión del Sistema de Compresión. (Continuación)

 HOJA DE DECISIÓN PLANTA COMPRESORA SANTA ROSA BOOSTER 													
Equipo: Motocompresor				Realizado por: Ligia Lozano					Revisado por: ENT				Pág. 4/4
Sistema: Compresión													
Referencia de falla			Tipo de falla		Evaluación de la consecuencia				Tipo de tarea o Estrategia de Mantenimiento				Tarea de Mantenimiento propuesta
F	FF	MF	ABCD	AEFG	S	A	O	NO	BC	BT	DF	OT	
3	A	3		S	N	N	S		N	N	S		Tarea de detección de Fallas:Chequear el estado de los sellos de la válvula
3	A	4		S	N	N	S		N	N	S		Tarea de detección de Fallas: Chequear los componentes mecánicos de la válvula

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.42. Hoja de Decisión del Sistema de Enfriamiento



HOJA DE DECISIÓN PLANTA

COMPRESORA SANTA ROSA BOOSTER



Equipo: Motocompresor			Realizado por: Ligia Lozano				Revisado por: ENT				Pág. 1/2		
Sistema: Enfriamiento													
Referencia de falla			Tipo de falla		Evaluación de la consecuencia				Tipo de tarea o Estrategia de Mantenimiento				Tarea de Mantenimiento propuesta
F	FF	MF	ABCD	AEFG	S	A	O	NO	BC	BT	DF	OT	
4	A	1	S		N	N	S	N	S				Tarea Basada en Condición: Verificar alineación de eje de ventilador y correcto funcionamiento.
4	A	2	S		N	N	S	N	S				Tarea Basada en Condición: Inspeccionar aspas del ventilador por presencia de roturas.
5	A	1	S		N	N	S	N	S				Tarea Basada en Condición: Reparar o sustituir eje de la bomba según sea el caso.
5	A	2	S		N	N	S	N	S				Tarea de detección de Fallas: Verificar la existencia de fugas de refrigerante. Reemplazar sellos de ser necesario.

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.42. Hoja de Decisión del Sistema de Enfriamiento. (Continuación)



HOJA DE DECISIÓN PLANTA

COMPRESORA SANTA ROSA BOOSTER



Equipo: Motocompresor			Realizado por: Ligia Lozano				Revisado por: ENT				Pág. 2/2		
Sistema: Enfriamiento													
Referencia de falla			Tipo de falla		Evaluación de la consecuencia				Tipo de tarea o Estrategia de Mantenimiento				Tarea de Mantenimiento propuesta
F	FF	MF	ABCD	AEFG	S	A	O	NO	BC	BT	DF	OT	
5	A	3	S		N	N	S		N	S			Tarea Basada en Tiempo: Revisión de los componentes internos y de la bomba en general
6	A	1	S		N	N	S		N	S			Tarea Basada en Tiempo: Chequear y limpiar los residuos o la suciedad componentes internos del enfriador
7	A	1	S		N	N	S		N	N	S		Tarea de detección de Fallas: Chequear si existe atascamiento en termostato.

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.43. Hoja de Decisión del Sistema de Lubricación

 HOJA DE DECISIÓN PLANTA COMPRESORA SANTA ROSA BOOSTER 														
Equipo: Motocompresor				Realizado por: Ligia Lozano				Revisado por: ENT				Pág. 1/1		
Sistema: Lubricación														
Referencia de falla			Tipo de falla		Evaluación de la consecuencia				Tipo de tarea o Estrategia de Mantenimiento				Tarea de Mantenimiento propuesta	
F	FF	MF	ABCD	AEFG	S	A	O	NO	BC	BT	DF	OT		
8	A	1	S		N	N	S		S	N	N		Tarea Basada en Condición: Chequear estado de retenes/sustituir de ser necesario.	
8	A	2	S		N	N	S		S				Tarea Basada en Condición: Chequear alineación y estado de eje/ sustituir de ser necesario.	
9	A	1	S		N	N	S		S				Tarea Basada en Condición: Chequear estado de los filtros/ Reemplazar de ser necesario.	
10	A	1	S		N	N	S		S				Tarea Basada en Condición: Revisión de la válvula y sus componentes.	

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.44. Hoja de Decisión del Sistema de Depuración

 HOJA DE DECISIÓN PLANTA COMPRESORA SANTA ROSA BOOSTER													
Equipo: Motocompresor Sistema: Depuración				Realizado por: Ligia Lozano				Revisado por: ENT				Pág. 1/1	
Referencia de falla			Tipo de falla		Evaluación de la consecuencia				Tipo de tarea o Estrategia de Mantenimiento				Tarea de Mantenimiento propuesta
F	FF	MF	ABCD	AEFG	S	A	O	NO	BC	BT	DF	OT	
11	A	1	S		N	N	S		N	S			Tarea Basada en Tiempo: limpieza de válvula.
12	A	1		S	N	N	S		N	N	S		Tarea de detección de Fallas: Drenar válvulas.
12	A	2		S	N	N	S		N	N	S		Tarea de detección de Fallas: Revisar condiciones del visor de nivel
13	A	1	S		N	N	S		S				Tarea Basada en Condición: Chequeo y ajuste del punto de calibración de la válvula.

Fuente: El autor (2016)

Luego de ser completada la aplicación del ALD, fueron presentados los resultados correspondientes a cada sistema, en la tabla 4.45, mostrada a continuación; y, posteriormente su distribución porcentual.

Tabla 4.45. Tareas de Mantenimiento

Sistemas	Tareas Basada en Condición	Tareas Basada en Tiempo	Tareas de Detección de Fallas	Otras Tareas
Compresión	8	0	6	0
Enfriamiento	3	2	2	0
Lubricación	4	0	0	0
Depuración	1	1	2	0
Total	16	3	10	0
Total %	55%	10%	35%	0%

Fuente: El autor (2016)

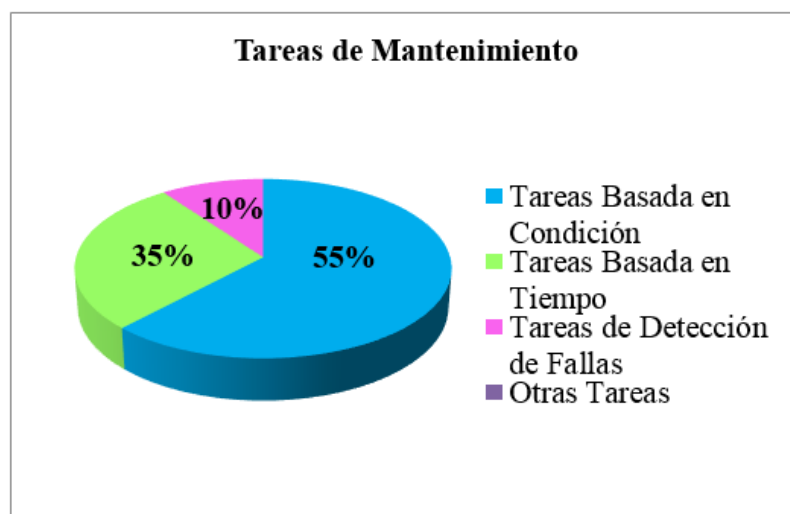


Figura 4.19. Tareas de Mantenimiento

Fuente: El autor (2016)

El sistema con mayor número de tareas de mantenimiento, fue el sistema de compresión seguido de los sistemas de enfriamiento y lubricación; respectivamente, en último lugar, está el sistema de depuración. En lo que respecta a las acciones de mantenimiento arrojadas por el árbol lógico de decisiones, predominan las acciones

basadas en condición debido a que no se conoce con exactitud la vida útil de algunos componentes; por lo cual, es la tarea más recomendable.

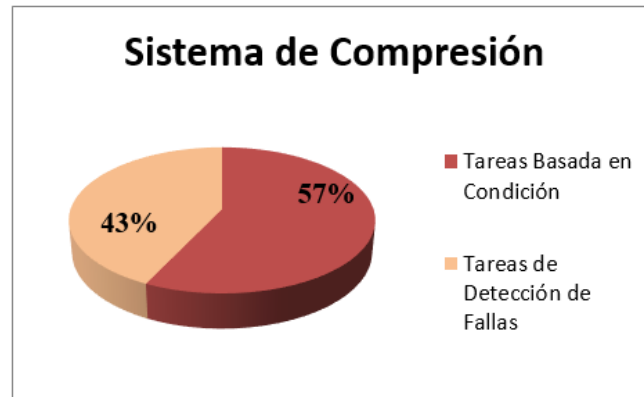


Figura 4.20. Tareas Sistemas de Compresión
Fuente: El autor (2016)

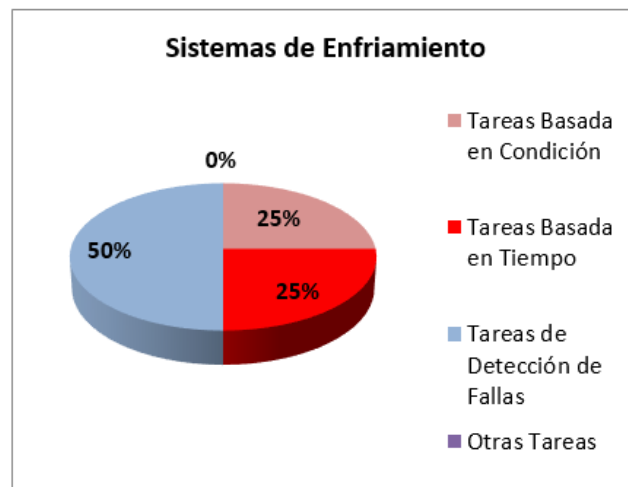


Figura 4.21. Tareas Sistemas de Enfriamiento
Fuente: El autor (2016)

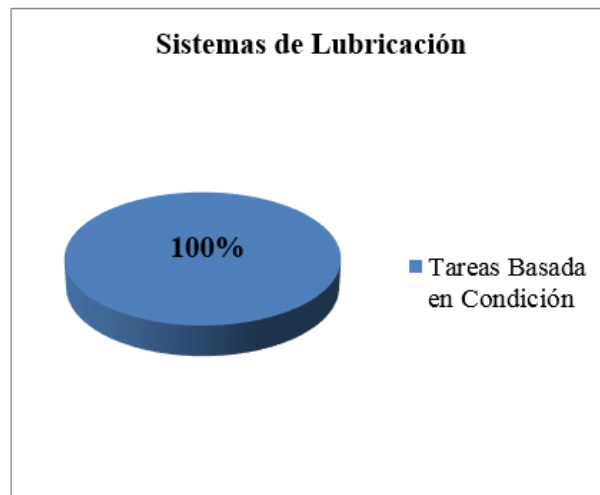


Figura 4.22. Tareas Sistemas de Lubricación
Fuente: El autor (2016)

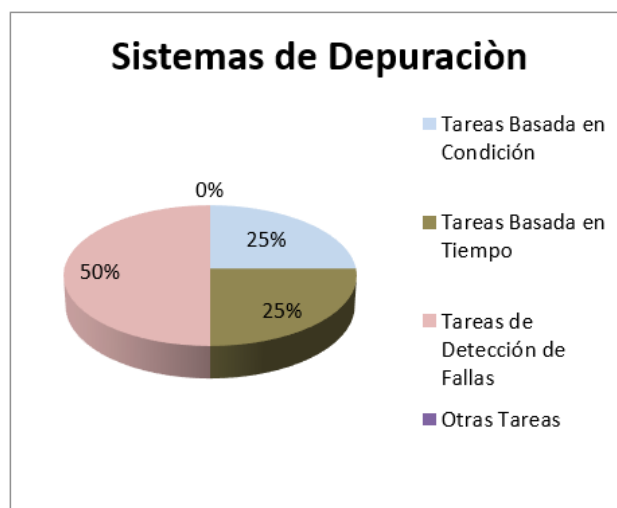


Figura 4.23. Tareas Sistemas de Depuración
Fuente: El autor (2016)

4.5 Elaboración un Plan de Mantenimiento para los Motocompresores de la Planta Compresora Santa Rosa Booster, Anaco Estado Anzoátegui

Una vez aplicado el AMEF y el ALD, se procedió a elaborar un plan de mantenimiento, en el cual se asentó de manera ordenada las actividades o tareas de

mantenimiento a realizar, el personal necesario para ejecutar la tarea, las horas hombre estimadas, y la semana en la que se programa la intervención del equipo. Se dividió en cincuenta y dos (52) semanas y se emplearon frecuencias de ejecución de las tareas: diaria, trimestral, semestral, anual y según el caso; estas se determinaron según indicaciones del ENT, tomando en cuenta todos los factores que influyen en el tiempo de reparación.

Tabla 4.46. Plan de Mantenimiento Planta Compresora Santa Rosa Booster

		PLAN DE MANTENIMIENTO PLANTA COMPRESORA SANTA ROSA BOOSTER				
Elaborado por: Ligia Lozano			Revisado por: ENT		Aprobado por:	
Equipo: Motocompresor				Área: Compresión Gas		
N° de Actividad:					Hoja: 1/4	
N°	Actividad ejecutar	Frecuencia	Personal Requerido	Responsable de la acción	Tiempo estimado	Nivel de Mantenimiento Norma PDVSA MM-01-01-03
1	Chequear el nivel de desgaste los anillos del pistón /reemplazar de ser necesario.	Semestral	2 Mecánicos 1 Supervisor	Mecánica	30 Hrs	Nivel 3
2	Chequear la cantidad sobresaliente de la banda respecto al pistón /reemplazar de ser necesario.	Anual	2 Mecánicos 1 Supervisor	Mecánica	2 Hrs	Nivel 3
3	Comprobar el estado del pistón/reemplazar de ser necesario.	Anual	2 Mecánicos 1 Supervisor	Mecánica	8 Hrs	Nivel 4
4	Chequear el nivel de desgaste de la barra de pistón	Semestral	3 Mecánicos 1 Supervisor	Mecánica	8 Hrs	Nivel 3
5	Verificar el correcto ajuste de los anillos al vástago del pistón.	Trimestral	2 Mecánicos	Mecánica	1 Hrs	Nivel 2
6	Chequear el ajuste de la contratuerca de la barra de pistón cilindro compresor.	Trimestral	2 Mecánicos	Mecánica	30 min	Nivel 2

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.46. Plan de Mantenimiento Planta Compresora Santa Rosa Booster. (Continuación)

		PLAN DE MANTENIMIENTO PLANTA COMPRESORA SANTA ROSA BOOSTER				
Elaborado por: Ligia Lozano			Revisado por: ENT		Aprobado por:	
Equipo: Motocompresor					Área: Compresión Gas	
Nº de Actividad:					Hoja: 2/4	
Nº	Actividad ejecutar	Frecuencia	Personal Requerido	Responsable de la acción	Tiempo estimado	Nivel de Mantenimiento Norma PDVSA MM-01-01-03
7	Comprobar que la tolerancia se encuentre en rango permisible.	Trimestral	3 Mecánicos 1 Supervisor	Mecánica	8 Hrs	Nivel 3
8	Chequear nivel de flujo de aceite en cilindro compresor.	Diario	1 Operador	Operación	10 Min	Nivel 1
9	Revisar si existen fugas de gas en caja de packing.	Trimestral	3 Mecánicos 1 Supervisor	Mecánica	8 Hrs	Nivel 1
10	Revisar si existen fugas de aceite en packing de aceite.	Trimestral	3 Mecánicos 1 Supervisor	Mecánica	8 Hrs	Nivel 1
11	Chequear el correcto funcionamiento de las válvulas de succión y descarga. De existir anomalías en reparar o reemplazar.	Anual	2 Mecánicos 1 Supervisor	Mecánica	8 Hrs	Nivel 3
12	Revisar los asientos, si es necesario reemplazar	Semestral	1 Mecánico	Mecánica	1 Hrs	Nivel 3
13	Chequear el estado de los sellos de la válvula	Trimestral	1 Mecánico	Mecánica	30 Min	Nivel 2

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.46. Plan de Mantenimiento Planta Compresora Santa Rosa Booster. (Continuación)

		PLAN DE MANTENIMIENTO PLANTA COMPRESORA SANTA ROSA BOOSTER					
Elaborado por: Ligia Lozano			Revisado por: ENT		Aprobado por:		
Equipo: Motocompresor					Área: Compresión Gas		
Nº de Actividad:					Hoja: 3/4		
Nº	Actividad ejecutar	Frecuencia	Personal Requerido	Responsable de la acción	Tiempo estimado	Nivel de Mantenimiento Norma PDVSA MM-01-01-03	
14	Chequear los componentes mecánicos de la válvula.	Según sea el caso	2 Mecánicos	Mecánica	1 Hrs	Nivel 3	
15	Inspeccionar aspas del ventilador por presencia de roturas.	Anual	2 Mecánicos	Mecánica	2 Hrs	Nivel 1	
16	Reparar o sustituir eje de la bomba según sea el caso.	Anual	3 Mecánicos 1 Supervisor	Mecánica	8 Hrs	Nivel 5	
17	Revisar el estado de los filtros. Reemplazar de ser necesario.	Semestral	1 Mecánico	Mecánica	30 min	Nivel 1	
18	Verificar la existencia de fugas de refrigerante. Reemplazar sellos de ser necesario	Semestral	2 Mecánicos	Mecánica	2 Hrs	Nivel 2	
19	Revisión de los componentes internos y de la bomba en general.	Anual	3 Mecánicos 1 Supervisor	Mecánica	8 Hrs	Nivel 3	
20	Chequear y limpiar los residuos o la suciedad en componentes internos del enfriador	Anual	3 Mecánicos 1 Supervisor	Mecánica	8 Hrs	Nivel 1	

Fuente: El autor (2016)

Tabla 4.46. Plan de Mantenimiento Planta Compresora Santa Rosa Booster. (Continuación)

		PLAN DE MANTENIMIENTO PLANTA COMPRESORA SANTA ROSA BOOSTER				
Elaborado por: Ligia Lozano			Revisado por: ENT		Aprobado por:	
Equipo: Motocompresor			Área: Compresión Gas			
Nº de Actividad:					Hoja: 4/4	
Nº	Actividad ejecutar	Frecuencia	Personal Requerido	Responsable de la acción	Tiempo estimado	Nivel de Mantenimiento Norma PDVSA MM-01-01-03
21	Chequear si existe atascamiento en termostato.	Según sea el caso	1 Operador	Operación	30 Min	Nivel 1
22	Chequear estado de retenes/sustituir de ser necesario.	Semestral	2 Mecánicos	Mecánica	30 min	Nivel 1
23	Chequear alineación y estado de eje/ sustituir de ser necesario.	Anual	3 Mecánicos 1 Supervisor	Mecánica	8 Hrs	Nivel 3
24	Chequear estado de los filtros/ Reemplazar de ser necesario.	Anual	3 Mecánicos 1 Supervisor	Mecánica	2 Hrs	Nivel 2
25	Revisión de la válvula y sus componentes	Trimestral	2 Instrumentistas	Instrumentación	5 Hrs	Nivel 3
26	Mantenimiento de válvula	Trimestral	2 Instrumentistas	Instrumentación	30 Min	Nivel 3
27	Drenar válvulas.	Según sea el caso	1 Operador	Operación	10 Min	Nivel 1
28	Revisar condiciones del visor de nivel	Diario	1 Operador	Operación	10 Min	Nivel 1
29	Chequeo y ajuste del punto de calibración de la válvula.	Trimestral	1Instrumentista	Instrumentación	30 Min	Nivel 3

Fuente: El autor (2016)

Leyenda:

	Actividades Diarias
	Actividades Trimestrales
	Actividades Semestrales
	Actividades Anuales
	Según el Caso

Los resultados totales de la distribución porcentual de los programas de mantenimiento, se pueden observar a continuación en la figura 4.24.

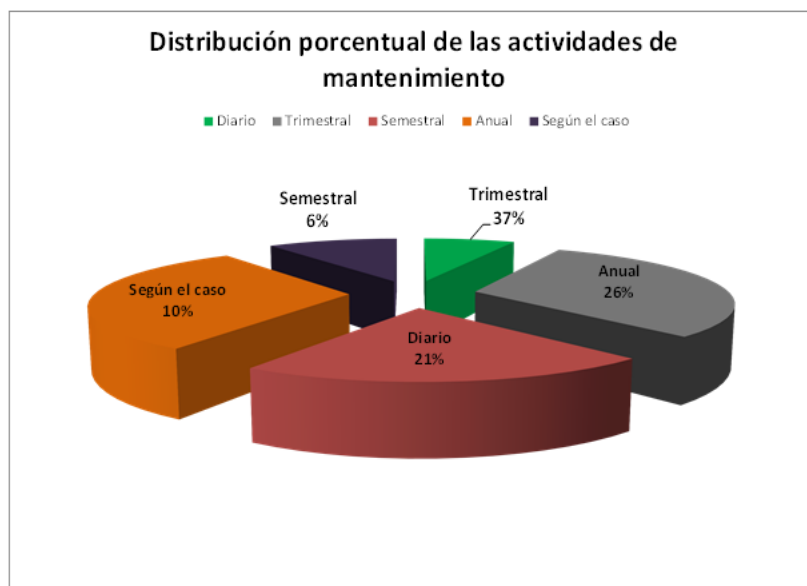


Figura 4.24. Distribución Porcentual de los Programas de Mantenimiento
Fuente: El autor (2016)

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Tomando en cuenta los resultados de la investigación y en virtud de los objetivos específicos establecidos, se presentan las siguientes conclusiones:

- Se determinó mediante la metodología de Pareto que los sistemas de los motocompresores que presentan mayor número de fallas son: compresión con un 32%, enfriamiento con 26%, lubricación con 17% y depuración con 12%.
- A través del Análisis de los Modos y Efectos de Fallas (AMEF) de los sistemas con mayor número de fallas en los motocompresores, se determinaron trece (13) funciones, trece (13) fallas funcionales y veintinueve (29) modos de fallas; obteniendo de esta manera, información relevante para la elaboración del plan de mantenimiento.
- Mediante la aplicación del Árbol Lógico de Decisión (ALD) de la norma SAE JA 2012, se determinaron las tareas de mantenimiento a aplicar, obteniéndose: 55% basadas en condición, 10% basadas en tiempo y 35% detección de fallas.
- Se propuso un plan de mantenimiento, con el objetivo de disminuir el número de paradas no programadas de los motocompresores; en el cual, predominan las tareas con frecuencia anual con un 26% y 21% diario. El plan genera 101 horas hombre estimadas al año, con 76% atribuidas al departamento de mecánica, 14% operaciones y 10% instrumentación.

5.2 Recomendaciones

- Implementar el plan de mantenimiento propuesto para los motocompresores de la Planta Compresora Santa Rosa Booster.
- Mantener el stock de repuestos de los equipos para evitar las demoras en la reparación al momento de presentarse una falla.
- Adiestrar equipos de trabajo en el área de mantenimiento y operaciones, con la finalidad de afianzar los principios de calidad y mejora continua proporcionada por la cultura de mantenimiento actual, que garanticen los objetivos del MCC con implicaciones positivas en la seguridad de las personas, ambiente e instalaciones.
- Evaluar anualmente el plan de mantenimiento, a fin de identificar aspectos mejorables y realizar cualquier ajuste en caso de ser necesario.
- Estimar los costos para cada actividad planeada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arias, R. (2010). “Mejoramiento del Sistema de arranque de aire comprimido de la Planta Compresora Santa Ana III (pcsa-3) de PDVSA GAS- Anaco”. Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al Título de Ingeniero Mecánico, ante la Universidad De Oriente, Núcleo de Anzoátegui, Edo Anzoátegui.

Arias, F. (2006). “El proyecto de Investigación: Introducción a la Metodología Científica”. (5a Edición), Editorial Episteme: Caracas.

Bravo, L. (2003). “Guía fundamentos de Mantenimiento”. Publicado en la Universidad de Oriente.

Duffua, S., Raouf, A. y Campbell, J. (2000). “Sistemas de Mantenimiento. Planeación y Control”. 1ª edición, Editorial LIMUSA. México.

Estacio, L. (2011). “Desarrollo de un Plan de Mantenimiento Mayor para el taladro de perforación LGV-05 basado en la metodología VCD en Servicios PDVSA Anaco”. Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al Título de Ingeniero en Mantenimiento Industrial, ante la Universidad Gran Mariscal de Ayacucho, Cumaná Estado Sucre.

González, V., Tolosana, E. y Vigtone, S. (2012). “Funcionamiento y mantenimiento de tractores forestales”. 1ª edición, Editorial Paraninfo. España.

Norma Venezolana COVENIN 3049-93 (1993). “Mantenimiento. Definiciones”. Venezuela.

Norma Venezolana COVENIN 1926-97 (1997). “Aceites lubricantes para compresores de aire, refrigeración y gas natural para vehículos”. Venezuela.

Norma Internacional SAE JA 1012 (1999). “The Engineering Society For Advancing Mobility Land Air and Space”.

PDVSA. Manual de mantenimiento MM-01-01-01. (2005). Volumen 1 General. “Capítulo 1 Disposiciones Generales / Definiciones de Mantenimiento y Confiabilidad”.

PDVSA. Manual de mantenimiento MM-01-01-03. (2005). Volumen 1 General. “Capítulo 1 Disposiciones Generales / Tipos y Niveles de Mantenimiento”.

PDVSA (2002). “Manual de Operación e Instalación de las Plantas Compresoras de Gas”.

PDVSA (1996). “Manual del diseño de Proceso”.

Rivas, I. (2009). “Propuesta de elaboración de procedimientos de mantenimiento preventivo al sistema de generación de potencia eléctrica del taladro de perforación PDV-02 de 1000 HP, ubicado en PDVSA distrito-San Tomé”. Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al Título de Ingeniero Industrial, ante la Universidad De Oriente, Núcleo de Anzoátegui, Edo Anzoátegui.

Sabino, C. (2000). “El proceso de Investigación”. Caracas: Panapo.

Salazar, L. Herrera, B. (2008). “Estudio de los problemas asociados con el proceso de separación flash en las plantas típicas de compresión de gas natural”.

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al Título de Ingeniero Mecánico, ante la Universidad De Oriente, Núcleo de Anzoátegui, Edo Anzoátegui.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

TÍTULO	DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (MCC) PARA LOS MOTOCOMPRESORES DE LA PLANTA COMPRESORA SANTA ROSA BOOSTER, ANACO ESTADO ANZOÁTEGUI
SUBTÍTULO	

AUTOR (ES):

APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO CULAC / E MAIL
Lozano C., Ligia M.	CVLAC: 18.594.568 E MAIL: ligialzn@gmail.com
	CVLAC: E MAIL:
	CVLAC: E MAIL:
	CVLAC: E MAIL:

PALABRAS O FRASES CLAVES:

Diseño, plan, mantenimiento, confiabilidad, motocompresores, planta.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ÁREA	SUBÁREA
Ingeniería y Ciencias Aplicadas	Ingeniería Industrial

RESUMEN (ABSTRACT):

La investigación fue considerada de tipo descriptiva, con un diseño de campo; tuvo como objetivo general diseñar un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC) para los motocompresores de la Planta Compresora Santa Rosa Booster, Anaco Estado Anzoátegui. Primeramente, se procedió a describir el contexto operacional de los equipos y las especificaciones técnicas de los mismos. Posteriormente, fueron jerarquizados los sistemas que conforman los motocompresores; para lo cual, se consideró el principio establecido en la Ley de Pareto y fueron tomados como objeto de estudio los sistemas que originan el 20% de las causas totales de las fallas en los motocompresores, los cuales fueron los sistemas de compresión, lubricación, enfriamiento y depuración. Seguidamente, se identificaron las funciones, fallas funcionales, modos de fallas y efectos de las mismas, mediante la herramienta de análisis de modos y efectos de falla (AMEF). Luego, se aplicó el Árbol Lógico de Decisión (ALD), con la finalidad de establecer las tareas de mantenimiento, donde se generaron un 62% basadas en condición, 28% basadas en tiempo y 10% detección de fallas; Finalmente, se elaboró el plan de mantenimiento; con el cual, se pretende disminuir la incidencia de fallas de estos equipos; así como, aumentar su disponibilidad.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

CONTRIBUIDORES:

APELLIDOS Y NOMBRES	ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL				
	ROL	CA	AS X	TU	JU
Esp. Alcántara, José	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				
	E_MAIL				
Ing. Martínez, Elimar	ROL	CA	AS	TU X	JU
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				
Esp. Córdova, David	ROL	CA	AS	TU	JU X
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				
Ing. Tovar, Ernesto	ROL	CA	AS	TU	JU X
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

2018	11	13
AÑO	MES	DÍA

LENGUAJE. SPA

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ARCHIVO (S):

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (MCC) PARA LOS MOTOCOMPRESORES DE LA PLANTA COMPRESORA SANTA ROSA BOOSTER, ANACO ESTADO ANZOÁTEGUI.doc	Application/msword

CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS: A B C D E F G H I
J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z. a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y
z. 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9.

ALCANCE

ESPACIAL: Dpto. MM / PDVSA Compresión Gas Anaco (Opcional)

TEMPORAL: Ocho Meses (Opcional)

TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Ingeniero Industrial

NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Pregrado

ÁREA DE ESTUDIO:

Departamento de Ingeniería Industrial

INSTITUCIÓN:

Universidad de Oriente/Extensión Región Centro Sur –Anaco

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CU N° 0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI - 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
SISTEMA DE BIBLIOTECA
RECIBIDO POR *[Firma]*
FECHA 05/8/09 HORA 5:30

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

[Firma]
JUAN A. BOLANOS CUNPELO
Secretario



C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Telemática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YOC/manija

Apertado Correos 094 / Teléf: 4008042 - 4008044 / 8008045 Telefax: 4008043 / Cumaná - Venezuela

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

DERECHOS

De acuerdo al Artículo 41 del Reglamento de trabajos de grado (vigente a partir del II semestre 2009) según comunicación CU-034-209:

“Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien lo participará al Consejo Universitario”.

	Lozano C., Ligia M.	
AUTOR	AUTOR	AUTOR

Esp. Alcántara, José	Esp. Córdova, David	Ing. Tovar, Ernesto
TUTOR	JURADO	JURADO

Ing., Valderrama, Rita
POR LA COMISION DE TESIS