

DISEÑO DE UN MODELO DE GESTION DE MANTENIMIENTO BASADO EN
RCM PARA LAS INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN DE LA ESTACIÓN
COHEMBI EN EL ACTIVO SURORIENTE.

RENÉ CERÓN CHACÓN.
JUAN DIEGO ROJAS MORA.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2014

DISEÑO DE UN MODELO DE GESTION DE MANTENIMIENTO BASADO EN
RCM PARA LAS INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN DE LA ESTACIÓN
COHEMBI EN EL ACTIVO SURORIENTE.

RENÉ CERÓN CHACÓN.
JUAN DIEGO ROJAS MORA.

Monografía de Grado presentada como requisito para optar el título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento

Director: BENEDICTO DÍAZ ZULETA.
Ingeniero Químico.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2014

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS

Al todo poderoso por brindarme luz en los momentos difíciles de mi vida.
A mi esposa Martha por su gran comprensión y amor.
A mi madre Alba, por la ayuda prestada en todos estos años.
A mi hermosa hija Ana Sofía, por sus palabras de aliento.
A todas ellas les agradezco por su paciencia durante el tiempo que dedique en
la elaboración de este proyecto.
A toda mi familia y amigos por su compañía.
A todos los profesores de la especialización por el gran aporte profesional.

A todos ellos gracias.

René Cerón Chacón.

Hoy quiero decir gracias.... Gracias a ustedes compañeros por estar conmigo
en el arduo camino hacia el éxito, sorteando obstáculos y gozando de
alegrías. Gracias a todos los docentes por enseñarme a explorar cada rincón
de mi mente; Gracias a mi familia, por su fe eterna en mí y ver siempre una luz
de esperanza al llegar a casa.

Pero muy especialmente gracias a ti, Dios y padre celestial, porque me
orientaste en la búsqueda de una mejor formación, recta, llena de grandes
valores, principios que muy seguramente serán el cimiento del profesional que
hoy necesita y quiere ésta sociedad.

Juan Diego Rojas Mora.

CONTENIDO

	Pag.
INTRODUCCION	17
1. VETRA E&P.	19
1.1 BLOQUE SURORIENTE.	21
1.1.1 Localización.	22
1.2 GERENCIA SURORIENTE.	23
1.2.1 Estación Quillacinga.	24
1.2.2 Estación Quinde.	25
1.2.3 Estación Cohembi.	26
1.2.4 Estructura organizacional.	29
1.3 PLAN DE DESARROLLO.	31
1.3.1 Plan estratégico de mantenimiento a corto y largo plazo.	34
1.3.1.1 Planeamiento estratégico del mantenimiento.	35
1.3.1.2 Planeación táctica del mantenimiento.	36
1.3.1.3 Planificación operativa del mantenimiento.	36
1.3.2 Situación actual de mantenimiento.	38
1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	40
1.5 OBJETIVO DEL PROYECTO.	41
1.5.1 Objetivo general.	41
1.5.2 Objetivos específicos.	41
1.6 JUSTIFICACION.	41
2. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.	43
2.1 MODELO DE GESTION.	44
2.2 CUADRO DE MANDO INTEGRAL.	45
2.3 INDICADORES BASICOS DE MANTENIMIENTO.	46
2.3.1 Tiempo medio entre fallas (MTBF).	47
2.3.2 Frecuencia de fallas (FF).	47
2.3.3 Tiempo promedio para reparar (MTTR).	48
2.3.4 Confiabilidad (R).	48
2.3.5 Disponibilidad (A).	48

2.4 QUE ES MANTENIMIENTO.	49
2.4.1 Tipos de mantenimiento.	50
2.4.2 Mantenimiento preventivo.	50
2.4.3 Mantenimiento correctivo.	51
2.5 PROCESO DE MANTENIMIENTO.	52
2.6 POLITICAS DE MANTENIMIENTO.	54
2.6.1 Políticas de mantenimiento basado en la falla.	54
2.6.2 Políticas de mantenimiento basado en la duración de la vida del sistema.	54
2.6.3 Políticas de mantenimiento basado en la inspección.	55
2.6.4 Políticas de mantenimiento basado en la oportunidad.	55
2.7 ANALISIS DE CRITICIDAD.	56
2.7.1 Modelo de criticidad total por riesgos.	57
2.7.2 Método de flujograma de análisis de criticidad.	57
2.8 INVENTARIO Y REPUESTOS CRÍTICOS.	57
2.9 MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM).	58
2.9.1 Las siete preguntas del RCM.	59
2.9.2 Confiabilidad operacional.	59
2.9.3 Antecedentes del RCM.	61
2.9.4 Proceso de implantación del RCM.	61
2.9.4.1 Conformación del grupo natural de trabajo.	62
2.9.4.2 Definición del sistema.	63
2.9.4.3 Jerarquización del sistema.	63
2.9.5 Contexto operacional.	64
2.9.6 Análisis de modos y efectos de falla (AMEF).	64
2.9.6.1 Definición de funciones.	65
2.9.6.2 Funciones primarias.	66
2.9.6.3 Funciones secundarias.	66
2.9.6.4 Tipo de fallas funcionales.	66
2.9.7 Modos de falla y análisis de efectos.	66
2.9.7.1 Clasificación de modos de falla.	67
2.9.7.2 Efectos de falla.	67

2.9.7.3 Fuentes de información sobre modos y efectos.	68
2.9.7.4 Funciones ocultas y evidentes.	68
2.10 ARBOL DE DECISIÓN DEL RCM.	68
2.10.1 Actividades proactivas.	68
2.10.2 Actividades reactivas.	70
3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO.	72
3.1 Proceso de tratamiento de crudo.	73
3.2 Proceso de tratamiento de gas.	76
3.3 Proceso de tratamiento de agua.	76
3.4 Proceso de servicios auxiliares.	78
3.5 Contexto operacional específico de estación de producción Cohembi.	78
3.5.1 Recolección de fluidos.	78
3.5.2 Múltiple de recolección. (MAN-101)	81
3.5.3 Tratamiento de crudo limpio.	82
3.5.4 Separador de prueba. (V-102)	82
3.5.5 Almacenamiento (TKH-501/2/3/4/5/6).	84
3.5.6 Tratamiento de crudo sucio.	84
3.5.7 Separador de producción (V-101).	86
3.5.8 Intercambiador de Calor (HE-101).	88
3.5.9 Separador electrostático (EV-101).	89
3.5.10 Almacenamiento (TKV-101A/B/C).	92
3.5.11 Despacho de crudo.	93
3.5.12 Evacuación de gas.	95
3.5.13 Planta de inyección de agua.	97
3.5.13.1 Descargadero de agua.	97
3.5.13.2 Almacenamiento de agua.	99
3.5.13.3 Sistema de filtración.	100
3.5.13.4 Inyección de agua (P-105-A/B).	103
3.5.13.5 Decantador y lecho de secado (TK-106).	105
3.5.13.6 Sistema de generación y almacenamiento combustible (CE-108A).	108
4. ANALISIS DE RCM PARA LOS ACTIVOS CRITICOS DE LA ESTACION COHEMBI.	110

4.1 IDENTIFICACION DE ACTIVOS.	110
4.2 ANALISIS DE CRITICIDAD Y JERARQUIZACION.	111
4.3 RESULTADOS DEL ANALISIS.	113
4.3.1 Listado de equipos críticos.	114
4.3.2 Definición de características, condiciones operacionales y funciones del sistema.	115
4.4 RESULTADOS DEL ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS Y FALLA (AMEF).	116
4.5 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DESARROLLADO A PARTIR DEL RCM.	116
4.6 INDICADORES DE MANTENIMIENTO.	116
4.7 INVENTARIO DE REPUESTOS CRITICOS.	116
5. CONCLUSIONES.	117
6. RECOMENDACIONES.	119
BIBLIOGRAFIA.	120
ANEXOS.	121

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Vetra en Colombia.	20
Figura 2. Ubicación del bloque Suroriente.	21
Figura 3. Ubicación del activo Suroriente.	22
Figura 4. Producción anual de crudo (BLS).	23
Figura 5. Estación Quillacinga.	24
Figura 6. Perforación Quinde 4.	26
Figura 7. Red de líneas de flujo a la estación Cohembi.	26
Figura 8. Estación Cohembi.	27
Figura 9. Sistema de recolección campo Cohembi.	28
Figura 10. Procesos de producción.	28
Figura 11. Distribución planta.	29
Figura 12. Estructura organizacional.	30
Figura 13. Estructura organizacional activo Suroriente.	31
Figura 14. Pronósticos de producción Campo Cohembi	32
Figura 15. Curva de producción Vs sistemas	33
Figura 16. Curva de producción Vs sistemas. (Tratamiento de agua inyección).	34
Figura 17. Niveles de planeación.	35
Figura 18. Planificación del mantenimiento.	37
Figura 19. Gestión de activos.	44
Figura 20. Metodología BSC a la gestión de mantenimiento.	45
Figura 21. Esquema de distribución de fallas.	47
Figura 22. Indicadores de mantenimiento.	49
Figura 23. Tipos de mantenimiento.	50
Figura 24. Tarea de mantenimiento preventivo.	51
Figura 25. Tarea de mantenimiento correctivo.	52
Figura 26. Proceso de mantenimiento.	52
Figura 27. Proceso operativo de mantenimiento.	54
Figura 28. Política de mantenimiento basado en falla.	54
Figura 29. Política de mantenimiento basado en la duración de la vida	

del sistema.	55
Figura 30. Política de mantenimiento basado en la inspección.	56
Figura 31. Matriz de criticidad propuesta por el modelo CTR.	57
Figura 32. Proceso de confiabilidad operacional.	60
Figura 33. Flujograma de implantación del RCM.	62
Figura 34. Integrantes de un equipo natural de trabajo de RCM.	63
Figura 35. Selección del sistema.	64
Figura 36. Análisis de modos y efectos de fallas.	65
Figura 37. Identificación de modos de fallas.	67
Figura 38. Árbol lógico para la selección de estrategias de mantenimiento.	69
Figura 39. Curva de comportamiento de fallos potenciales (intervalo P-F).	70
Figura 40. Aplicación de la hoja de decisión.	71
Figura 41. Ampliación estación Cohembi.	72
Figura 42. Diagrama de flujo proceso Campo Cohembi.	74
Figura 43. Diagrama de flujo estación Cohembi.	77
Figura 44. Campo Cohembi.	78
Figura 45. Diagrama de bloque estación Cohembi.	79
Figura 46. Múltiple de recolección.	81
Figura 47. Instrumentación del múltiple de recolección.	82
Figura 48. Separador de prueba.	83
Figura 49. Separador de prueba.	84
Figura 50. Tanques horizontales.	85
Figura 51. Área Tanques Horizontales.	85
Figura 52. Datos de construcción separador de producción.	86
Figura 53. Separador de Producción.	87
Figura 54. Intercambiador de calor.	88
Figura 55. Separador coalescente.	89
Figura 56. Separador Coalescente.	90
Figura 57. Bomba de recirculación.	92
Figura 58. Tanque de Almacenamiento TKV-101C.	92
Figura 59. Tanque de Almacenamiento TKV-101A.	93
Figura 60. Sistema cargue de crudo.	94

Figura 61. Características bombas de engranajes.	95
Figura 62. Scrubber estación Cohembi.	95
Figura 63. TEA estación Cohembi.	96
Figura 64. Scrubber Estación Cohembi.	96
Figura 65. Bombas centrifugas descargadero de agua PIA Cohembi.	98
Figura 66. Tanques de almacenamiento de agua PIA Cohembi.	99
Figura 67. Bombas Booster PIA Cohembi.	100
Figura 68. Filtros tipo Cáscara de Nuez.	102
Figura 69. Bombas de inyección PIA estación Cohembi 1.	104
Figura 70. Decantador PIA estación Cohembi 1.	106
Figura 71. Bombas de agua clarificada.	107
Figura 72. Lecho de secado planta de inyección de agua.	108
Figura 73. Tanque almacenamiento de combustible.	109
Figura 74. Matriz de criticidad propuesta por el modelo CTR.	113

LISTADO DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1. Matriz cualitativa de excelencia de mantenimiento (MCEM).	38
Tabla 2. Lista de equipos estación Cohembi.	73
Tabla 3. Caracterización de pozos Campo Cohembi.	80
Tabla 4. Gravedad y viscosidad pozos Campo Cohembi.	80
Tabla 5. Relación entre temperatura y viscosidad del crudo Cohembi.	89
Tabla 6. Rango de voltajes separador electrostático.	90
Tabla 7. Tiempo de retención del crudo Vs caudal de entrada.	91
Tabla 8. Características descargadero de agua.	97
Tabla 9. Características bombas centrifugas descargadero de agua.	98
Tabla 10. Características bombas Booster de agua.	101
Tabla 11. Características filtros planta de inyección de agua.	103
Tabla 12. Características Bombas de Inyección PIA.	105
Tabla 13. Características decantador planta de inyección de agua.	105
Tabla 14. Características bombas de agua clarificada.	107
Tabla 15. Lista de activos estación Cohembi. Parte 1/2.	110
Tabla 16. Lista de activos estación Cohembi. Parte 2/2.	111
Tabla 17. Factores a evaluar.	112
Tabla 18. Identificación activos no críticos. Parte 1/3.	113
Tabla 19. Identificación activos medio críticos. Parte 2/3.	114
Tabla 20. Identificación activos críticos. Parte 3/3.	115

LISTA DE ANEXOS

	Pag
ANEXO A. Características técnicas, condiciones operacionales y definición de funciones de los sub sistemas analizados.	121
ANEXO B. Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi.	125
ANEXO C. Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM.	164
ANEXO D. Inventario de repuestos críticos.	186

RESUMEN

TITULO: DISEÑO DE UN MODELO DE GESTION DE MANTENIMIENTO BASADO EN RCM PARA LAS INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN DE LA ESTACIÓN COHEMBI EN EL ACTIVO SURORIENTE*

AUTORES: RENÉ CERÓN CHACÓN. JUAN DIEGO ROJAS MORA**

PALABRAS CLAVE: GESTION, MANTENIMIENTO, CONFIABILIDAD, ANALISIS DE CRITICIDAD, ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA, INDICADORES DE MANTENIMIENTO.

CONTENIDO: El proceso de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), explicado en este documento se desarrolla específicamente para los equipos de alta criticidad de la estación de producción Cohembi, con el objetivo de implementar un modelo de gestión de mantenimiento basado en RCM que sirva de base para el mantenimiento de nuevos proyectos y la necesidad que requieren estos para ser mantenidos durante el ciclo de vida específico para cada uno de éstos; mediante el modelo expuesto se espera lograr la disminución de los costos de mantenimiento, reducir el factor de riesgo en la operación, identificar las actividades de mantenimiento, repuestos críticos, manejo de inventario, mayores tiempos de operación, registro y manejo confiable de la información relevante en el sistema.

En resumen, el objetivo de este trabajo es identificar las formas o modos en los cuales puede fallar los equipos dentro del proceso de producción, identificar las posibles consecuencias o efectos de los fallos en función del riesgo que se corre al no realizar la actividad identificada y asociarle una tarea con sus respectivos recursos.

Aunque este proyecto de RCM se diseñó para los equipos críticos de la estación Cohembi, también puede ser extendido a todas las facilidades de producción del campo Sur Oriente; ya que la teoría aquí presentada y aplicada, se puede implementar en cualquier tipo de sistema de producción, de tal forma que las tareas de mantenimiento establecidas sirven para aumentar la confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad mediante el incremento de los tiempos de operación y la disminución de los tiempos fuera de servicio.

* Monografía

** Facultad de ingenierías Físico - Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Director Benedicto Díaz Zuleta, Ingeniero Químico.

SUMMARY

TITLE: DESIGNING OF A MANAGEMENT MODEL BASED ON RCM MAINTENANCE FACILITIES FOR PRODUCTION STATION COHEMBI IN THE ASSET SURORIENTE*

AUTHORS: RENÉ CERÓN CHACÓN. JUAN DIEGO ROJAS MORA**

KEYWORDS: MANAGEMENT, MAINTENANCE, RELIABILITY, CRITICALITY ANALYSIS, ANALYSIS OF MODES AND FAILURE EFFECTS, MAINTENANCE INDICATORS.

SUBJECT MATTER: The process of maintenance centered on the reliability (RCM), explained in this paper is specifically developed for safety-critical equipment station Cohembí production, with the aim of implementing a maintenance management model based on RCM as a basis for the maintenance of new projects and the need that require these to be maintained during the specific cycle of life for each of these projects; using the above model is expected to achieve the reduction of maintenance costs, reduce risk factor in the operation, identify maintenance activities, critical spare parts, inventory management, longer operation, registration and reliable handling of relevant information in the system.

In summary, the aim of this paper is to identify the forms or ways in which equipment can fail within the production process, identify possible consequences or effects or failures depending on the risk involved by not conducting the activity identified and associate a task with their respective resources.

Although this project RCM is designed for critical equipments Cohembí station, also it could be extended to all production facilities of South East Field; as the theory presented here and applied, can be implemented in any type of production system, so that maintenance set serve to increase the reliability, maintainability and availability through increase of operating times and decrease of times out of service

* Monograph

** Faculty of Mechanical Engineering. Maintenance Management Specialization.
Director: Benedicto Díaz Zuleta, Chemical Engineer.

INTRODUCCION.

La ingeniería de mantenimiento aplicada en la gestión de activos se ha involucrado activamente en los diversos sectores de la industria y ha encontrado un papel protagónico durante los últimos años, demostrando que con la incorporación de los procesos de planeación, organización, ejecución y control de las actividades de mantenimiento y suministro apropiado de los recursos de personal, capital, bienes y materiales, conduce a la realización de tareas y el cumplimiento de los objetivos mediante la aplicación de métodos y técnicas específicas.

Para tener éxito los procesos de mantenimiento deben ser dinámicos y continuamente estar evolucionando, hoy en día la relación de mantenimiento y operaciones ha pasado de ser una relación contradictoria a convertirse en un estrecho vínculo entre socios, ya que tan pronto como los equipos son entregados a producción para cumplir su función inicia un proceso de deterioro en sus componentes, disminuyendo paulatinamente su rendimiento; sin la ayuda de un equipo de mantenimiento el activo llegara a un estado de falla, por esta razón es que se requieren con regularidad las inspecciones y mantenimientos para prolongar la vida del activo y poder prestar la función por la cual fue adquirido inicialmente. En el interior de la gran mayoría de las organizaciones los encargados de administrar los activos industriales saben que no existe una regla general para diseñar modelos de gestión de mantenimiento que sean aplicables a todos los activos, tan solo se encuentran guías de requerimientos generales pero él como no se especifica al detalle. La tendencia en nuestro medio es aplicar las mismas actividades de mantenimiento a todos los activos de la organización desconociendo en la mayoría de los casos cuales activos son los más críticos, costosos y además sin saber cuál es la función principal que desempeña el activo dentro del proceso.

Básicamente lo que se desea plantear en este trabajo es diseñar un modelo de gestión de mantenimiento basado en RCM, para los equipos de la estación de producción Cohembi ubicada en el activo Sur Oriente (Putumayo); identificando que procesos son los más exitosos para fortalecerlos y cuales requieren acciones para proponer e implementar proyectos de mejora, con esto se pretende obtener un punto de partida del nivel actual de los activos que integran el proceso de mantenimiento y su grado de organización; además de conocer el contexto operacional, lo que deberá llevar a puestas a punto y mejoras significativas en las actividades. Este modelo de gestión de mantenimiento toma inicialmente el plan de mantenimiento sugerido por el fabricante en condiciones ideales y será ajustado al entorno operativo de la organización con lo que se crea un plan de mantenimiento hecho a la medida, con el objetivo de plantear una guía para analizar las fallas desde una visión más amplia ya que la dinámica del mantenimiento evaluada día a día no funciona debido a que se limita a solucionar las fallas superficialmente y no el origen de las fallas.

Por otro lado, el líder de mantenimiento y confiabilidad debe ser consciente que la gestión orientada en el gerenciamiento de los activos deberá tener acogida por todas las áreas y niveles de la organización. Por lo cual se hace obligatorio que los problemas mayores sean evaluados mediante un plan estratégico de corto y largo plazo lo cual llevara a la creación de planes individuales estos planes formaran los planes de mantenimiento estratégico que estarán directamente relacionados con la estrategia de la organización.

Para cumplir con lo anterior el líder de mantenimiento y confiabilidad deberá trabajar para trasladar las metas de la organización en metas de su área funcional, teniendo claro que el cliente de mantenimiento es la organización y la prioridad más alta es satisfacer las necesidades de este, mediante el cumplimiento de los indicadores de seguimiento (KPI's), las políticas y procedimientos; lo cual requerirá que el encargado de mantenimiento y confiabilidad posea un conocimiento detallado de la totalidad de los activos, identificando y entendiendo lo que hace y como lo hace; las especificaciones y estándares además de poseer un alto conocimiento en el contexto operacional para que pueda agregar valor y se distinga de sus competidores; además de tener claro que su éxito dependerá de hacer que el personal a cargo lo acompañe en el cumplimiento de su principal objetivo, ayudar a que la organización genere valor y no lo destruya.

Para cumplir con lo anterior el encargado de mantenimiento deberá diseñar un plan estratégico definido por la metodología de mantenimiento estructurado como el RCM, con la cual se estructure la asignación de tareas sin generar gastos innecesarios y asegurando el cumplimiento de la función principal del activo, esto quiere decir que si se espera alcanzar un nivel satisfactorio de confiabilidad para la organización el profesional de mantenimiento debe de conocer el contexto operacional en donde se desarrollan sus activos.

1. VETRA E&P.

VETRA Exploración y Producción Colombia S.A.S es un grupo internacional dedicado a la exploración y producción de petróleo y gas en los países de Colombia y Perú; focalizado en Colombia en áreas de reconocida prospectividad, cuenta con más de 20 años de trayectoria en actividades del sector hidrocarburos en diversas regiones del país. En Colombia VETRA E&P cuenta con 6 bloques exploratorios y 5 bloques en desarrollo y opera unos 15.000 barriles diarios equivalentes de petróleo. Sus activos se dividen en tres gerencias, la primera gerencia la conforma el Valle Medio del Magdalena y la integran el bloque Tolima B y el bloque exploratorio VMM2 el primero se localiza en el municipio de Chaparral departamento del Tolima y el segundo llamado Campo Mono Araña se ubica en el municipio de Aguachica, departamento del Cesar. La segunda gerencia es el activo Llanos y Catatumbo conformada por tres bloques exploratorios LLA 64, LLA 78, LLA 5 y el bloque La Punta y campo Arjona; el primero se ubicada en el municipio de Maní, departamento del Casanare y el segundo ubicado en el municipio de Arjona, departamento de Bolívar. En la actualidad el bloque La Punta se encuentra en desarrollo y se divide en dos áreas: el campo de desarrollo La Punta en fase de producción y desarrollo y La Punta exploratoria en fase de exploración y evaluación. Cuenta con los siguientes pozos de producción, La Punta (3 pozos), Santo Domingo Norte (1 pozo), Santo Domingo Centro (1 pozo). La tercera gerencia es la de Suroriente la cual se encuentra en el municipio de Puerto Asís, departamento del Putumayo donde se desarrolla la mayor producción de la compañía; el bloque Suroriente es propiedad de Ecopetrol (48%), Suroco (15,8%) y otros socios, Suroco Energy es una compañía canadiense de exploración de petróleo y gas enfocada en Colombia. El bloque Suroriente lo integran tres campos en desarrollo los cuales son: Quinde, Quillacinga y Cohembi además de cuatro bloques de exploración los cuales son Putumayo 8, Alea 1848 A, Alea 1947 C y Alea 1846 D. En la figura 1 se detallan los diferentes campos de Vetra en Colombia.

Figura 1. Vetra en Colombia.

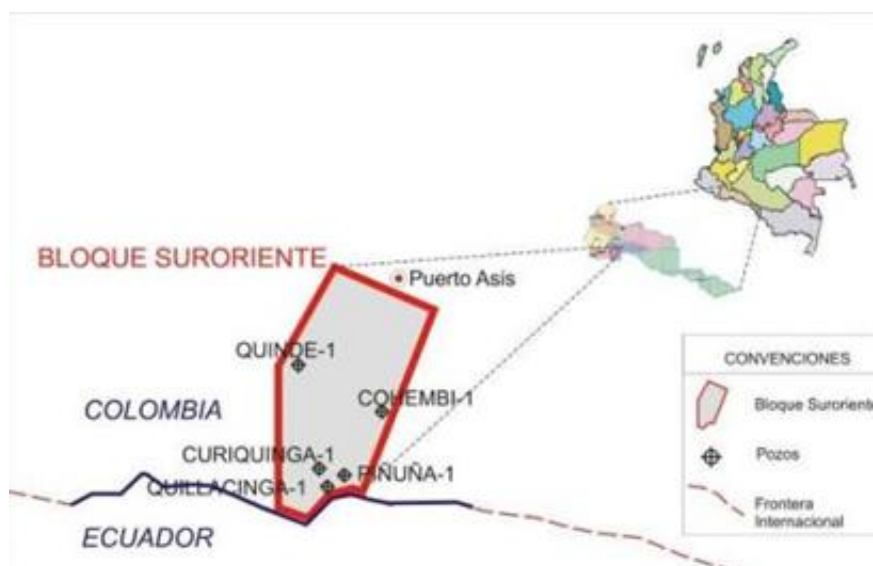


Fuente: Informe de sostenible Vetra 2012.

1.1 BLOQUE SURORIENTE.

La historia del bloque Suroriente inicia con la adquisición del 6% por parte de VETRA Exploración y Producción Colombia S.A.S en el año 2004, más tarde en el año 2009 se realiza la adquisición de Petrotesting, hecho que incrementó la presencia de VETRA E&P en Colombia y para el año 2012 inicia una valoración extensiva del campo Cohembí por medio de un contrato de producción incremental efectiva hasta el año 2024 entre Ecopetrol y el Consorcio Colombia Energy (CCE). El bloque Suroriente se divide en tres (3) campos de desarrollo llamados Quillacinga, Cohembi y Quinde, figura 2. La fase de exploración se remonta al año de 1990, que tuvo como resultado inicial el descubrimiento del campo Quinde en el año 1999 a continuación se perforaron con éxito pozos en Quillacinga en el año 2005 y los pozos Cohembi desde el año 2009.

Figura 2. Ubicación del bloque Suroriente.



Fuente: Informe gerencia activo Suroriente Vetra E&P.

El campo Suroriente produce crudo ligero con una gravedad promedio de 29 grados API, la producción es derivada de las arenas Villeta. Se espera que las actividades de perforación durante 2013 y el 2016 lleven a una perforación en el campo de más de veinte (20) pozos, con el fin de desarrollar plenamente el campo. La inyección de agua se inició en diciembre de 2012 con la construcción de la planta de inyección de agua (PIA) Cohembi 1 de 5.000 BWPD la cual se encuentra ubicada en la estación Cohembi y se planea una expansión del programa de recuperación secundaria por inyección a mediados de 2014 de 5.000 a 10.000 BWPD hasta llegar con un programa de inyección incremental al 2020 de inyección de 35.000 BWPD. En agosto de 2013 se

construyó el segundo módulo de inyección de agua en el campo Cohembi llamado planta de inyección de agua Cohembi 6 de 10.000 BWPD la cual tiene planes de expansión a 20.000 BWPD a inicios del año 2015 hasta llegar a la 30.000 BWPD en el 2020. Estudios de yacimientos integrales indican que la inyección de agua en el campo Cohembi dará lugar a un aumento significativo en la recuperación y reservas de crudo.

1.1.1 Localización.

El Campo Suroriente se encuentra ubicado en el departamento del Putumayo a 40 km aproximadamente de Puerto Asís pasando por el río Putumayo y por la vía Puerto Vega - Teteyé, el acceso a estas locaciones se realiza tomando transporte fluvial desde el puerto “Hong Kong” ubicado aproximadamente a 2 kilómetros del casco urbano del municipio de Puerto Asís hasta llegar al corregimiento de Puerto Vega, como se observa en la figura 3.

Figura 3. Ubicación del activo Suroriente.



Fuente: Informe sostenible Vetra 2012.

Seguidamente se transita por la carretera municipal en dirección sur al corregimiento de Teteyé, utilizando la vía rural existente, la cual atraviesa el campo Cohembi de norte a sur. El estado de la vía se encuentra en material afirmado. Los campos Quinde, Cohembi y Quillacinga conforman parte del área de desarrollo del contrato de producción incremental del bloque Suroriente, que se localiza al sur occidente del departamento de Putumayo, entre los ríos Putumayo y San Miguel, en jurisdicción del municipio de Puerto Asís.

1.2 GERENCIA SURORIENTE.

La Gerencia Suroriente está conformada por tres campos en desarrollo, Quinde (2 Pozos), Quillacinga (8 Pozos) y Cohembi (20 Pozos); posee una extensión de 36.527 hectáreas y un contrato de producción con Ecopetrol tipo incremental; además de esto cuenta con cuatro campos de exploración y producción, Putumayo 8, Alea 1848 A, Alea 1947 C y Alea 1846 D todos estos celebrados con la agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH).

Figura 4. Producción anual de crudo (BLS).

PRODUCCIÓN ANUAL DE CRUDO (BLS)			
Campo	2010	2011	2012
Valdivia-Almagro	413.280	323.470	198.598
Río Saldaña	51.020	50.383	46.569
Chenche	18.970	17.937	16.834
Suroriente	1.897.760	2.188.559	2.488.951
La Punta	2.009.370	1.752.323	1.173.333
La Rompida	2.490	5.512	10.948
TOTAL	4.392.890	4.338.184	3.935.233

Fuente: Informe sostenible Vetra 2012.

El bloque Suroriente cuenta con tres estaciones de producción llamadas Quinde, Quillacinga y Cohembi, desde el año 2009 VETRA E&P adelanta planes de desarrollo en jurisdicción del municipio de Puerto Asís en el departamento de Putumayo en los campos Quillacinga, Cohembi y Quinde, mediante la perforación de nuevos pozos en el activo los cuales llevaran a un incremento significativo de la producción de crudo para el año 2014. Para lograr un manejo efectivo de esta producción actual y futura se ampliará la capacidad de tratamiento de crudo y agua centralizando la producción total del

activo en la Estación Cohembi mediante la instalación de nuevos equipos y la construcción de un nuevo patio de tanques que aumente la capacidad de almacenamiento y despacho de la producción a los diferentes puntos de ventas. Como se observa en la figura 4 el campo suroriente tiene un gran potencial de reservas petroleras que se han venido desarrollando en los tres últimos años con la perforación de nuevos pozos de desarrollo en el campo Cohembi como son los pozos Cohembi 4, Cohembi 5, Cohembi 7, Cohembi 8, Cohembi 11, Cohembi 12, Cohembi 13, Cohembi 14, Cohembi 15, Cohembi 16 y Cohembi 17 donde se obtuvieron resultados positivos para la organización lo cual ha llevado al incremento de la producción pasando de una producción anual en el año 2010 de 1.897.760 de barriles a 2.488.951 barriles en el año 2012.

1.2.1 Estación Quillacinga.

La estación Quillacinga hace parte del bloque Suroriente y se encuentra ubicada a 41 km de Puerto Vega, en ella se centraliza la producción de los pozos Quillacinga Quillacinga 2, Quillacinga 3, Quillacinga 4, Quillacinga 5, Quillacinga 6 y Curiquinga, actualmente se tratan 3.600 barriles por día, con una capacidad instalada en la estación de 8.000 BWPD (barriles de agua día), 6.000 BOPD (barriles de crudo por día) y 5'000.000 de pies³ de gas.

Figura 5. Estación Quillacinga.



Fuente: Informe de gestión gerencia de ingeniería e infraestructura noviembre 2012.

La operación de la estación cuenta con un sistema de recolección que recibe la producción de 6 pozos productores; maneja un sistema de separación de producción general trifásico y uno de prueba; y una tea con una capacidad de 10 MMSCFD. La estación cuenta con dos tanques de lavado de 5.000 Barriles

y diez tanques de almacenamiento de crudo cada uno con una capacidad de 500 barriles lo cual ofrece una capacidad de almacenamiento de producción de un día y medio. La medición del crudo se realiza por medición estática a fondo y para el cargue de crudo se utiliza un sistema de bombeo centrifugo el cual transfieren el crudo desde los tanques de venta hasta el cargadero el cual posee tres bahías de carga y una capacidad de llenado de 450 GPM por brazo de llenado. En la Estación Quillacinga se encuentra el pozo inyector Quillacinga 1 para el cual se tiene una planta de inyección de agua de 6.000 BWD (barriles de agua día). La fuente de energía eléctrica para accionar los diferentes equipos con los que se prestan servicios generales a la operación y al personal se realiza por medio de un moto generador con una potencia de 350 Kw. El transporte de crudo es realizado por medio de carro tanques hasta Puerto Vega en donde se hace necesario pasar el Rio Putumayo labor que se realiza por medio de transporte fluvial (Ferri) de allí es transportado hasta los diferentes puntos de entrega a nivel nacional.

1.2.2 Estación Quinde.

El Campo Quinde se encuentra ubicado a 11 km del casco urbano de puerto Vega, actualmente se desarrollan planes de perforación que han llevado al descubrimiento de nuevos pozos en este campo, actualmente se han perforado dos (2) pozos llamados Quinde 2 y Quinde 4 figura 6; los cuales han sido exitosos con una producción neta de 3.200 BOPD. Logrando estos resultados y teniendo en cuenta el plan de desarrollo para el Campo Quinde la dirección general ha destinado recursos para realizar la construcción de la nueva estación Quinde que centralice la producción total de este campo.

Figura 6. Perforación Quinde 4.

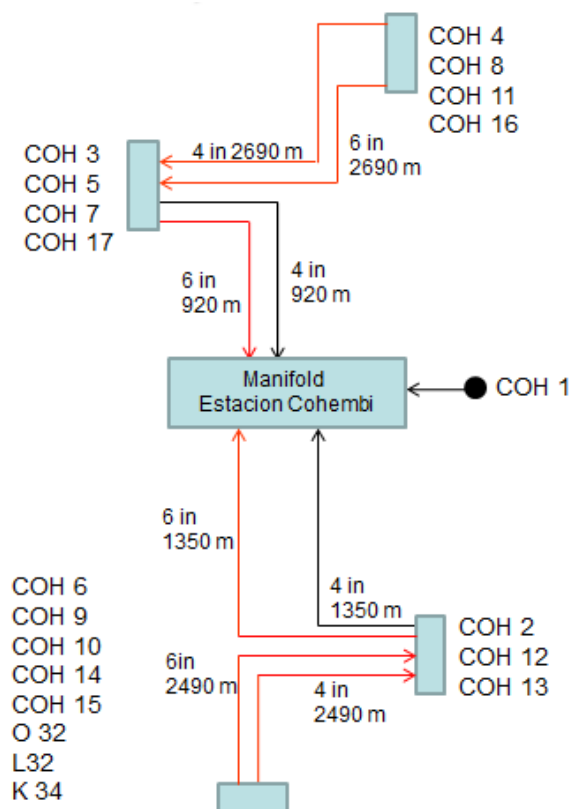


Fuente: Informe mensual gerencia de ingeniería e infraestructura Noviembre 2012.

1.2.3 Estación Cohembi.

La estación Cohembi hace parte de la gerencia del activo Suroriente, se encuentra ubicada en la vereda El Porvenir, corregimiento de La Carmelita a 40 Km de Puerto Vega municipio de Puerto Asís y es donde se centraliza la producción de los pozos del campo Cohembi. La producción diaria de los 19 pozos activos de la estación alcanza un promedio de 10.000 barriles de petróleo (BOPD), estos pozos productivos poseen una profundidad que varía entre 9.000 a 13.000 pies y la producción de hidrocarburos proviene principalmente de las arenas Villeta, la estación Cohembi tiene como objetivo recibir la producción de los clúster Cohembi 2 (Pozo Cohembi CH 2, Pozo Cohembi CH 12 y Pozo Cohembi CH 13); clúster Cohembi 3 (Pozo Cohembi CH 3, Pozo Cohembi CH 5, Pozo Cohembi CH 7 y Pozo Cohembi CH 17); clúster Cohembi 4 (Pozo Cohembi CH 4, Pozo Cohembi CH 8, Pozo Cohembi CH 11 y Pozo Cohembi CH 16) y el clúster Cohembi 6 (Pozo inyector Cohembi CH 6, Pozo Cohembi CH 9, Pozo Cohembi CH 10 y Pozo Cohembi CH 14, Pozo Cohembi CH 15, Pozo Cohembi CH O32, Pozo Cohembi CH L32, Pozo Cohembi CH K32); como se observa en la figura 7; para fiscalizarla y entregarla a tracto camiones por medio del cargadero.

Figura 7. Red de líneas de flujo a la estación Cohembi.



Fuente: Informe mensual gerencia de ingeniería e infraestructura Enero 2014

Para mantener la producción diaria del campo Cohembi la estación cuenta con las siguientes facilidades de producción en operación actualmente, conformadas por los siguientes equipos: un (1) manifold donde llega el fluido de producción el cual posee cuatro líneas de entrada; se tienen una línea de entrada del clúster Cohembi 2, clúster Cohembi 3, clúster Cohembi 4 y clúster Cohembi 6; dos (2) separadores trifásicos (Separador de general y de prueba), un (1) compresor de aire para la instrumentación de los separadores, (1) tanque de lavado con una capacidad de 3.000 Bbls, (1) tanque de almacenamiento con una capacidad de 5.000 Bbls, (1) tanque de almacenamiento con una capacidad de 6.000 Bbls, seis (6) tanques de almacenamiento con una capacidad de 500 Bbls, una tea con una capacidad de 2.5 MMscfd, un (1) pozo inyector llamado Cohembi 1; además de cinco (5) bombas para el cargue de crudo y un cargadero de tres bahías donde cargan aproximadamente (50) Tracto camiones diarios para el transporte del crudo hasta los diferentes puntos de ventas. En la figura 8 se aprecia una vista panorámica de la estación Cohembi.

Figura 8. Estación Cohembi.

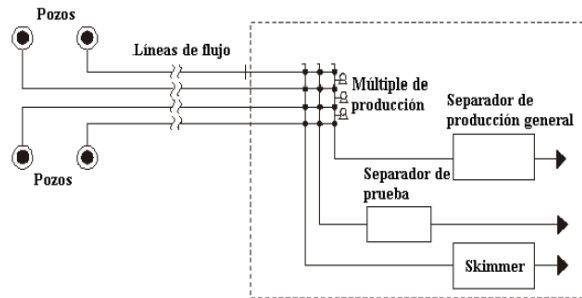


Fuente: Informe mensual gerencia de ingeniería e infraestructura Enero 2014

La producción del campo es almacenada en tres tanques de almacenamiento de 3.000 Bbls, 5.000 Bbls, 6.000 Bbls y seis tanques de 500 Bbls la cual nos da una capacidad de almacenamiento de un día y medio de producción. La medición del crudo se realiza por medición estática a fondo y el cargue de crudo es realizado por medio de tres bombas centrifugas las cuales transfieren el crudo hasta el cargadero el cual tiene tres (3) bahías de carga y una capacidad de llenado de 450 GPM por brazo de llenado. Para disposición del agua de producción del campo Cohembi la estación cuenta con un pozo inyector

llamado Cohembi 1 para la cual tiene una planta de inyección de agua de 5.000 BWPD. En la figura 9 se presenta el sistema de recolección general de la estación.

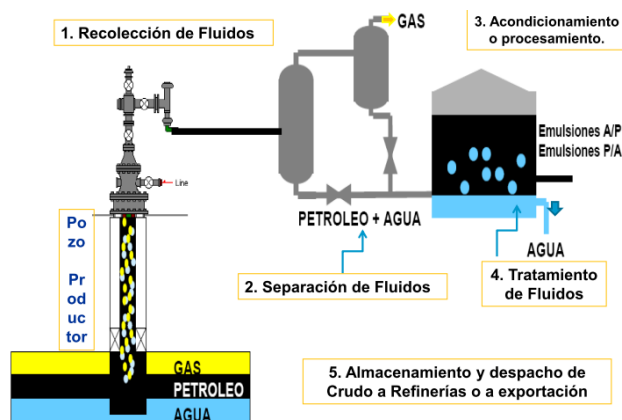
Figura 9. Sistema de recolección campo Cohembi



Fuente: BECERRA, Fernando. Tratamiento de crudo. En Facilidades de producción (04 Feb-06 Feb, Bogotá, Colombia). Memorias. Bogotá: Elite Training, 2013. p 31.

El gas separado es quemado en la TEA de alta la cual se encuentra ubicada a 800 m de la Estación Cohembi. El campo cuenta con un sistema de generación de energía compuesto por un sistema de generación Diésel de 350 Kw. En el área administrativa funciona una oficina y el laboratorio de la estación. Todos los pozos producen mediante bombeo electro sumergible, se levanta hacia la superficie los fluidos producidos y son transportados a la planta de producción mediante una bomba multifasica en cada clúster para ser enviado por las líneas de flujo de 4" y 6" de diámetro a la estación de producción. En la figura 10 se presenta un esquema del proceso de producción.

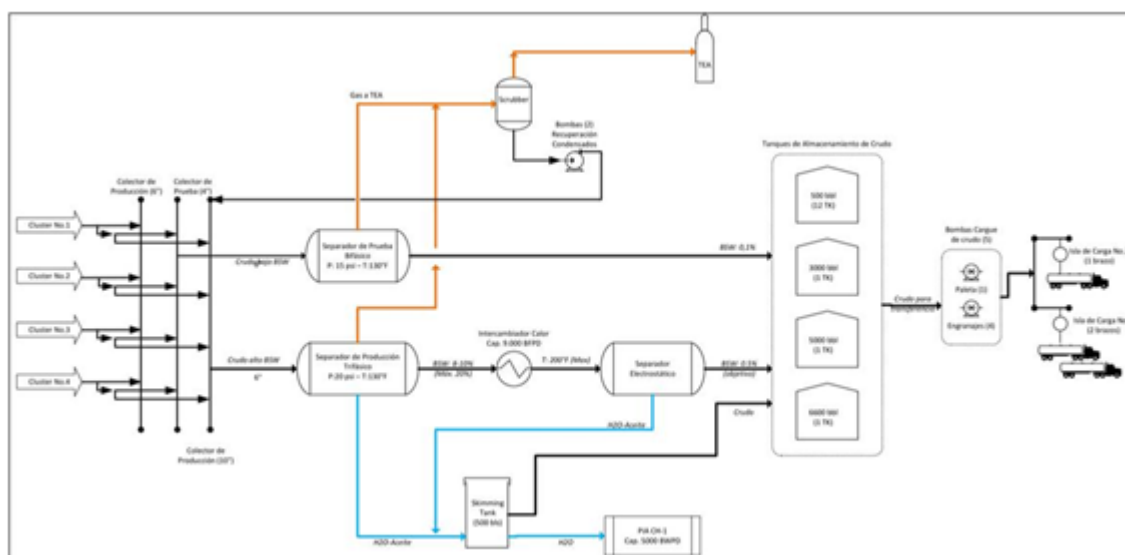
Figura 10. Procesos de producción.



Fuente: BECERRA, Fernando. Tratamiento de crudo. En Tratamiento de crudo (04 Feb-06 Feb, Bogotá, Colombia). Memorias. Bogotá: Elite Training, 2013. p 2.

El fluido ingresa a la estación mediante un múltiple de producción que recolecta la producción del campo y la lleva al separador de producción general para la separación de los tres fluidos, es decir gas, agua y crudo, se realiza por medio de un separador trifásico en el cual el gas es separado y enviado hacia un Scrubber (separador donde se le retira los líquidos al gas) y sale hacia la Tea donde es quemado; el petróleo todavía con alto contenido de agua salada es enviado al tanque de lavado (Gun Barrel), donde por medio de un proceso físico se separa el agua salada del petróleo, el petróleo del tanque de lavado por rebose pasa a los tanques de almacenamiento para su fiscalización y venta, el agua libre que es separada es enviada hacia el API donde se recupera el crudo que está como película en suspensión en el agua de producción. En la figura 11 se presenta la distribución general de la estación Cohembi.

Figura 11. Distribución planta.



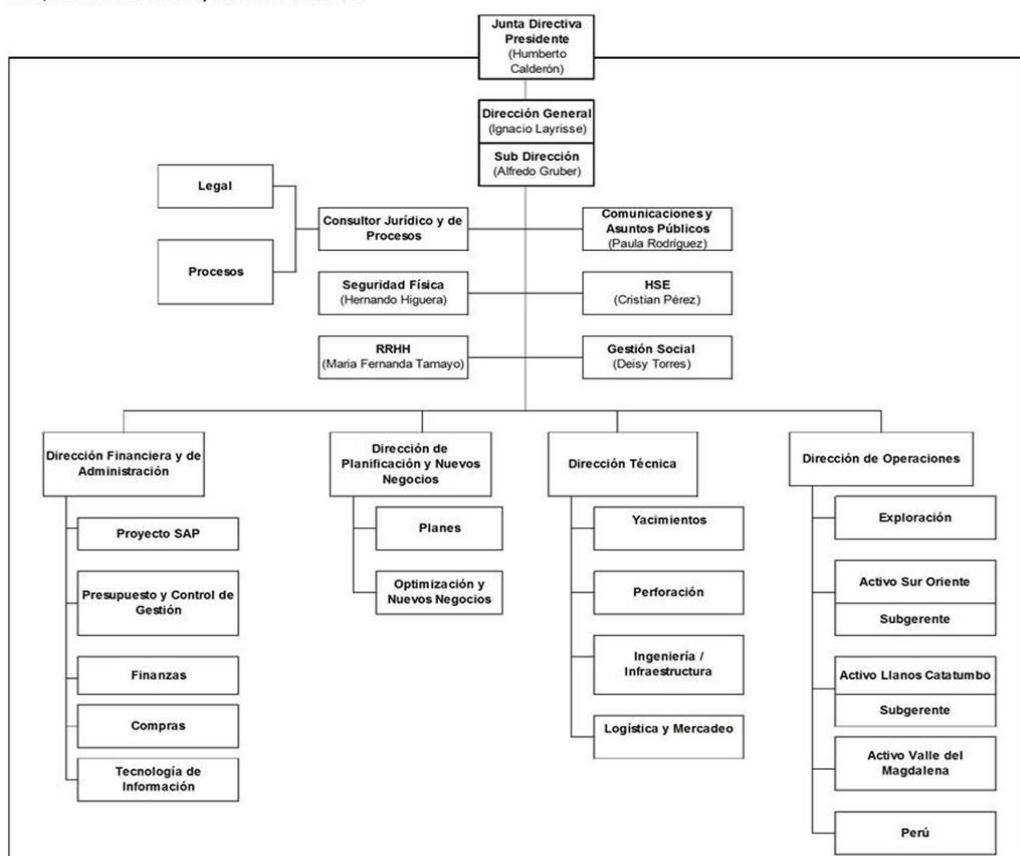
Fuente: Informe de gestión gerencia de ingeniería e infraestructura-Marzo 2014

1.2.4 Estructura organizacional.

La junta directiva que dirige los intereses financieros y corporativos de Vetra E&P es la responsable de evaluar y financiar los proyectos de inversión de la compañía, la dirección general es apoyada por las áreas de procesos de consultoría jurídica, procesos, comunicaciones, asuntos públicos, seguridad física, HSE, RRHH y gestión social todas estas direccionadas en maximizar los proyectos de inversión. Además de estos procesos existen cuatro grandes direcciones, financiera y de administración encargadas del proyecto SAP, presupuesto y control de gestión, finanzas, compras, y tecnología de información; la segunda dirección es la de planificación y nuevos negocios; la tercera es la dirección técnica conformada por yacimientos, perforación,

ingeniería e infraestructura, logística y mercadeo; la cuarta y última dirección es la de operaciones que la conforma exploración, la gerencia y sub gerencia del activo Suroriente, gerencia y subgerencia Llanos y Catatumbo, gerencia activo Valle del Magdalena y Perú, lo anterior se observa en la figura 12.

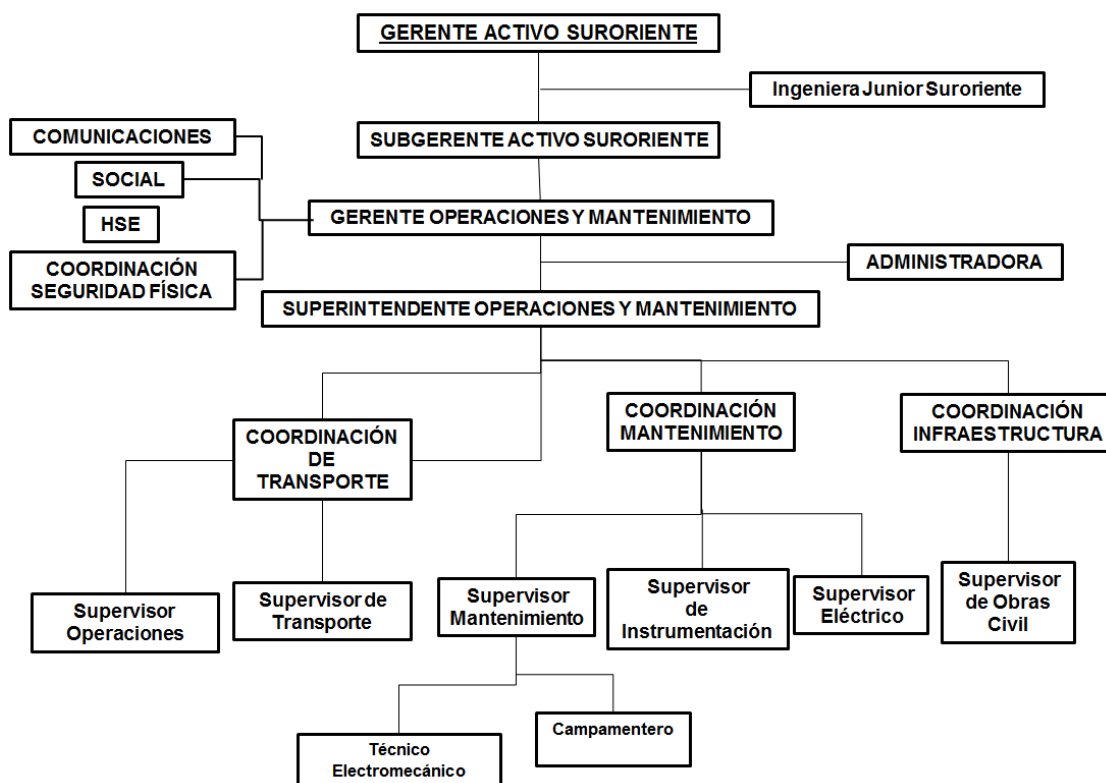
Figura 12. Estructura organizacional.



Fuente: Comunicaciones Vetra.

La estructura organizacional del bloque Suroriente está conformada por un gerente de activo el cual desarrolla sus actividades en la sede administrativa de Vetra E&P en la ciudad de Bogotá y es apoyado por un subgerente de activo el cual maneja los procesos diarios del campo apoyados desde el campo por dos superintendentes los cuales direccionan y coordinan los temas relacionados con la operación y mantenimiento del campo los cuales son apoyados por los supervisores de producción, operadores y auxiliares los cuales se encargan de las tareas de producción, fiscalización, cargue y monitoreo de los pozos; además de estos en campo se encuentra el personal de HSE, transporte, compras e inventarios, gestión social, ambiental y el personal de mantenimiento el cual lo conforman un coordinador, un supervisor y dos técnicos electromecánicos; esta estructura se ilustra en la figura 13.

Figura 13. Estructura organizacional activo Suroriente



Fuente: Informe de gestión gerencia activo suroriente Abril 2014

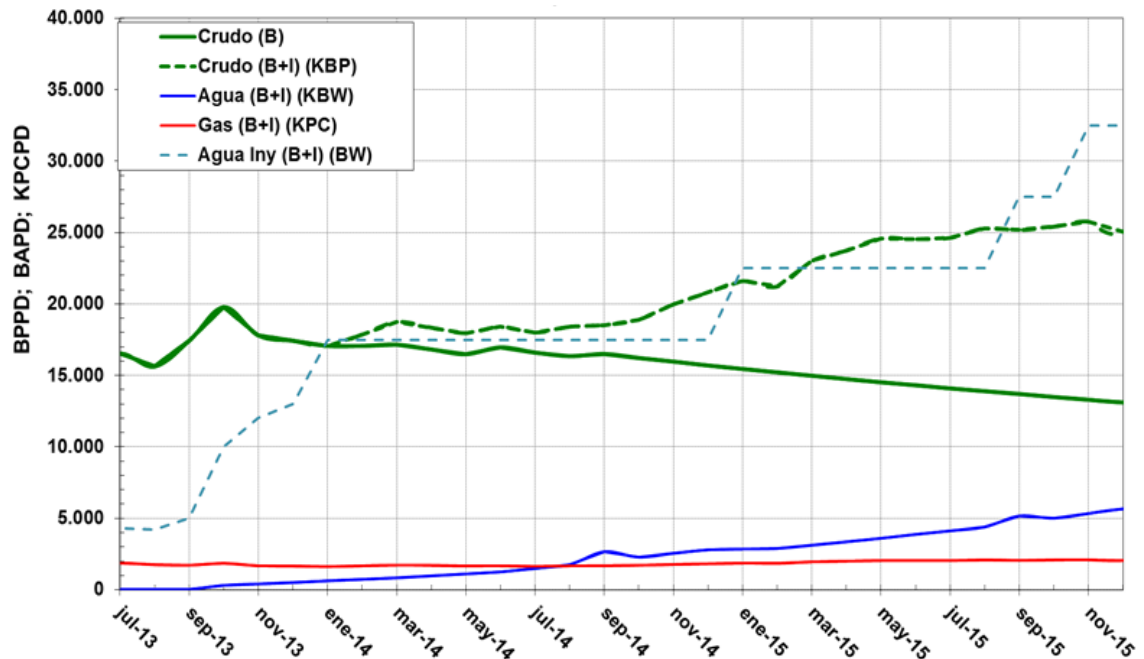
1.3 PLAN DE DESARROLLO.

El aumento de la producción en el activo surorienté ha requerido la renovación y construcción de su infraestructura así como el mejoramiento y mantenimiento de la infraestructura operacional para el desarrollo de sus actividades diarias lo cual nos lleva a buscar nuevas metodologías para mantener las instalaciones y equipos existentes, asegurando que todos los recursos físicos de la empresa cumplan y sigan cumpliendo la función para la cual fueron diseñados. La misión del mantenimiento es implementar y mejorar en forma continúa la estrategia de mantenimiento para asegurar el máximo beneficio a la compañía mediante prácticas innovadoras, económicas y seguras. Con el continuo desarrollo de los campos de producción y exploración en el activo Surorienté se hace necesario crear un modelo de mantenimiento basado en RCM para mejorar la ejecución del mantenimiento preventivo ejecutado actualmente a las instalaciones y equipos de la organización.

Vetra E&P en los últimos años ha venido desarrollando estudios de geología en el bloque surorienté específicamente en el campo Cohembi y Quinde que han arrojado nuevos pronósticos de producción con los cual se planifica y se elabora el plan de desarrollo de estos campos. Aprobados los pronósticos de

producción para estos campos la gerencia de ingeniería e infraestructura elabora un plan de renovación y construcción de nuevos equipos con el fin fortalecer las estaciones de producción.

Figura 14. Pronósticos de producción Campo Cohembi



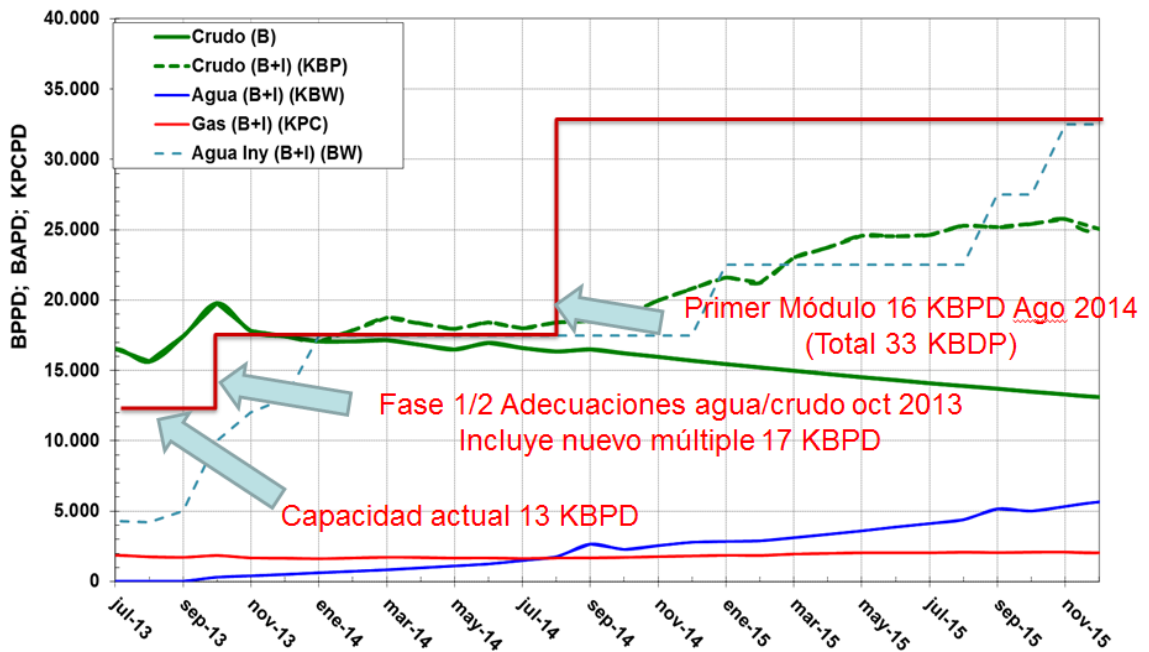
Fuente: Informe de pronósticos gerencia de optimización y desarrollo.

Durante el año 2013 se construyeron nuevas facilidades de producción para tratar e incrementar la producción en el campo Cohembi, para el año 2014 se han planificado nuevos proyectos de ingeniería y construcción que incluyen nuevas localizaciones, contrapozos y ampliaciones en los set de tratamiento de crudo y agua de la estación. A continuación se enumeran los proyectos a realizar en el campo Cohembi en 2014.

- Construcción de tres (3) localizaciones.
- Instalación de dos (2) separadores de producción de 14.000 BFPD.
- Construcción Sistema contra incendio Estación Cohembi
- Instalación tren de deshidratación Estación Cohembi.
- Ampliación Plantas de Inyección de agua CH 1 y CH 6.
- Construcción Línea Agua Estación Quillacinga- Estación Cohembi.

Con el desarrollo de estos proyectos se espera manejar la producción esperada al finalizar el año 2014 de 15.000 BPPD, como se observa en el pronóstico de la figura 14.

Figura 15. Curva de producción Vs sistemas

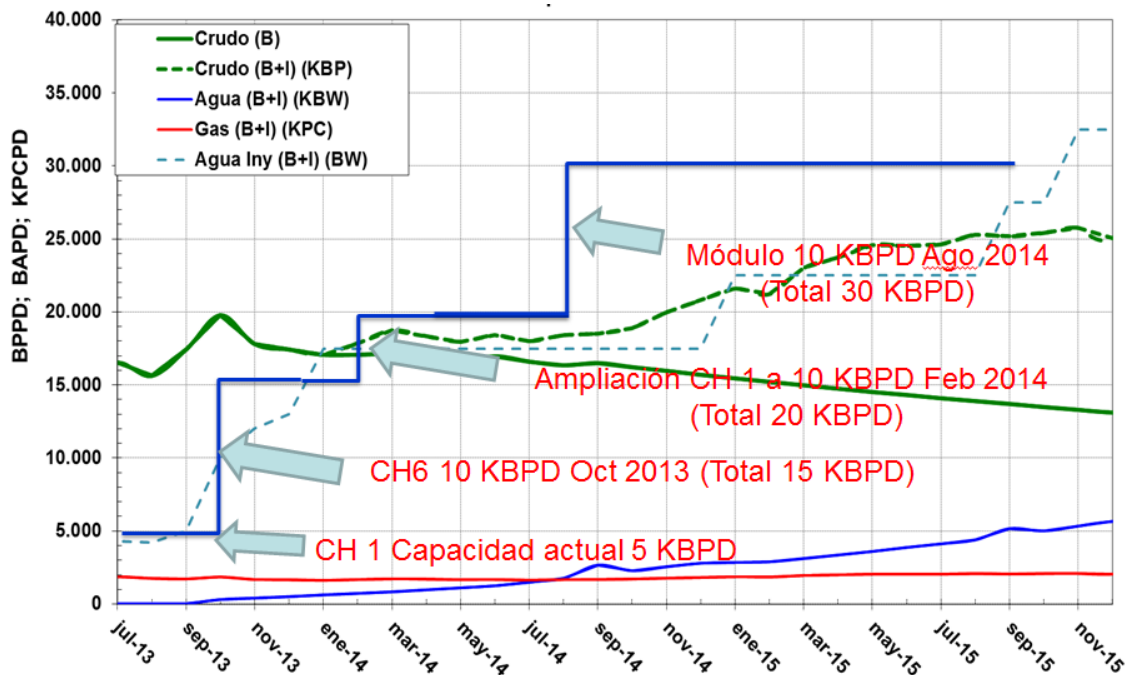


Fuente: Presentación plan de desarrollo campo Cohembi.

En los próximos 3 años se espera una campaña agresiva de perforación la incluye la perforación de 25 pozos en el campo Cohembi. Con la inclusión de estos nuevos pozos se espera una producción de 25.000 BPPD a finales del año 2015, esperando esta producción en el campo VETRA E&P ha elaborado un plan de desarrollo conducido por la gerencia de Ingeniería e Infraestructura que incluye la ampliación de la estación Cohembi mediante la construcción de un patio de tanques, la ampliación del set de tratamiento de agua y crudo y la ampliación de la capacidad de inyección de las plantas de inyección de agua; con esta ampliación se espera que se instalen nuevos equipos de separación, almacenamiento, bombeo, medición, cargue, inyección de agua y generación eléctrica. En la figura 15 se presenta el plan de desarrollo del campo Cohembi para el 2014, además se citan a continuación los proyectos a realizar para el año 2015.

- Construcción patio de tanques.
 - Cuatro tanques de almacenamiento de crudo de 30.000 Bls.
 - Sistema de Bombeo.
 - Sistema de medición dinámica.
 - Cargadero de carrotanques.
 - Sistema contra incendio.
 - Cuarto de control de máquinas.
 - Sistema de generación eléctrica.

Figura 16. Curva de producción Vs sistemas. (Tratamiento de agua inyección)



Fuente: Presentación plan de desarrollo campo Cohembi

- Ampliación set de tratamiento de agua y crudo, la cual se presenta en la figura 16.
 - Construcción de dos (2) tanques de almacenamiento de agua de 20.000 BIs.
 - Instalación de dos equipos para el sistema de deshidratación / desalado en la estación Cohembi.
 - Instalación de un tratador electrostático para el tratamiento del crudo.

1.3.1 Plan estratégico de mantenimiento a corto y largo plazo.

El área de manteniendo del activo suroriente debe corresponder a los continuos cambios presentados por la organización en su plan de desarrollo, esto llevara a agilizar la búsqueda de los objetivos de desempeño. Estos objetivos se basan en las metas a largo plazo que la coordinación de mantenimiento pretende alcanzar en un periodo de más de tres años y las metas a corto y mediano plazo en un periodo que no exceda los tres años, esto conlleva a la creación de estrategias que involucren identificar, analizar y establecer las prioridades de las actividades y procedimientos que se requieren para alcanzar los objetivos. En la figura 17 se presentan los niveles de planeación específicos, los cuales se describen a continuación.

Figura 17. Niveles de planeación



Fuente: MORA G, Alberto. Mantenimiento estratégico para empresas industriales o de servicios. Medellín: AMG. 2005. p 271

1.3.1.1 Planeamiento estratégico del mantenimiento.

La planeación estratégica del mantenimiento es aquella que minimiza el efecto conjunto de los componentes de costos, es decir, identifica el punto donde el costo de reparación es menor que el costo de la pérdida de producción. En la evaluación del punto óptimo de mantenimiento, se constata que el costo total del mantenimiento está influido por el costo de mantenimiento regular (costo de reparación) y por el costo de la falla (pérdida de producción). El plan estratégico de la empresa es una pauta de cómo se organiza el mantenimiento, el plan contiene los métodos de acción de mejoramiento y la visión de hacia donde se quiere llegar a futuro y que aspectos se pueden mejorar.

Este plan estratégico define las actividades a realizar y las estructuras necesarias para crear las condiciones que permitan obtener altos rendimientos en el mantenimiento. Se fundamenta en conocer las fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades que tiene la empresa con respecto al mantenimiento. Se debe tener en cuenta las políticas de la empresa y de esa manera utilizar las mejores prácticas del mantenimiento en el mundo para hacer más competitiva la empresa. La planeación estratégica de mantenimiento posee los siguientes objetivos:

- Obtener el compromiso de todos los trabajadores de la organización a los métodos y objetivos que contiene.
- Suministrar un marco para la toma de decisiones en mantenimiento asegurando consistencia hacia los logros del negocio.

1.3.1.2 Planeación táctica del mantenimiento.

La planeación táctica es el conjunto de actividades que a partir de las necesidades de mantenimiento definen el curso de acción y las oportunidades más apropiadas para satisfacerlas, identificando los recursos necesarios y definiendo los medios para asegurar su oportuna disponibilidad.

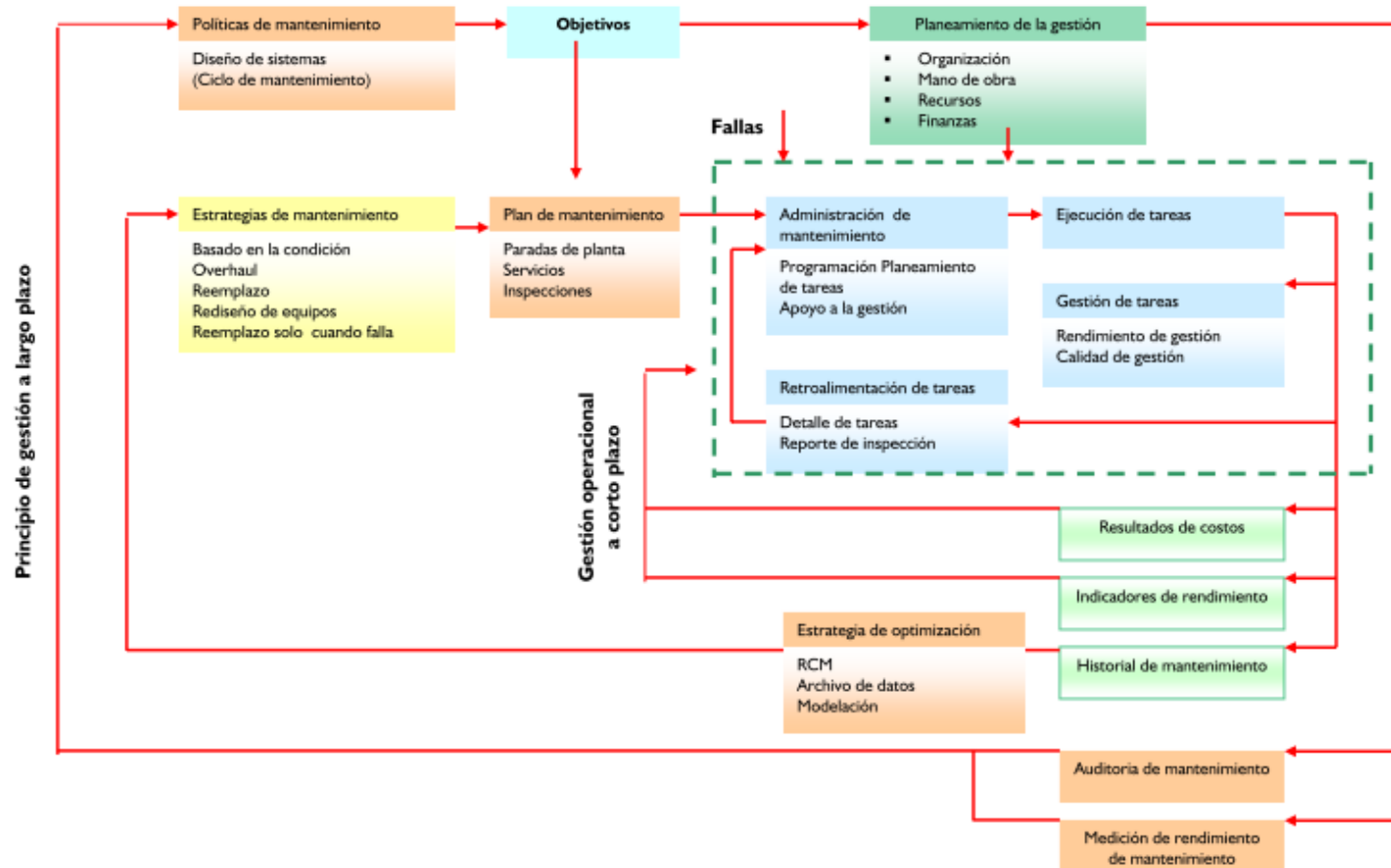
Se deben analizar los componentes y procedimientos para planificar el trabajo de mantenimiento, esto se hace necesario para tomar decisiones acertadas acerca de cómo visualizar sus funciones y causar los objetivos esperados en la organización, se deben tener cuenta algunos aspectos básicos tales como:

- El mantenimiento es una función de servicio.
- El mantenimiento debe formular y evaluar un programa sistemático.
- Las cargas de trabajo deben ser controladas y ejecutadas ordenadamente según prioridades establecidas apropiadamente.
- Se debe velar por la motivación del personal.
- Mantenimiento necesita un sistema de información.
- Mantenimiento necesita conocer sus costos.
- El rendimiento debe ser evaluado con índices.

1.3.1.3 Planificación operativa del mantenimiento.

Es donde se concretan los planes estratégicos y objetivos a un elevado grado de detalle. Se establecen las tareas a desarrollar para que se cumplan los objetivos y planes a largo plazo. Las actividades buscan el fortalecimiento del plan de mantenimiento actual ejecutado en el campo mediante la implementación de nuevas estrategias que agreguen valor al desempeño de los equipos. Estas actividades se planifican en un tiempo no mayor a un año y esto se debe a que hay que elaborar un programa detallado de operaciones de lo que debe realizarse en cada equipo en muy corto plazo.

Figura 18. Planificación del mantenimiento.



Fuente: Principios de gestión, planeamiento y programación de mantenimiento. Lima: Senati, 2007. p 15.

1.3.2 Situación actual de mantenimiento.

La campaña de perforación que se encuentra en desarrollo en el campo de Cohembi genera la necesidad de la ampliación de la infraestructura para el manejo de la producción diaria del campo; lo que obliga a los encargados del mantenimiento en evaluar el estado actual del mantenimiento para que evolucione y se convierta en soporte de las nuevas expectativas de producción; en la actualidad el estado del mantenimiento de la estación Cohembi se puede ver reflejado en la tabla 1, matriz cualitativa de excelencia de mantenimiento (MCEM) en donde el proceso en términos generales se ubica en una etapa 1 de incertidumbre de mantenimiento.

Tabla 1. Matriz cualitativa de excelencia de mantenimiento (MCEM).

ETAPAS	ETAPA 1. INCERTIDUMBRE.	ETAPA 2. CONCIENCIA.	ETAPA 3. ENTENDIMIENTO.	ETAPA 4. MADUREZ.	ETAPA 5. EXCELENCIA.
CRITERIOS					
APTITUD GERENCIAL	No existe el concepto de prevención - solo se corrigen cuando sea necesario.	Reconoce que el mantenimiento podría mejorar pero esta reuente a aceptarlo.	Comienza a aprender sobre el impacto del mantenimiento en la rentabilidad - se interesa y promueve algunos cambios.	Generar propuestas de mejora hacia el mantenimiento, reconoce que el apoyo de la gerencia es de vital importancia para consolidar las mejoras.	Incluye al mantenimiento como parte integral de los objetivos del negocio.
STATUS DE LA ORGANIZACIÓN MANTENIMIENTO	REACTIVA: trabaja sobre los equipos cuando estos fallan de forma imprevista - reparar cuando se rompa.	CONCIENTE: Se mantiene corrigiendo fallos pero tiene ahora repuestos y realizar algunos mantenimientos mayores.	PREVENTIVA: aplica rutinas preventivas por tiempo de inspección, lubricación, ajuste y servicios menores con el fin de aumentar TPO de algunos equipos.	PREDICTIVA: aplica técnicas de análisis de vibración, termografía, ultrasonido, etc, para monitorear la condición de algunos equipos. Realizar análisis de fallos repetitivas.	PROACTIVA: define y prioriza las actividades de mantenimiento (preventivo y predictivo) en función de las consecuencias de los fallos y desarrolla modelos de decisión basados en riesgos.
COSTOS TOTALES DE MANTENIMIENTO/COSTOS TOTALES DE PRODUCCION	30+%	20-30%	10-20%	5-10%	Less than 5%
FORMAS DE RESOLVER LOS PROBLEMAS.	Problemas se resuelven según como vayan apareciendo.	Se reparan los fallos en tiempos cortos. Se inician algunos análisis de fallos (solo mantenimiento).	Problemas anlizan y se resuelven con información proveniente de mantenimiento y operaciones.	Problemas se analizan a partir del esfuerzo de equipos de trabajo (operaciones, mantenimiento, ingeniería, logística, proyectos, fabricante, etc).	Problemas se analizan por equipos de trabajo, se evalúan los riesgos y se previenen los problemas que afectan la rentabilidad del negocio.
CALIFICACION Y ADIESTRAMIENTO DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO.	Trabajos de baja calidad son aceptados, entrenamiento se considera innecesario, ausencia de procedimientos herramientas en mal estado.	Se reconoce la falta de adiestramiento, se identifican las herramientas obsoletas, se identifican algunos procedimientos de trabajo.	Se entiende la importancia de la calidad en el mantenimiento, se detienen los roles y procedimientos de trabajo, se desarrollan algunas habilidades críticas, anualmente se considera un presupuesto para adiestramiento.	Se definen procedimientos de certificación de calidad en mantenimiento, se desarrolla personal de mantenimiento, de multihabilidades, el entrenamiento se define por rendimiento y desempeño.	Altos estándares de calidad en la ejecución del mantenimiento, el adiestramiento se vislumbra como una inversión y se palnifica en función del impacto económico de cada área, muy alta flexibilidad para la ejecución del mantenimiento.
MANEJO DE LA INFORMACION Y TOMA DE DECISIONES.	No se maneja ningun registro de mantenimiento la poca data que se recopila es de muy baja calida.	Se utiliza un sistema manual o computarizado muy sencillo - no hay apoyo del sistema para planificar actividades.	Se utiliza un sistema que permite desarrollar ordenes de trabajo de mantenimiento, se hace seguimiento a los costos totales, (solo tiene acceso mantenimiento).	Se utiliza un sistema computarizado de control del mantenimiento que involucra a mantenimiento y operaciones, se registran datos de costos y confiabilidad de forma segura.	Se tiene un sistema de gestión del mantenimiento integrado con todas las áreas del negocio (Finanzas, logística, materiales, operación, procesos, etc) incluye modulo de análisis de riesgo.
POSICION DE LA ORGANIZACIÓN EN RELACION AL MANTENIMIENTO.	Nosotros no tenemos ni idea por que los equipos fallan. Continuidad operacional es muy baja pero para nosotros el mantenimiento no es un factor importante.	Nuestros competidores tiene menos problemas que nosotros, su disponibilidad es mas alta y no generan tanto impacto en la producción.	Un nuevo enfoque de nuestro proceso de gestión del mantenimiento nos puede ayudar a identificar los problemas y a incrementar la disponibilidad de nuevos activos.	"Todo el mundo esta comprometido a que la calidad se convierta en algo rutinario dentro del mantenimiento, que pase a ser parte de nuestra filosofía operacional. Nosotros no podremos hacer productos de calidad a partir de actividades de mantenimiento mal ejecutadas".	"No sotros no esperamos paros imprevistos y sorpresas, cuando ello ocurre, sera solo en equipos que previamente mantenimiento ha detenido como equipos de bajo riesgo (es mas barato esperar que ocurra el fallo que hacer alguna actividad de mantenimiento preventivo".

Fuente: Los autores

Esto es debido básicamente a la falta de gestión, ya que no se maneja el concepto de prevención tan solo se realizan intervenciones cuando los equipos entran en falla, tampoco existe un plan de mantenimiento claro, actualmente el proceso se limita a actividades urgentes, reactivas y muchas veces repetitivas, lo cual no da tiempo de planear ninguna clase de trabajo; en donde es más importante el correctivo puesto que hay que poner en funcionamiento el equipo que ha salido de servicio para continuar con la producción. Lo anterior origina que la organización de mantenimiento se encuentra en un estado reactivo ya que a diario el equipo de mantenimiento centra sus esfuerzos en los equipos que fallan de forma imprevista, por esta razón no se alcanza a ver el entorno ni las razones por las cuales los equipos cada vez fallan más, perdiendo de vista la causa raíz de las actividades que a su vez originan muchas más fallas críticas, esta visión nos la explica Silva y Orrero, “Una visión 3D de la gestión de mantenimiento identifica el origen de los defectos y centra los esfuerzos en las acciones mejorativas necesarias para que la gestión de mantenimiento contribuya, como se espera, en la obtención de los objetivos y metas fijadas por la organización”¹. Atender esta serie de actividades correctivas genera altos costos de mantenimiento si se comparan con los costos de producción ya que las novedades son ejecutadas sin ningún proceso de planeación y programación alguno. El proceso actualmente no maneja órdenes de trabajo ni tampoco registros en la cual se almacene la información de los equipos de mantenimiento, tan solo se registran datos básicos los cuales son de baja calidad. En conclusión los problemas se resuelven según como vayan apareciendo.

Lo anteriormente citado crea la necesidad de adelantar un modelo de gestión de mantenimiento basado en (RCM) mantenimiento centrado en confiabilidad para las instalaciones de producción de la estación Cohembi apoyados en el mantenimiento de los nuevos equipos, además del fortalecimiento de las actividades de mantenimiento para las instalaciones de superficie actuales, como lo aclara Ahmed E. Haroun y Salih O. Duffuaa “no existe una metodología universalmente aceptada para el diseño de sistemas de mantenimiento, es decir, no estructurados plenamente con un enfoque que lleve a un óptimo sistema de mantenimiento (es decir, la estructura organizacional con una jerarquía definida de autoridad y el alcance del control; definiendo los procedimientos de mantenimiento y políticas, etc.)”².

¹ SILVA, Pedro. ORREGO, Juan. Mantenimiento 3D. En: Preparación para la presentación del examen de certificación en confiabilidad. (2 Octubre - 12 Noviembre, 2013: Bogotá, Colombia). Memorias. Bogotá: Aciem, 2013 p 32.

² BEN DAYA, Mohamed et. al. Handbook of Maintenance Management and Engineering. Londres: Springer-Verlag Limited 2009. p 4.

1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

VETRA Exploración y Producción Colombia S.A.S actualmente concentra sus esfuerzos en incrementar la producción mediante la campaña de perforación adelantada en el bloque Suroriente, para que este objetivo sea un hecho positivo en el futuro la infraestructura actual de la estación de Cohembi debe de crecer; con el objetivo de centralizar la producción y tener la capacidad de tratar este aumento considerable de producción en la estación.

Actualmente se tienen limitaciones para el tratamiento de crudo y no cuenta con la capacidad de almacenamiento necesaria para posibles eventualidades de contingencia que se puedan presentar en el activo Suroriente, para Vetra E&P es muy importante construir instalaciones de superficies con la cual pueda manejar la producción de crudo actual y futura. En la actualidad la estación Cohembi puede manejar una producción de 10.000 BOPD y una capacidad de almacenamiento de 20.000 barriles de crudo, para finales del año 2014 se espera tener una producción en el activo Suroriente de 20.000 BOPD y una capacidad de almacenamiento de 35.000 barriles de crudo, para lograr esto se hace necesario instalar diversos equipos como son separadores, bombas, motores eléctricos, motores de combustión, sistemas de generación eléctrica, tanques de almacenamiento, calderas, cargaderos, sistemas contraincendios, compresores, plantas de tratamiento de agua, etc; los cuales requieren un plan de mantenimiento serio y preciso que lleven a estos equipos a cumplir su función para la cual fueron diseñados.

En la actualidad las instalaciones y equipos que respaldan la producción diaria del campo Suroriente están soportadas por un proceso de mantenimiento el cual no posee un plan de mantenimiento claro, actualmente el proceso se limita a actividades urgentes, reactivas y muchas veces repetitivas, lo cual no da tiempo de planear ninguna clase de trabajo; en donde es más importante el correctivo puesto que hay que poner en funcionamiento el equipo que ha salido de servicio para continuar con la producción; diariamente la dirección de mantenimiento no logra entender porque cada día el trabajo ejecutado no logra disminuir y las actividades a ejecutar cada día son mayores. Diariamente el equipo de mantenimiento centra sus esfuerzos en el trabajo que a diario se le informa por parte del supervisor y operador de turno, por esta razón no se alcanza a ver el entorno ni las razones por las cuales los equipos cada vez fallan más, perdiendo de vista la causa raíz de los defectos que a su vez originan muchas más fallas críticas. De esta manera se crea la necesidad de adelantar un modelo de gestión de mantenimiento basado en RCM para las instalaciones de producción de la estación Cohembi apoyados en el incremento de nuevos equipos y en el fortalecimiento de las actividades de mantenimiento para las instalaciones de superficie actuales. El mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM es una metodología utilizada para identificar las actividades de mantenimiento con sus respectivas frecuencias a los activos más importantes dentro de un proceso de producción con lo que se asegure que los activos continúan desempeñando su

función, en el contexto operacional presente; esta metodología cumple con el objetivo general de elaborar un modelo de gestión de mantenimiento basado en RCM para las instalaciones de producción de la estación Cohembi en el activo suroriente y las etapas desarrolladas en cada capítulo contribuyen al logro de los objetivos específicos planteados.

1.5 OBJETIVO DEL PROYECTO.

1.5.1 Objetivo general.

Elaborar un modelo de gestión de mantenimiento basado en RCM para las instalaciones de producción de la estación Cohembi en el activo suroriente.

1.5.2 Objetivos específicos.

Identificación de los equipos críticos de la estación.

Especificar las funciones principales y secundarias de los equipos críticos.

Realizar el análisis de efectos y modos de falla de los equipos críticos.

Definir indicadores de gestión para los equipos críticos.

Obtener inventario y repuestos críticos.

Generar un plan de mantenimiento basado en el modelo de RCM.

1.6 JUSTIFICACION.

El principal motivo para la implementar un modelo de gestión de mantenimiento se basa en el factor económico, el desarrollo de nuevos proyectos y la necesidad de mantenerlos obliga a la implementación de la metodología RCM con la que se pueda asegurar la función del equipo dentro del marco operacional, además de generar el plan de mantenimiento para las instalaciones de la estación Cohembi asegurando mayores tiempos de operación confiable de los equipos durante su ciclo de vida. Este trabajo servirá para optimizar los costos de mantenimiento bajo una metodología RCM y compararlos con los costos que se generaban con el enfoque tradicional en los que no se realizaba ninguna clase de planeación.

Conscientes de la necesidad de generar una solución a las fallas repetitivas en los equipos de producción el personal de mantenimiento que dirige a diario las actividades de mantenimiento de los equipos y en donde recae la responsabilidad de crear y ejecutar los planes estratégicos para resolver las metas de negocio de largo plazo de los activos críticos plantea una solución desde una visión del negocio y la administración, planteando la creación de una dirección estratégica y un modelo de gestión de mantenimiento basado en RCM para conseguir que el personal de mantenimiento y la gerencia trabajen hacia un misma dirección con lo que se pretende acortar la brecha entre las metas del negocio de largo plazo y los resultados claves de éxito. En la dirección de mantenimiento ésta la habilidad para trasladar las metas de la organización en metas apropiadas de mantenimiento y confiabilidad que soporten y contribuyan los resultados del negocio de la

organización. Se requerirá entonces identificar los elementos claves del plan estratégico donde se deberá incluir la situación del estado actual, el estado futuro y las brechas ligadas para afinar áreas de resultados; establecer un modelo progresivo para el cierre de la brecha; un proyecto con los planes de acción, cronología, los recursos y las ventajas previstas; un proceso para la revisión y la aprobación de la gerencia y un proceso de revisión para mantener el plan actualizado. Además de planear y presupuestar los recursos requeridos basado en la historia del equipo y del costo, el cuidado a largo plazo que el activo necesita y las metas.

Esto permite la creación de planes detallados para el consumo de materiales, mano de obra y los servicios contratados que se pueden requerir en un plan maestro, como también la creación de un plan anual centrado en la producción, un correctivo y plan de emergencias estimado. También se deberá generar acuerdos de servicio y especificaciones entre mantenimiento y operaciones lo cual es importante para el buen funcionamiento de la organización que mantenimiento y las otras disciplinas implicadas estén de acuerdo con las metas y las medidas usadas para cuantificarlas.

También se requiere la creación de un sistema de evaluación de medidas y desempeño en donde las metas deberán ser claras, medibles y establecidas con las metas de la organización que estarán alineadas con las metas de mantenimiento. Además de ejecutar métodos para la capturar de datos requeridos, indicadores apropiados de uso e identificar cuando se requieren la aplicación de las acciones. La implicación de la organización en el desarrollo, la puesta en práctica, y la propiedad de los sistemas es clave para el éxito de largo plazo.

La Gestión del riesgo es una tarea necesaria en el mantenimiento de hoy para identificar las fuentes de generación como la seguridad física, medio ambiente, mantenimiento, cuidado del activo, inversiones de capital, impacto financiero, legal, y de mercado. Para determinar el riesgo y tomar las decisiones basadas en panoramas del riesgo / beneficio, necesarias para la aplicación de las herramientas disponibles para analizar el riesgo y generar respuestas a emergencias, cuantificar el riesgo cuando sea posible, identificar las herramientas para el manejo del riesgo, impacto financiero, impacto legal, impacto en mercadeo.

2. GESTION DE MANTENIMIENTO.

Los responsables de la gestión de activos en el interior de las organizaciones tienen como función principal optimizar tanto los medios como los recursos para ejecutar las tareas de mantenimiento, implementando conocimientos específicos para ejecutar las actividades diarias y evaluar las consecuencias tanto en el sistema como en el entorno que surjan a lo largo de las diferentes etapas del ciclo de vida de los activos. Lo que se persigue con lo anterior es prolongar la función de los equipos durante un periodo de tiempo determinado aumentando la confiabilidad de los procesos. Tal como se define en la norma europea EN 13306:2011, la moderna gestión de mantenimiento incluye todas aquellas actividades de gestión que: “determinen los objetivos o prioridades de mantenimiento (que definen como las metas asignadas y aceptadas por la dirección del departamento de mantenimiento), las estrategias (definidas como los métodos de gestión que se utilizan para conseguir esas metas u objetivos), y las responsabilidades en la gestión. Lo anterior permite luego, en el día a día, implementar estas estrategias planificando, programando y controlando la ejecución del mantenimiento para su realización y mejora, teniendo siempre en cuenta aquellos aspectos económicos para la organización”³.

Para explicar un poco más la idea anterior, el proceso de gestión de mantenimiento se puede dividir inicialmente en la definición de la estrategia de mantenimiento en donde se deben de establecer los objetivos de mantenimiento los cuales deben de estar alineados con la visión empresarial, poder obtener la financiación, los recursos y la ayuda requerida además de contar con una justificación concreta, las ventajas se deben identificar para fijar metas, medidas y expresarlas en términos financieros siempre que sea posible, brindándole a los responsables de la toma de estas decisiones varias soluciones potenciales con panoramas de riesgo/beneficio y una recomendación con la mejor solución para la toma de decisiones. La estrategia de mantenimiento parte del responsable del área de mantenimiento el cual debe de generar dentro de su área y el personal que tiene a su cargo el cambio de cultura que lleve a trabajar por los objetivos organizacionales además de identificar las necesidades del negocio y su dirección, establecer la políticas y objetivos de mantenimiento, sistema de evaluación de desempeño (KPIs), administración del riesgo, planear y presupuestar recursos y acuerdos de servicios de operación. La segunda parte obedece a la implementación de la estrategia de mantenimiento la cual se basa en la alineación de las actividades de mantenimiento de acuerdo a la estrategia definida en los tres niveles de actividad de la empresa: estratégico, táctico y operativo. Determinar el estado actual, el estado futuro, brechas y un plan de acción para cerrarla como también identificar las limitaciones del proceso, conduce a generar el plan de mantenimiento general de los activos.

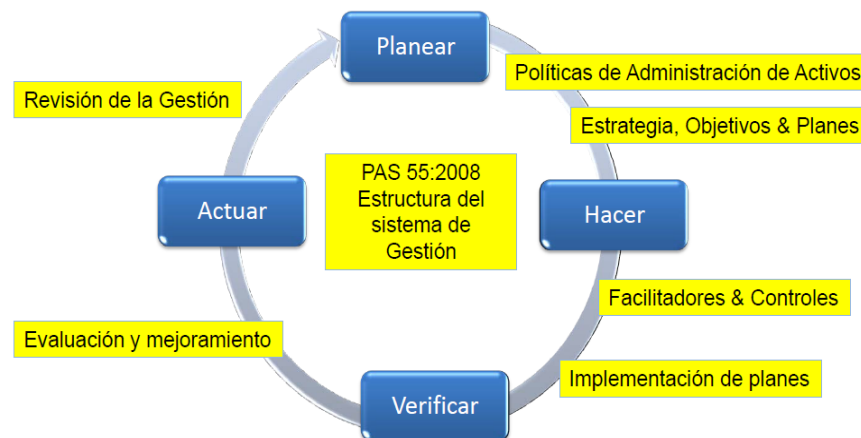
³ PARRA, Carlos et. al. Ingeniería de mantenimiento y confiabilidad aplicada en la gestión de activos. Sevilla: Ingeman, 2012 p 1.

A nivel táctico se debe determinar la correcta asignación de recursos para la ejecución del plan de mantenimiento; las acciones a nivel operativo deben de asegurar que las tareas de mantenimiento se completen de forma adecuada por los técnicos seleccionados en el tiempo acordado, siguiendo los procedimientos y utilizando las herramientas adecuadas.

2.1 MODELO DE GESTION

Las organizaciones de mantenimiento incluyen actualmente dentro de sus objetivos la gestión adecuada de mantenimiento para que respalden y aporten los resultados del negocio, en los años 80 la gestión tradicional del mantenimiento se basaba únicamente en el estudio del equipo solamente durante la vida operacional, esta visión evoluciono en la década de los 90 a lo que conocemos actualmente como “Asset Management” esta visión se enfoca en la toma de decisiones a partir de la adquisición, utilización, mantenimiento y renovación o disposición final de los equipos. Los ingleses en el año 2004 crean la propuesta de norma PASS 55 la cual se convirtió en el estándar ISO 55000 y actualmente se encuentra en desarrollo; las anteriormente citadas sirven como estándares de mantenimiento en el área de gestión de activos. El ente normalizador a nivel mundial es el instituto de gestión de activos (AIM), cuya función es la de difundir esta metodología a las diferentes organizaciones el cual define como gestión de activos “el arte y la ciencia de tomar las decisiones correctas y optimizar los procesos de selección, mantenimiento, inspección y renovación de los activos”⁴.

Figura 19. Gestión de activos



Fuente: SILVA, Pedro. Pilar 1. En: Preparación para la presentación del examen de certificación en confiabilidad, (2 Octubre - 12 Noviembre: Bogotá, Colombia). Memorias. Bogotá: Aciem, 2013. p 15.

⁴ PARRA, Carlos et. al. Ingeniería de mantenimiento y confiabilidad aplicada en la gestión de activos. Sevilla: Ingeman, 2012 p 14.

El objetivo común es minimizar el costo de vida total de los activos, pudiendo haber además otros factores críticos como el riesgo y continuidad el negocio, los cuales deben ser considerados objetivamente para la toma de decisiones. En la figura 19 se identifican la estructura del sistema de gestión y los elementos más importantes que soportan el modelo.

2.2 CUADRO DE MANDO INTEGRAL.

El cuadro de mando integral (Balanced Scorecard – BSC), consiste en la identificación clara de una misión y una estrategia para conseguir que la gerencia y el personal de mantenimiento trabajen hacia los mismos objetivos, trasladando los objetivos de la organización en objetivos apropiadas de mantenimiento y confiabilidad que soporten y contribuyan a los resultados del negocio. El conocer el estado actual, el estado futuro y las brechas existentes alineadas con las metas del negocio de largo plazo son claves para implementar los indicadores apropiados de uso, con lo que se puede definir y ejecutar métodos de captura e identificar cuando se requieren tomar acciones. En la gráfica 20 se puede observar un caso de aplicación de la metodología BSC.

Figura 20. Metodología BSC a la gestión de mantenimiento.

	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	MEDIDAS (KPI's)	METAS	PLANES DE ACCIÓN	PERSPECTIVA
Misión & Estrategia	Mejorar la eficacia de los costes de mantenimiento	-Coste de mantenimiento por unidad producida (%)	Actual: (X) % Objetivo: (X-1)%	-Asegurar adquisición de datos adecuada y la realización de análisis de criticidad de equipos.	Financiera
	Mejorar el tiempo para reparar y la calidad del mantenimiento	-Fallos repetitivos. -MTTR	-Nº de fallos repetitivos < X -Reducir el MTTR en un Y %	-Programa de análisis de fallos -Programa de mejora del soporte de mantenimiento	Clientes
	Mejora del proceso de mantenimiento y de su documentación	- Cumplimiento de normativa	Certificado de mantenimiento antes del dd.mm.aaaa	Desarrollar los procedimientos e inspecciones técnicas pendientes	Procesos internos
	Asegurar niveles adecuados de entrenamiento y formación para cumplir la misión	- Nivel de entrenamiento por cada nivel de mantenimiento	Definición de los niveles precisos de formación por nivel de mantenimiento	-Definir nivel de entrenamiento por cada nivel de mantenimiento -Realizar entrenamiento y evaluación	Aprendizaje

Fuente: PARRA, Carlos et. al. Ingeniería de mantenimiento y confiabilidad aplicada en la gestión de activos. Sevilla: Ingeman, 2012 p 26.

El cuadro de mando integral se aplica a la gestión de mantenimiento en el momento de formular la estrategia identificando la capacidad de la empresa en temas relacionados con la contratación de servicios de mantenimiento, objetivos y políticas establecidos. También se puede aplicar en la etapa de creación de la estrategia de mantenimiento mediante la aplicación de los objetivos de largo plazo y la implementación de los indicadores básicos de mantenimiento (KPI). Los KPI son utilizados en áreas donde se desea mejorar y desarrollar planes de acción con lo que se estructuran los trabajos de mantenimiento y asignación de recursos; también son utilizados para realizar revisión periódicas del rendimiento de la estrategia y compararlos con los objetivos estratégicos, mediante el cumplimiento de planes de acción. En resumen el BSC es una estructura que de una forma clara y útil informa la evolución de los parámetros fundamentales del negocio, facilitando la toma de decisiones también permite integrar los indicadores técnicos con los financieros en un solo lenguaje.

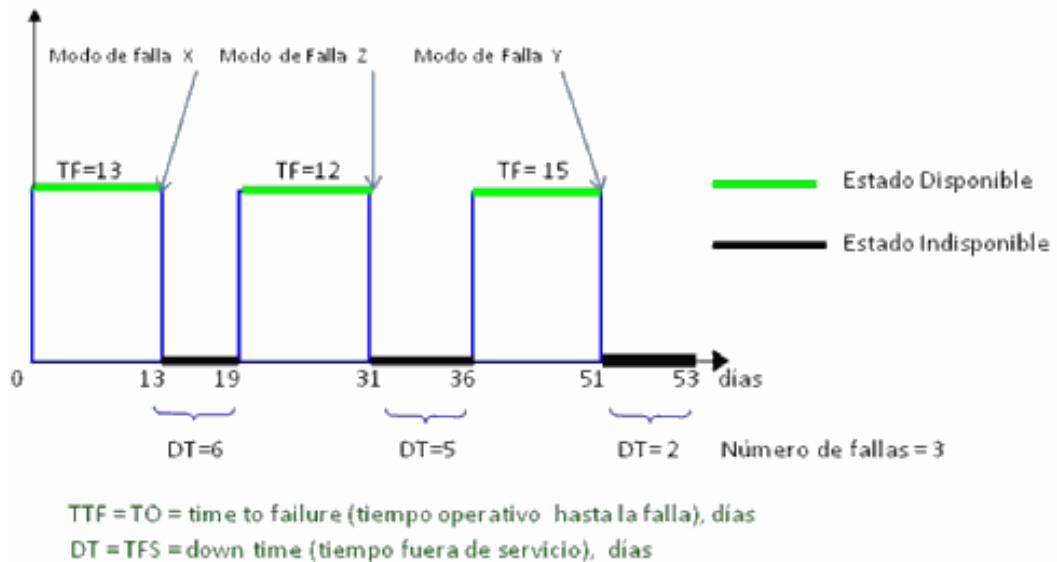
2.3 INDICADORES BASICOS DE MANTENIMIENTO.

Para comprender el cálculo y la definición de los indicadores de mantenimiento se debe de tener claro los siguientes términos: falla, disponibilidad y tiempos de inactividad, respecto a esto Parra define los anteriores términos de la siguiente forma “por fallo se entiende el cese de la aptitud de un equipo para realizar la función requerida. Por tanto, tras el fallo del equipo se encuentra en estado de avería. Fallo es el paso, la transición, de un estado a otro, por oposición a avería que es un estado. Cuando un fallo tiene lugar, existe una o más evidencias físicas (que hacen posible el fallo), es decir, la forma física que hace evidente el cese de la aptitud del equipo. Este concepto, asociado a la evidencia física encontrada una vez que se produce el fallo, se denomina el modo de fallo del equipo (parte reparable o reemplazable). La pregunta que se realiza para identificar el modo de fallo es: que evidencia física provoco el fallo. Además de conocer el que produjo el fallo del elemento, será de enorme interés averiguar porque este tuvo lugar, la razón que condujo al fallo o la causa del fallo”⁵.

En la gráfica 21 se puede observar que la línea de color verde describe el estado disponible del activo asociada a un tiempo de funcionamiento (TF); y un modo de falla específico en el cual el equipo pierde su función principal; mientras que el color negro describe el estado de indisponibilidad del activo y se relaciona al tiempo fuera de servicio (DT); en resumen los objetivo de los indicadores de mantenimiento es evaluar la diferencia entre lo esperado y lo obtenido con la gestión de mantenimiento aplicada mediante los indicadores de mantenibilidad (M(t)), confiabilidad (R(t)) y disponibilidad (A); los cuales son asociados a la producción, los costos y la disponibilidad con relación al tiempo promedio entre fallas y el tiempo promedio para reparar; a continuación se explican estos conceptos.

⁵ PARRA, Carlos et. al. Ingeniería de mantenimiento y confiabilidad aplicada en la gestión de activos. Sevilla: Ingeman, 2012 p 29.

Figura 21. Esquema de distribución de fallas.



Fuente: PARRA, Carlos. Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos. Sevilla: Ingeman, 2012. p 29.

2.3.1 Tiempo medio entre fallas (MTBF).

El tiempo promedio operativo hasta el fallo (MTBF: Mean time between failures), es un indicador técnico de confiabilidad el cual mide el tiempo promedio que opera un equipo hasta la falla, se expresa en tiempo (horas, días, meses etc). Su expresión se observa en la ecuación 1.

Ecuación 1:

$$\text{Tiempo medio entre fallas (MTBF): } \frac{\text{Periodo determinado} \times \text{número de equipos}}{\text{Numero de fallas.}}$$

2.3.2 Frecuencia de fallas (FF).

La frecuencia de fallas es un indicador técnico de confiabilidad que mide el número de fallas en un periodo evaluado, se expresa en (fallas/año, falla/mes, fallas semana, fallas/hora). Su expresión se observa en la ecuación 2.

Ecuación 2:

$$\text{Frecuencia de fallas (FF): } \frac{\text{Número de equipos}}{\text{Intervalo de tiempo}} = \frac{1}{\text{MTBF}} = \lambda$$

2.3.3 Tiempo promedio para reparar (MTTR).

El tiempo promedio para reparar (MTTR: Mean time to repair), es un indicador técnico que mide el promedio del equipo fuera de servicio por cada reparación, el parámetro fundamental para calcular la mantenibilidad ((M(t)) lo constituye el MTTR; la mantenibilidad es expresada como la probabilidad de ser reparado antes de un tiempo (t), en resumen el índice de mantenibilidad representa una gran oportunidad para agregar valor a los sistemas de producción. Su expresión se observa en la ecuación 3.

Ecuación 3:

$$\text{Tiempo promedio para reparar (MTTR)} = \frac{\text{Tiempo fuera de servicio}}{\text{Numero de fallas}}$$

2.3.4 Confiabilidad (R (t)).

El indicador de confiabilidad indica la probabilidad de un equipo para cumplir su función (no falle) bajo condiciones de operación determinadas en un tiempo específico. Su expresión se observa en la ecuación 4.

Ecuación 4:

$$\text{Confiabilidad (R)} = e^{-\lambda t}$$

Donde; λ Es la tasa de falla y corresponde a: $\lambda = \frac{1}{\text{MTBF}}$ y t corresponde al tiempo evaluado.

2.3.5 Disponibilidad (A (t)).

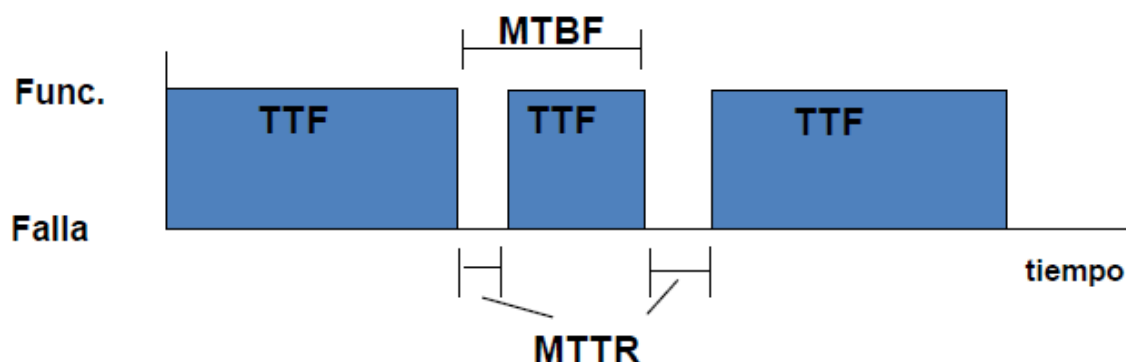
El indicador de disponibilidad indica en forma global el porcentaje de tiempo que un equipo está en condiciones de cumplir su función principal, se expresa en %. Su expresión se observa en la ecuación 5.

Ecuación 5:

$$\text{Disponibilidad (A)} = \frac{\text{Tiempo medio para la falla (MTTF)}}{\text{Tiempo medio para la falla (MTTF)} + \text{Tiempo promedio para repara (MTTR)}} \times 100$$

En la gráfica 22 indicadores de mantenimiento, se resumen los indicadores de mantenimiento descritos en la parte anterior.

Figura 22. Indicadores de mantenimiento.



MTBF Mean time between failures

Tiempo medio entre fallas

MTTR Mean time to repair

Tiempo promedio para reparar

MTTF Mean time to failure

Tiempo medio para falla

$$\text{MTBF} = \text{MTTF} + \text{MTTR}$$

Fuente: SILVA, Pedro. RCM. En Introducción a la ingeniería de confiabilidad (04 Oct -12 Nov, Bogotá, Colombia). Memorias. Bogotá: Aciem, 2013. p 11.

2.4 QUE ES MANTENIMIENTO.

La idea del mantenimiento está cambiando, los cambios son debido a un aumento de tecnología, mayor complejidad de las maquinas, nuevas técnicas de mantenimiento y un nuevo enfoque de la organización y de las responsabilidades del mismo. El mantenimiento está reaccionando ante nuevas expectativas las cuales incluyen una mayor importancia a los aspectos de seguridad y del medio ambiente, un conocimiento creciente de la conexión existente entre el mantenimiento y la calidad del producto, y un aumento de la presión ejercida para conseguir una alta disponibilidad de la maquinaria al mismo tiempo que se optimicen los recursos. Debido a este gran cambio en los últimos años la definición de mantenimiento ha evolucionado hasta llegar a la siguiente definición:

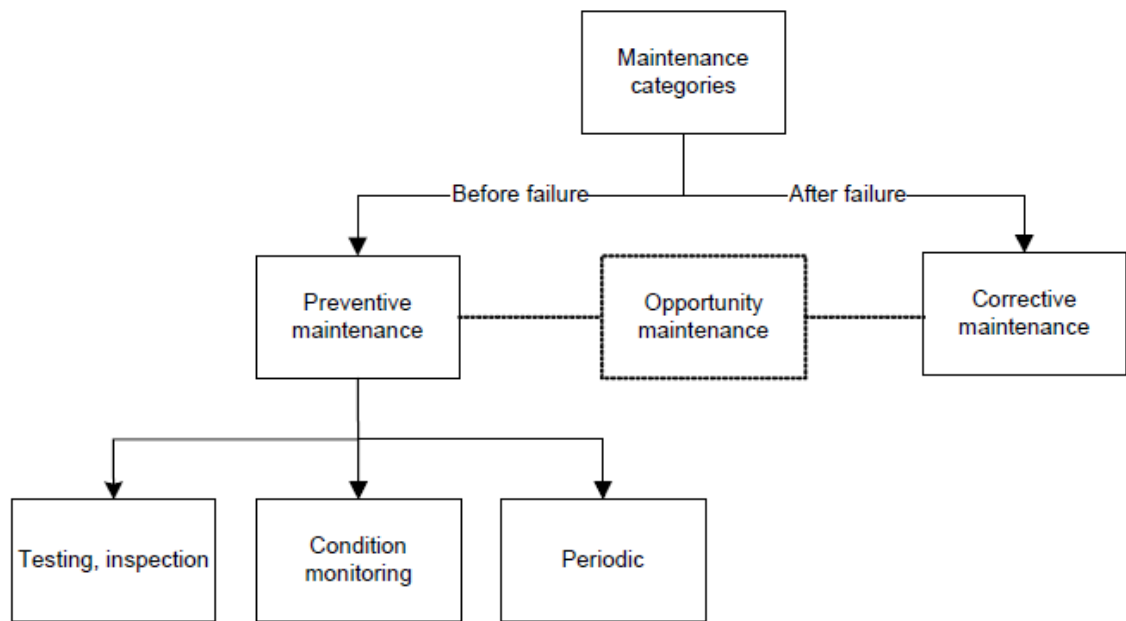
“Preservar la función de los equipos, a partir de la aplicación de estrategias efectivas de inspección y control de inventarios, que permitan minimizar los riesgos que generan los distintos modos de fallas dentro del contexto operacional y ayuden a maximizar la rentabilidad del negocio”⁶.

⁶ PARRA, Carlos. RCM. En Índices técnicos de gestión del mantenimiento (25-26, Julio: Bogotá, Colombia). Memorias. Bogotá: Elite Training, 2012. p 4.

2.4.1 Tipos de mantenimiento.

Según la ISO 14224 existen dos tipos de mantenimiento, el mantenimiento preventivo, el mantenimiento correctivo y un mantenimiento de oportunidad. El mantenimiento preventivo se divide en rutinario, predictivo y en monitoreo de la condición, cada uno de estos se pueden observar en la figura 23, tipos de mantenimiento.

Figura 23. Tipos de mantenimiento.



Fuente: ISO 14224.

2.4.2 Mantenimiento preventivo.

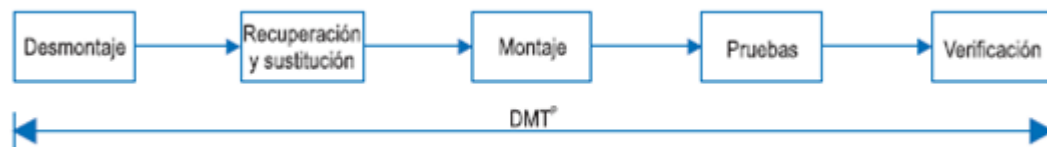
El mantenimiento preventivo se define como las actividades que se realizan de forma planificada y programada mediante inspecciones periódicas encaminadas a descubrir anticipadamente defectos que puedan ocasionar paradas o daños mayores a los equipos.

El mantenimiento preventivo inicia desde el momento que se diseña el equipo pensando en proporcionar al usuario la flexibilidad en el mantenimiento y montaje inicial, los elementos básicos del mantenimiento preventivo se basan en la identificación de partes y componentes a inspeccionar, intervalos específicos de intervención y control sobre el cumplimiento de las tareas de inspección. Para que el mantenimiento preventivo sea exitoso se debe de analizar previamente que eventos (modos de falla) se presentaran para identificarlos y analizar qué

consecuencias se presentaran si suceden, evaluar sus repercusiones y decidir que se debe de hacer para anticiparse, prevenirlo, detectarlo o corregirlo; quiere decir que para cada modo de falla existirá una tarea de mantenimiento clara. Como se explicó anteriormente el mantenimiento preventivo en primer lugar se divide en mantenimiento rutinario o periódico basado en frecuencias establecidas, segundo en mantenimiento predictivo monitoreando la condición basado en inspecciones y mediciones y finalmente en rondas de inspección y monitoreo realizadas por el operador basado en sus sentidos. El mantenimiento preventivo típico consta de las siguientes actividades de mantenimiento: desmontaje, recuperación o sustitución, montaje, pruebas y verificación.

La duración de la tarea de mantenimiento preventivo se representa por DMT_p , el cual es el tiempo de mantenimiento de la tarea preventiva ilustrada en la figura 24, tarea de mantenimiento preventivo.

Figura 24. Tarea de mantenimiento preventivo.



Fuente: KNEZEVIC Jezdimir, Mantenibilidad. Madrid: Isdefe, 1996. P53.

2.4.3 Mantenimiento correctivo.

El mantenimiento correctivo consiste en permitir que un equipo trabaje hasta que pierda la función principal, lo que genera la intervención de actividades para corregir la falla. El mantenimiento correctivo se divide en mantenimiento reactivo el cual toma acciones ante la falla y en el mantenimiento basado en condición el cual reacciona ante el defecto antes de que se produzca la falla; este tipo de mantenimiento es el más conocido y aplicado por el personal de mantenimiento. El mantenimiento correctivo típico consta de las siguientes actividades:

- Detección del fallo.
- Localización del fallo.
- Desmontaje.
- Recuperación o sustitución.
- Montaje.
- Pruebas.
- Verificación.

La duración de la tarea de mantenimiento correctivo se representa por DMT_c , el cual es el tiempo de mantenimiento de la tarea correctivo ilustrada en la figura 25, tareas de mantenimiento correctivo.

Figura 25. Tarea de mantenimiento correctivo.

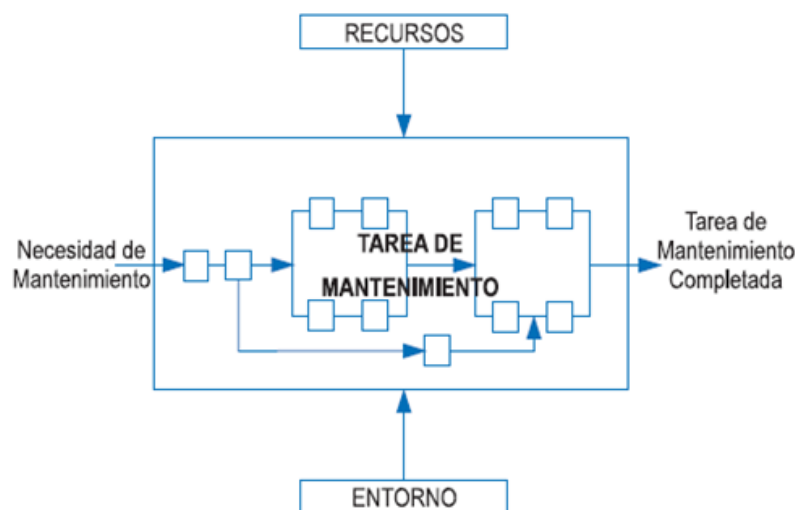


Fuente: KNEZEVIC Jezdimir, Mantenibilidad. Madrid: Isdefe, 1996. P52.

2.5 PROCESO DE MANTENIMIENTO.

La ejecución de tareas de mantenimiento realizadas por el personal de mantenimiento y sugeridas por los fabricantes o en algunos casos por los usuarios, garantiza la prestación de un buen servicio del equipo durante un periodo de tiempo determinado y como se explicó anteriormente por cada modo de falla se asigna una tarea de mantenimiento específica para que mantenga su estado de funcionamiento.

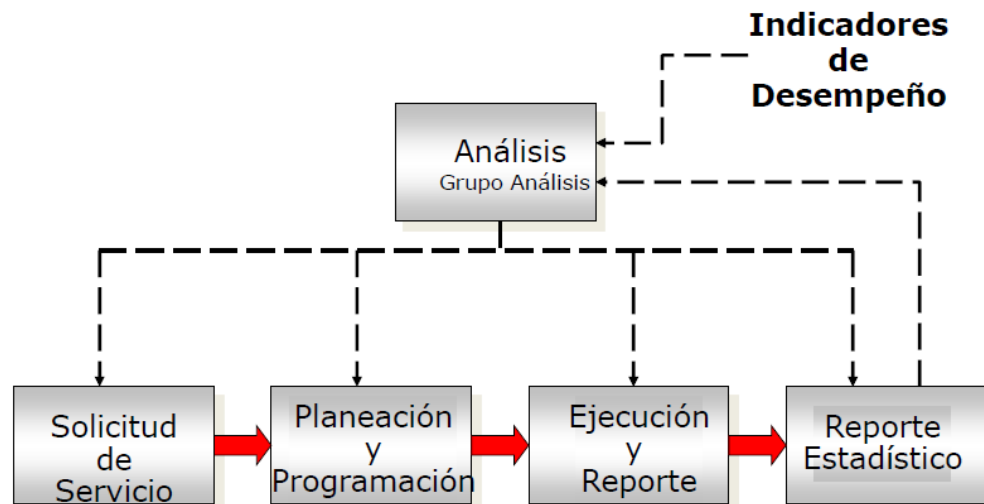
Figura 26. Proceso de mantenimiento.



Fuente: KNEZEVIC, Jezdimir, Mantenibilidad. Madrid: Isdefe, 1996. P20.

Este proceso en el cual el sistema mantiene la función es conocido como proceso de mantenimiento el cual lo define Knezevic como “el conjunto de tareas realizadas por el usuario para mantener la funcionalidad del sistema durante su vida operativa”⁷. En la figura 26, procesos de mantenimiento; explica la estructura básica de un proceso de mantenimiento, inicialmente parte de entradas o solicitudes de trabajo que surgen de las necesidades de mantenimiento las cuales deben ser evaluadas y aprobadas para convertirse en ordenes de trabajo estas necesidades son generadas por los usuario, personal de mantenimiento, operaciones o personal de seguridad.

Figura 27. Proceso operativo de mantenimiento.



Fuente: SILVA, Pedro. RCM. En Gestión del trabajo (04 Oct - 12 Nov: Bogotá, Colombia). Memorias. Bogotá: Aciem, 2013. p 38.

Después el proceso pasa a la etapa de planeación y programación donde se asocian los recursos como personal, equipos, abastecimiento, instalaciones, datos técnicos y recursos informáticos que son ingresados al proceso para controlar el entorno de mantenimiento que son básicamente las restricciones que se presentan en la ejecución de las actividades; con lo cual se obtienen salidas que corresponden a la propia realización de la tarea de mantenimiento finalizada, en donde el cambio de condición alargue la vida operativa del sistema y se garantice la confiabilidad; finalmente el proceso genera reportes estadísticos con lo cual se toman decisiones. En la figura 27, proceso operativo de mantenimiento; se observa el ciclo de las órdenes de trabajo, como herramienta de seguimiento y control de los trabajos.

⁷ KNEZEVIC, Jezdimir, Mantenibilidad. Madrid: Isdefe, 1996. P19.

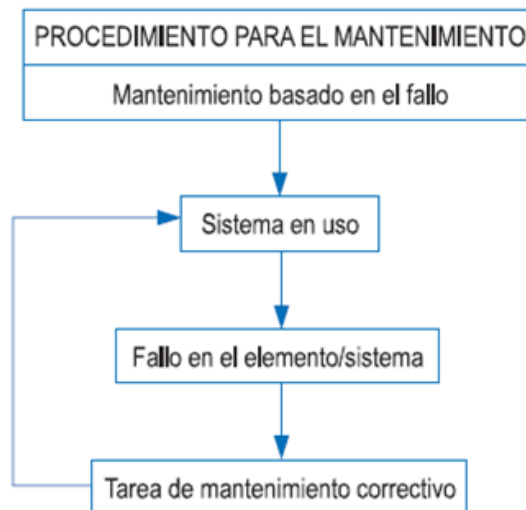
2.6 POLITICAS DE MANTENIMIENTO.

El encargado de mantenimiento debe de administrar y asegurar la correcta ejecución de la estrategia de mantenimiento mediante la implementación de políticas para el logro de los planes de desarrollo integrales. Entre las más comunes encontramos las siguientes: basada en la falla, basada en la duración de la vida del sistema, basada en inspección y basada en la oportunidad.

2.6.1 Política de mantenimiento basada en la falla.

La política de mantenimiento basada en la falla se ejecuta tras haber ocurrido la falla con lo cual se recupere la función del sistema. En esta política de mantenimiento el equipo ha perdido su función debido a una falla de algún elemento o sistema lo cual genera que se realice una tarea de mantenimiento correctiva. Esta política de mantenimiento es aplicable generalmente a equipos o elementos donde la pérdida de función no afecta la seguridad del personal o el entorno y las consecuencias económicas de la fallo son bajas. En la Figura 28 se presenta un diagrama de la política de mantenimiento basado en falla.

Figura 28. Política de mantenimiento basado en falla.



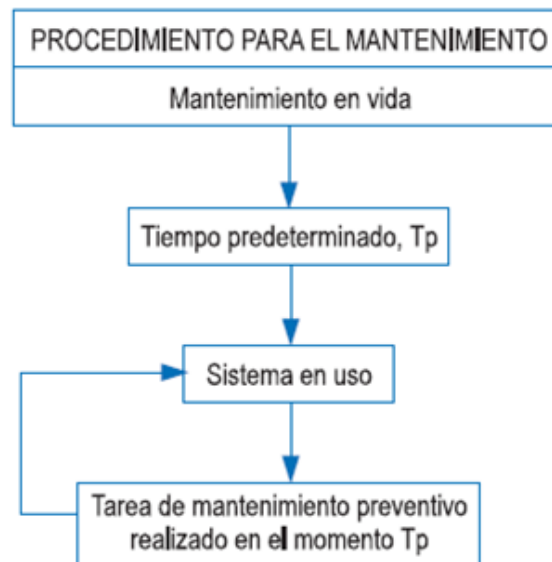
Fuente: KNEZEVIC Jezdimir, Mantenibilidad. Madrid: Isdefe, 1996. p68.

2.6.2 Política de mantenimiento basado en la duración de la vida del sistema.

La política de mantenimiento basada en la duración de vida del sistema se basa en la ejecución de tareas de mantenimiento preventivo previamente establecidas y a intervalos fijos esto hace que se asignen previamente todos los recursos de apoyo de mantenimiento evitando altos costos por pérdida de función minimizando

la aparición de fallos que de presentarse involucrarían la integridad de los elementos. En la Figura 29 se presenta un diagrama del procedimiento de mantenimiento basado en la duración de vida del sistema.

Figura 29. Política de mantenimiento basado en la duración de la vida del sistema.



Fuente: KNEZEVIC Jezdimir, Mantenibilidad. Madrid: Isdefe, 1996. P79.

2.6.3 Política de mantenimiento basado en la inspección.

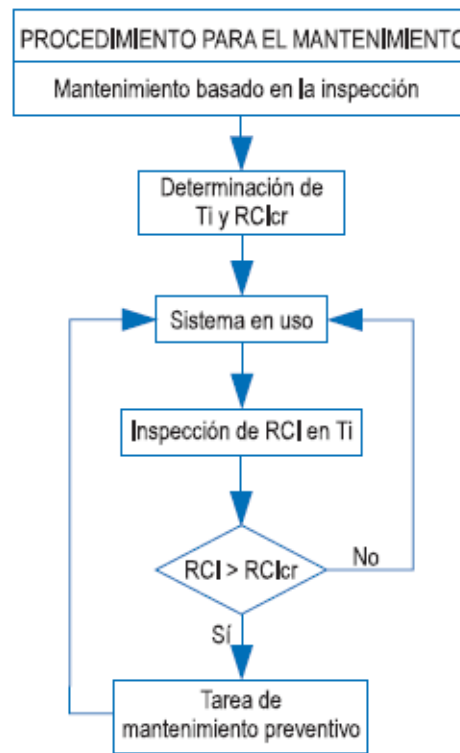
Este procedimiento de mantenimiento se basa principalmente en ejecutar las actividades de mantenimiento preventivo previa inspección del cambio de condición del equipo, mediante el control de ciertos parámetros con lo que se identifica el momento más conveniente para ejecutar las actividades. Cabe decir que si el elemento falla entre inspecciones se realiza una tarea de mantenimiento correctivo. Los beneficios de esta política radica principalmente en la detección oportuna de la falla, establecer un intervalo óptimo con lo cual se mejora la planificación del mantenimiento y un uso más eficaz de los recursos como también mejora la seguridad y la disponibilidad. Esta política se observa en la figura 30, política de mantenimiento basado en inspección.

2.6.4 Política de mantenimiento basado en la oportunidad.

La política de mantenimiento basado en la oportunidad se basa en que todo sistema lo conforman un gran número de partes que requieren una sustitución en grupo con lo que se mantenga la confiabilidad y seguridad del equipo y el entorno; en gran parte estas recomendaciones de sustitución en grupo son recomendadas

por el proveedor del equipo con el fin de evitar paros que directamente impacte económicamente los presupuestos de mantenimiento; además de esto se analiza el estado real del equipo; también es posible emprender sustituciones de grupo cuando se tienen equipos semejantes de costos elevados en donde un paro acarrea elevados costos por indisponibilidad.

Figura 30. Política de mantenimiento basado en la inspección.



Fuente: KNEZEVIC Jezdimir, Mantenibilidad. Madrid: Isdefe, 1996. P93.

2.7 ANALISIS DE CRITICIDAD.

Los procesos de análisis de criticidad sirven para identificar la importancia y las consecuencias de los activos dentro de las instalaciones e identificar y asignar recursos; permitiendo subdividir los elementos en partes más pequeñas las cuales puedan ser mejor controladas. Para realizar esta identificación, existen diferentes métodos basados en la evaluación del riesgo los cuales pueden ser cualitativos y semi cuantitativos, con los cuales se identifican los equipos críticos en un sistema de producción complejo, a continuación se describen el método de flujograma de análisis de criticidad y el modelo de criticidad total por riesgo, aunque cabe aclarar que existen otros métodos los cuales son utilizados dependiendo de la complejidad de los procesos.

2.7.1 Modelo de criticidad total por riesgo.

Este modelo es semi cuantitativo y es entendido como la consecuencia de multiplicar la frecuencia de un fallo (FF) por la severidad (C) del mismo. Este modelo también es realizado por un grupo natural de trabajo los cuales analizan aspectos como operaciones, mantenimiento, procesos, seguridad y ambiente; los resultados son ubicados en una matriz de criticidad 4x4 como se observa en la figura 31, matriz de criticidad propuesta por el modelo CTR; esta matriz permite jerarquizar los equipos en tres áreas: No críticos (NC), media criticidad (MC) y críticos (C); esta matriz varía según las consideraciones de cada empresa.

Figura 31. Matriz de criticidad propuesta por el modelo CTR.

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Fuente: PARRA, Carlos et. al. Ingeniería de mantenimiento y confiabilidad aplicada en la gestión de activos. Sevilla: Ingeman, 2012 p 62.

2.7.2 Método de flujograma de análisis de criticidad.

Este método es netamente cualitativo, se apoya en un equipo natural de trabajo previamente conformado el cual tiene como objetivo analizar evaluar y clasificar una serie de aspectos. Estos aspectos a evaluar son los siguientes: ambiental, seguridad, calidad, tiempo de trabajo, entrega, confiabilidad y mantenibilidad; el análisis de clasificación se genera identificando cada uno de estos aspectos en tres categorías A,B,C; siendo A los equipos de mayor prioridad, B media prioridad y C baja prioridad.

2.8 INVENTARIO Y REPUESTOS CRÍTICOS.

Para que las actividades de mantenimiento puedan ser ejecutadas en su totalidad deben de existir controles mayores sobre los recursos asignados (repuestos) que impacten en los costos y pérdidas de producción afectando directamente las actividades de mantenimiento; también deberá existir control en los elementos

menores para repuestos de menos importancia; toda esta clase de elementos o piezas críticas, repuestos reparables, consumibles etc, requieren ser clasificados con lo cual se obtenga un mejor control administrativo del inventario. Los repuesto deben ser evaluados en términos de costos y criticidad definiendo tres categorías, la primera corresponde a alta criticidad, CA; partes que son absolutamente esenciales para la operación del equipo. La segunda criticidad moderada, CB; partes que podrían tener un impacto leve o moderado negativamente en la operatividad del equipo y la tercera categoría corresponden a repuestos de baja criticidad, CC; partes que no son absolutamente esenciales para la continuidad operacional del equipo. La determinación de cuáles son los repuestos que se deben comprar y cuántos se deben tener “por si acaso” puede ser un asunto riesgoso y costoso. Los repuestos críticos a menudo son costosos, tienen tiempos de espera largo para su consecución y no tenerlos en existencia cuando hacen falta puede conllevar a consecuencias operacionales significativas. Las suposiciones sobre posibles requerimientos, o el impacto de la falta de ellos, son inciertas, y siempre existe la presión de tratar de evitar tener capital amarrado en activos “no productivos”. En todos los procesos de mantenimiento se requiere mantener en las bodegas de almacenamiento una serie de repuestos críticos los cuales estén disponibles físicamente para atender las actividades de mantenimiento, además de suministrar la cantidad precisa para desarrollar la actividad específica y contar con un proceso que nuevamente genere la orden de compra para reponer los repuestos que salieron. Lo anterior es la meta de cualquier organización con lo cual genere valor bajo ciertos estándares de acuerdo a parámetros de calidad establecidos, una buena gestión de repuestos, se basa en asignar a cada tarea de mantenimiento un repuesto, material, insumo o consumible para tener resultados costo eficiente aceptables; ya que el no contar con estos elementos en el momento exacto retrasa las actividades y el proceso de mantenimiento se vuelve lento. En general todo proceso debe de asegurar la continuidad de las operaciones, para cumplir este objetivo; se hace necesario mantener existencia de repuestos y materiales con lo que se asegura la confiabilidad del proceso al momento de ser requeridos; por esta razón es necesario administrar correctamente los inventarios, clasificando los repuestos y materiales según sus funciones, valor, rotación y criticidad; con lo que podamos tomar decisiones frente a los niveles óptimos de existencias para maximizar el rendimiento de la inversión en mantenimiento.

2.9 MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM).

En el interior de las organizaciones los líderes del mantenimiento se encuentran diariamente con la responsabilidad de alinear y engranar los procesos productivos, el manejo del personal, la asignación de recursos y la eficiencia de los activos con lo que se debe de asegura la continuidad en la producción de una instalación u organización dando como resultado el generar valor a la organización; según el tamaño y necesidades de cada una de éstas se debería implementar herramientas de diagnóstico, metodologías de análisis y nuevas tecnologías con el objetivo de optimizar los procesos de gestión de mantenimiento y asegurar que los procesos

de planeación, ejecución y control, de los activos se encuentran alineados con la misión de la organización. Lo anterior nos acerca al concepto de confiabilidad operacional (CO) que es básicamente la “capacidad de una instalación (infraestructura, personas, tecnología) para cumplir su función (haga lo que se espera de ella), y en caso de que falle, lo haga del modo menos dañino posible”⁸.

Lo anterior obliga a los líderes y personal de mantenimiento a cambiar los paradigmas y la forma de abordar los problemas diarios de mantenimiento y proveer soluciones como gerentes, una estructura confiable se denomina mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) lo cual lo define Parra como la “Filosofía de gestión del mantenimiento, en la cual un equipo multidisciplinario de trabajo, se encarga de optimizar la confiabilidad operacional de un sistema que funciona bajo condiciones de trabajo definidas, estableciendo las actividades más efectivas de mantenimiento en función de la criticidad de los activos pertenecientes a dicho sistema, teniendo en cuenta los posibles efectos que originarán los modos de fallos de estos activos, a la seguridad, al ambiente y a las operaciones”⁹. Si esta filosofía es aplicada correctamente permite que las actividades de mantenimiento se ejecuten en menor tiempo, los nuevos activos adquiridos sean puesto en servicio con mayor velocidad y garantiza que se cumpla la función principal de cada uno de ellos además de esto modifica positivamente la relación de la organización, el personal, los recursos y los activos existentes en las organizaciones.

2.9.1 Las siete preguntas del RCM.

El proceso de RCM responder las siguientes siete preguntas sobre el bien o sistema bajo revisión:

1. ¿Cuáles son las funciones y respectivos estándares de desempeño de este bien en su contexto operativo presente?
2. ¿En qué aspecto no responde al cumplimiento de sus funciones?
3. ¿Que ocasiona cada falla funcional?
4. ¿Qué sucede cuando se produce cada falla en particular?
5. ¿De qué modo afecta cada falla?
6. ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir cada falla?
7. ¿Qué debe hacerse si no se encuentra el plan de acción apropiado?

2.9.2 Confiabilidad operacional.

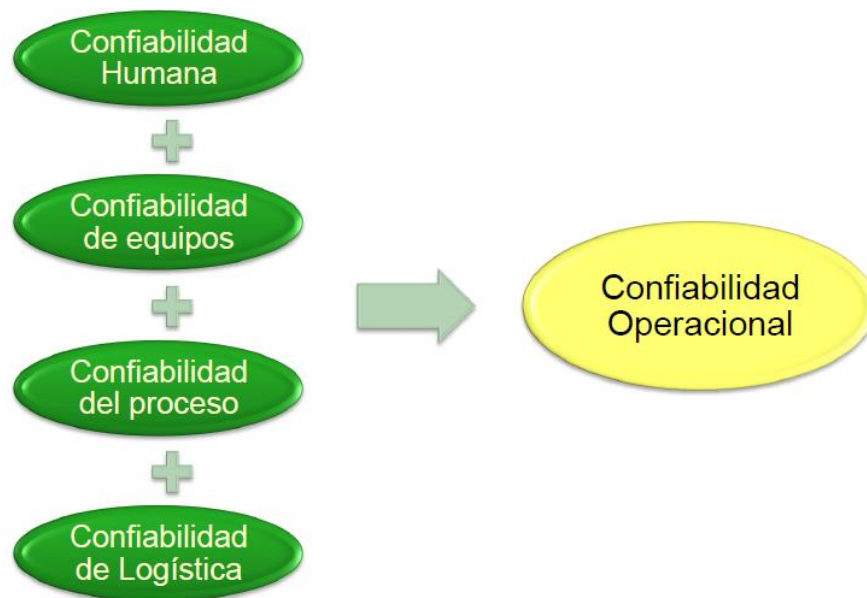
La participación y compromiso del personal que a diario ejecutan las actividades de mantenimiento del componente humano con relación al proceso en una estructura organizacional es lo que se denomina confiabilidad humana.

⁸ PARRA, Carlos. RCM. En Mantenimiento centrado en confiabilidad nivel avanzado (25-26, Julio: Bogotá, Colombia). Memorias. Bogotá: Elite Training, 2012. p 4.

⁹ PARRA, Carlos. RCM. En Mantenimiento centrado en confiabilidad nivel avanzado (25-26, Julio: Bogotá, Colombia). Memorias. Bogotá: Elite Training, 2012. p 11

También se relacionan el diseño de los equipos y los procesos de planeación para disminuir los tiempos medios para reparación y la aplicación de estrategias de mantenimiento para los equipos e instalaciones para el aumento del tiempo medio entre fallas, esta estructura organizacional es lo que se denomina confiabilidad y mantenibilidad de los equipos. Los encargados de mantenimiento y producción deben tener claro la relación entre el conocimiento específico de los procesos de producción con los procedimientos utilizados para operar los equipos bajo las variables de operación establecidas; esta estructura organizacional es lo que se denomina confiabilidad del proceso.

Figura 32. Proceso de confiabilidad operacional.



Fuente: SILVA, Pedro. RCM. En Confiabilidad de manufactura (04 Oct - 12 Nov: Bogotá, Colombia). Memorias. Bogotá: Aciem, 2013. p 27.

La integración de los procesos internos de la organización como operación, mantenimiento, abastecimiento, desarrollo, y los proveedores de insumos, energía, bienes o servicios para asegurar el suministro en términos de cantidad, calidad, oportunidad y costo a través de procesos establecidos que faciliten la logística de entrada y permitan cuando corresponda la gestión de terceros, la administración eficiente de contratos y el análisis de la oferta esta estructura organizacional es lo que se denomina confiabilidad de los suministros. En resumen todos estos procesos (infraestructura, personas, tecnología) relacionados transforman el pensamiento y el actuar del personal y proveen las herramientas de confiabilidad para ayudar a los procesos para cumplir su función y en caso de que falle, lo haga del modo menos dañino posible, la figura 32 ilustra la definición de confiabilidad operacional.

2.9.3 Antecedentes del RCM.

A finales de la década de los 50's dos tercios de los accidentes ocurridos eran producto de fallas en los equipos, hablamos de más de 60 accidentes por cada millón de despegues; esta cifra traída a nuestros días obedecería a 2 accidentes aéreos diariamente en algún sitio del planeta. Para corregir estas fallas se implementaron tareas de intervenciones periódicas con el fin de cambiar las piezas antes de que fallaran y prevenir fallas; sin embargo nuevamente se producía la falla con lo que se concluyó en ese tiempo que las intervenciones se hacían en ciclos muy prolongados, los gerentes de mantenimiento de las aerolíneas hallaban que en la mayoría de los casos, los porcentajes de falla no se reducían y por el contrario se incrementaban. Para hacer frente a esta necesidad a finales de los años 50's nació el mantenimiento centrado en confiabilidad con lo que se implementaron procedimientos de mantenimiento apropiados para incrementar la seguridad en los vuelos entre otros aspectos. Hoy en día la aplicación de esta metodología ha reducido a menos de 2 accidentes por cada millón de despegues, esto significa 1 accidente cada tres o cuatro semanas en el mundo y de estos solo 1/6 son causadas por fallas en los equipos.

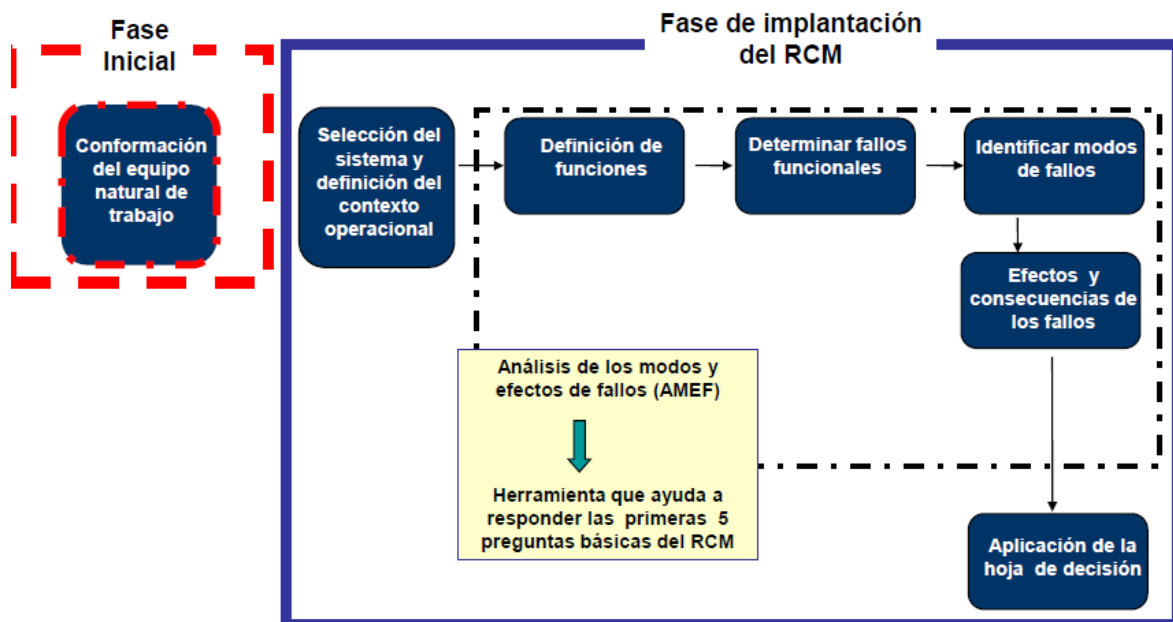
Tras 20 años de trabajo Stanley Nowlan y Howard Heap empleados de la compañía United Airlines Stanley presentaron su libro "Reliability Centered Maintenance, y junto con la aviación comercial de los Estados Unidos en 1968 se presentó la Guía MSG – 1: Evaluación del mantenimiento y desarrollo del programa, y en 1970 se presentó el documento llamado "Planeación de programas de mantenimiento para fabricantes / aerolíneas, cada uno de estos documentos fueron patrocinados por la Air Transport Association of America (ATA). En 1980, la ATA produjo el MSG – 3, Documento Para la Planeación de Programas de Mantenimiento para Fabricantes / Aerolíneas. El MSG – 3 fue influenciado por el libro de Nowlan y Heap (1978). En la década de los 80 John Moubray incursiona en este tema radicándose en el reino unido llegando a más de 44 países en el mundo, su versión del RCM se conoce como el RCM2; en la década de los 90 la American Society of Automotive Engineers (SAE) desarrollando una norma RCM para el control del método y parar con los procesos que no cumplían con la metodología original. La norma aprobada fue (SAE JA 1011). Su título es "Criterios de Evaluación para Procesos de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)" en esta norma se presentan los criterios contra los cuales un proceso se debe de comparar para llamarse proceso RCM; en conclusión si un documento cumple con lo establecido en la norma puede decir que es un proceso RCM, de lo contrario no.

2.9.4 Proceso de implantación del RCM.

Inicialmente se debe de establecer que activos cobijara la metodología antes de comenzar con el proceso, como se observa en el flujograma de implantación del RCM figura 33, se tienen dos fases del proceso de implementación, la fase inicial que corresponde a la conformación del equipo natural de trabajo y la fase de

implantación del RCM que corresponde a la definición del contexto operacional, el análisis de modos y efectos de fallos (AMEF) y la aplicación de la hoja de decisiones.

Figura 33. Flujoograma de implantación del RCM.



Fuente: PARRA, Carlos. RCM. En Mantenimiento centrado en confiabilidad nivel avanzado (25-26, Julio: Bogotá, Colombia). Memorias. Bogotá: Elite Training, 2012. p 14.

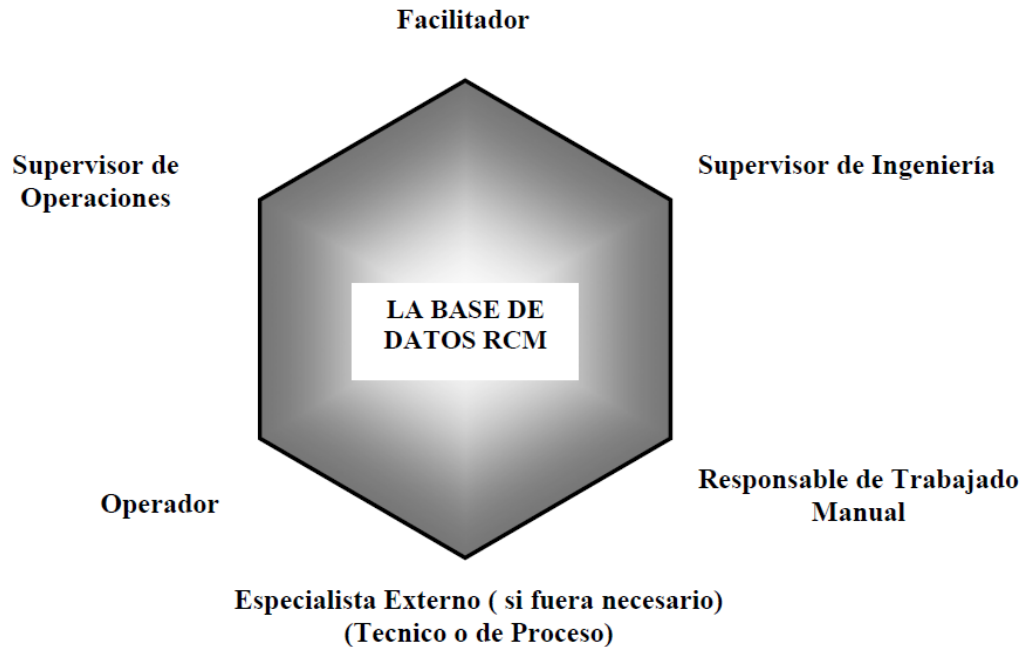
2.9.4.1 Conformación del equipo natural de trabajo.

Para que el equipo natural de trabajo funcione exitosamente lo deben conformar personal de diferentes áreas los cuales posean gran experiencia en el funcionamiento de los equipos y procesos además deberán cumplir con roles y responsabilidades definidas; estar comprometidos con los objetivos generales del grupo para dar solución a los problemas que se presenten durante el proceso, generalmente el grupo de trabajo se encuentra conformado por 4 y 7 personas y lo ideal esta entre 5 y 6 personas. Para garantizar el orden, comprensión y aplicación del proceso se debe de contar con un facilitador que garantice un buen proceso de implementación del RCM. Dentro de las funciones principales de este facilitador se encuentra identificar los equipos críticos, guiar al grupo en la realización de los análisis de modos y efectos de falla, seleccionar las actividades de mantenimiento y coordinar las reuniones del grupo.

En la figura 34 integrantes de un equipo natural de trabajo RCM se identifican los participantes de un grupo inicial, en el cual se encuentran los siguientes:

facilitador, supervisores de mantenimiento y operaciones, especialistas de procesos y operadores.

Figura 34. Integrantes de un equipo natural de trabajo de RCM.



Fuente: Moubray John, Mantenimiento centrado en la confiabilidad. Oxford: Industrial Press Inc, 1991. p 241.

2.9.4.2 Definición del sistema.

El proceso del RCM continúa con la definición de la importancia de cada una de las áreas dentro de la organización, de esta forma se procede a seleccionar el área piloto para implementar el RCM. También el grupo deberá responder cual deberá ser el nivel de detalle para realizar el análisis de modos y efectos de falla y cuál será el área seleccionada. Figura 35. Selección del sistema.

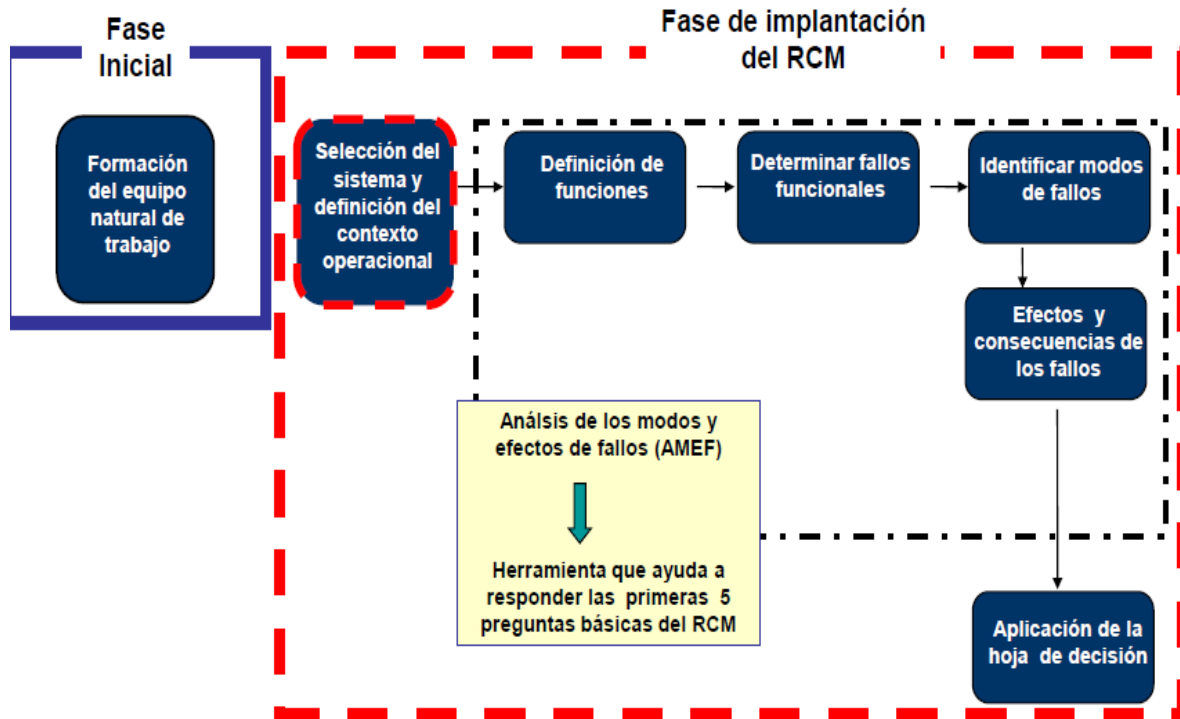
2.9.4.3 Jerarquización de sistemas.

El análisis de criticidad y jerarquización de equipos se requiere realizar para mejorar el diseño de la estrategia de mantenimiento de los equipos según sus clases y categorías además de la clasificación de los equipos en críticos, esenciales (redundantes) y de propósito general.

2.9.5 Contexto operacional.

Antes de iniciar con un proceso de implementación de RCM la empresa deberá tener identificado el contexto operativo donde el equipo desempeñara la función por la cual fue adquirido; ya que estos factores influenciaran en la operación del equipo; tales aspectos van desde determinar el tipo de proceso, turnos de operación, normas de calidad, normativas ambientales, fluctuaciones cíclicas y el nivel de riesgo los cuales generan gran diferencia en el momento de formular la estrategia de mantenimiento a implementar. El contexto operativo debe ser documentado por el personal que posea mayor experiencia en los temas de mantenimiento y operación de los equipos.

Figura 35. Selección del sistema.



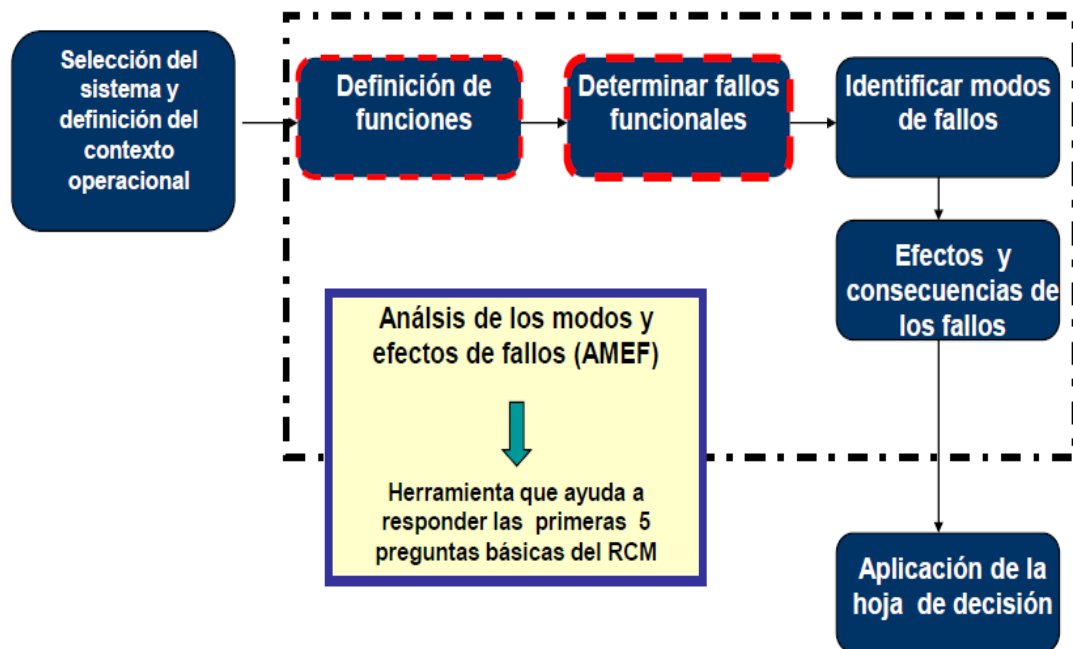
Fuente: PARRA, Carlos. RCM. En Mantenimiento centrado en confiabilidad nivel avanzado (25-26, Julio: Bogotá, Colombia). Memorias. Bogotá: Elite Training, 2012. p 17.

2.9.6 Análisis de Modos y efectos de fallos.

El análisis de modos y efectos de fallas es una herramienta la cual ayuda a responder las primeras cinco preguntas básicas del RCM, esta metodología permite determinar los modos de falla de los componentes de un sistema, el impacto y la frecuencia con que se presenta; en la figura 36, análisis de modos y

efectos de fallas describe como primer paso la definición de funciones y posteriormente a cada función se asocia un fallo funcional. Un AMEF debe de definir las partes del proceso que requieren ser evaluadas incluyendo la revisión del proceso, modos de fallo (Que podría salir mal), causas de falla (por qué sucede la falla) y efectos de falla (cuales serían las consecuencias de las fallas); en resumen un AMEF identifica el equipo y su operación los modos de falla potenciales y sus causas, evalúa los efectos de los sistemas de cada modo de falla; planteando medidas para reducir los riesgos asociados a cada modo de falla y genera un archivo de consulta técnica para el personal.

Figura 36. Análisis de modos y efectos de fallas.



Fuente: PARRA, Carlos. RCM. En Mantenimiento centrado en confiabilidad nivel avanzado (25-26, Julio: Bogotá, Colombia). Memorias. Bogotá: Elite Training, 2012. p 38.

2.9.6.1 Definición de funciones.

El satisfacer las necesidades de nuestros clientes a un nivel de desempeño esperado genera alto grado de satisfacción, si por alguna razón esta satisfacción se pierde se dice que el bien no está cumpliendo con la función por la cual fue adquirido y el usuario considerara que el bien fallo. La incapacidad del bien para cumplir las funciones que el usuario espera que realice se define como falla. Para asegurar diariamente la satisfacción de nuestros clientes se debe de identificar las funciones de forma conjunta con los respectivos niveles de desempeño que desea el usuario final, ya que todos los procesos no son constantes y las desviaciones de

las variables de procesos generan desviaciones en los estándares de los procesos se debe de generar herramientas para alinear nuevamente los parámetros bajo las tolerancias del proceso. Las funciones de los equipos se dividen en primarias y secundarias las cuales se describen a continuación.

2.9.6.2 Funciones primarias.

Se define como funciones primarias las razones básicas por las cuales el bien fue adquirido, esto quiere decir que se debe de incorporar un nivel alto de calidad en el momento de definirlos. Cuando los procesos son sencillos las funciones primarias son básicas de reconocer ya que el nombre del activo en la mayoría de los equipos está basado en su función principal. Sin embargo cuando los procesos son complejos se utilizan diagramas de bloques con lo cual se identifica la relación que existe entre cada uno de los equipos en cada etapa del proceso, de esta forma se determina las funciones primarias en equipos complejos.

2.9.6.3 Funciones secundarias.

La mayoría de los equipos generalmente prestan además de su función primaria servicios adicionales, los cuales se denominan como funciones secundarias y deberán ser identificadas claramente ya que la pérdida de las funciones secundarias trae consecuencias igualmente la entrada en falla del equipo, el usuario final espera mucho más de sus equipos no solo que cumplan la función principal sino que tenga asociados servicios extras que satisfagan ciertos parámetros, entre estos tenemos; el cumplimiento de especificaciones técnicas particulares y la normatividad de cada producto, integridad estructural, control, estética, protección y economía

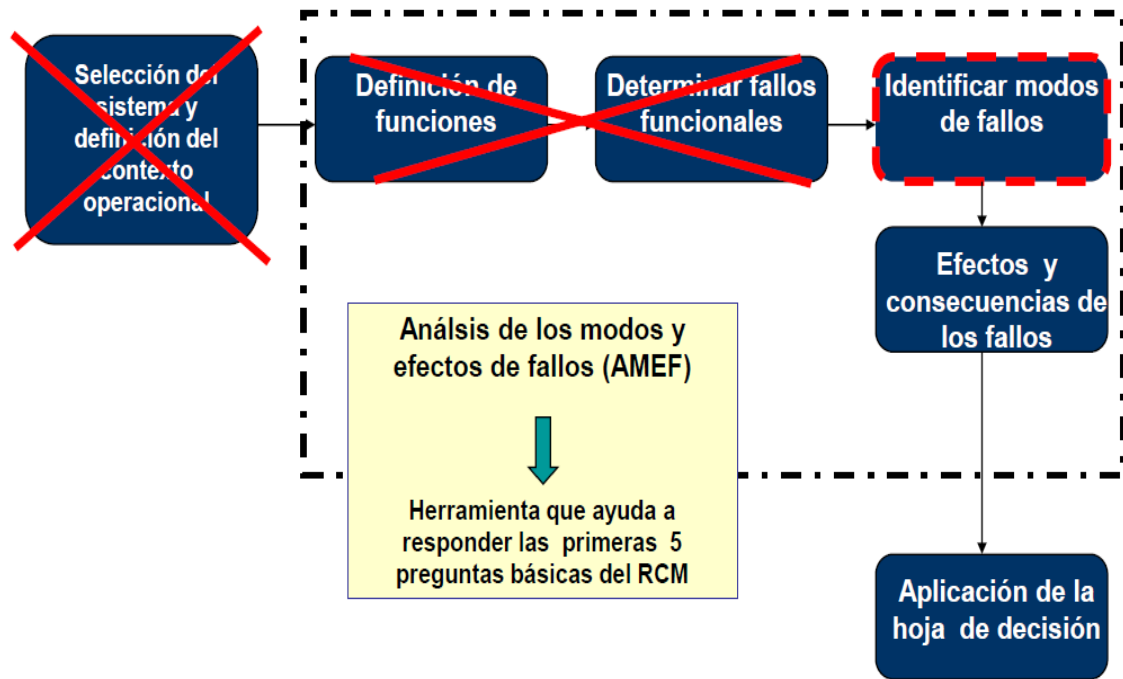
2.9.6.4 Tipos de fallas funcionales.

Los equipos se mueven entre dos parámetros, un estado satisfactorio de disponibilidad y un estado donde ha perdido la función el equipo llamado falla funcional la cual se define como la incapacidad de cumplir una función aun nivel de exigencia estipulado por el usuario. Las fallas funcionales se presentan en forma parcial o total en el equipo, pueden presentarse también en la desviación de los límites superior e inferior de un proceso o cuando no se satisfacen la calidad del producto y finalmente se presenta cuando el contexto operativo no está bien definido.

2.9.7 Modos de falla y análisis de los efectos.

Después de determinar las funciones primarias y secundarias de los equipos se debe de establecer los modos de falla los cuales se definen como cualquier evento que cause que un bien, sistema o proceso puedan fallar. En la figura 37 se describe el proceso de identificación de modos de falla en la implementación de un proceso de RCM.

Figura 37. Identificación de modos de fallas.



Fuente: PARRA, Carlos. RCM. En Mantenimiento centrado en confiabilidad nivel avanzado (25-26, Julio: Bogotá, Colombia). Memorias. Bogotá: Elite Training, 2012. p 45.

2.9.7.1 Clasificación de modos de falla.

Los modos de falla se pueden clasificar de la siguiente forma, primero cuando el desempeño se encuentra por debajo de los niveles deseados, segundo el desempeño supera la capacidad inicial y tercero cuando el bien no cumple con la función primaria por el cual fue adquirido. Los modos de falla a ser identificados son los que probablemente se espera que sucedan en un contexto operacional generado, particularmente se debe de tener en cuenta los eventos de falla anteriormente registrados en los activos de similares diseños y especificaciones técnicas, modos de falla que actualmente estén asociadas a tareas de mantenimiento particular y cualquier otro modo de falla que no se halla presentado pero que es probable que se presente.

2.9.7.2 Efectos de las fallas.

Los efectos de las fallas describen lo que sucede cuando se presenta un modo de falla, la descripción de los efectos de falla debe incluir toda la información necesaria para respaldar la evaluación de las consecuencias de la falla y responden básicamente a la pregunta que sucede, que evidencias existen, en qué medida, de qué manera, que daño físico y que debe hacerse para repararla.

2.9.7.3 Fuentes de información sobre modos y efectos.

Para recopilar la información y realizar un AMEF se debe tener en cuenta los eventos que han sucedido y los que pueden suceder, las fuentes más comunes para recopilar esta información se encuentran inicialmente en el fabricante del equipo, otros usuarios que posean el mismo equipo, históricos del equipo, personal de mantenimiento y operaciones; estos últimos son la fuente de información más valiosa para preparar un AMEF ya que conocen el funcionamiento del equipo, conocen el estado del equipo, cuanto afecta cada falla a la totalidad del equipo y que acciones o razonamientos se deben de tomar al momento que se presenta una falla.

2.9.7.4 Funciones ocultas y evidentes.

Las fallas evidentes son aquellas que se perciben o aprecian cuando ocurren por sí misma y son inevitablemente evidentes para los operadores o encargados de mantenimiento bajo un contexto operacional definido. Las fallas evidentes tienen consecuencias medioambientales y de seguridad, operativas y no operativas, mientras que las fallas ocultas son aquellas que cuando se presentan el operador o encargado de mantenimiento en condiciones normales no las pueden percibir.

2.10 ÁRBOL DE DECISIONES DEL RCM.

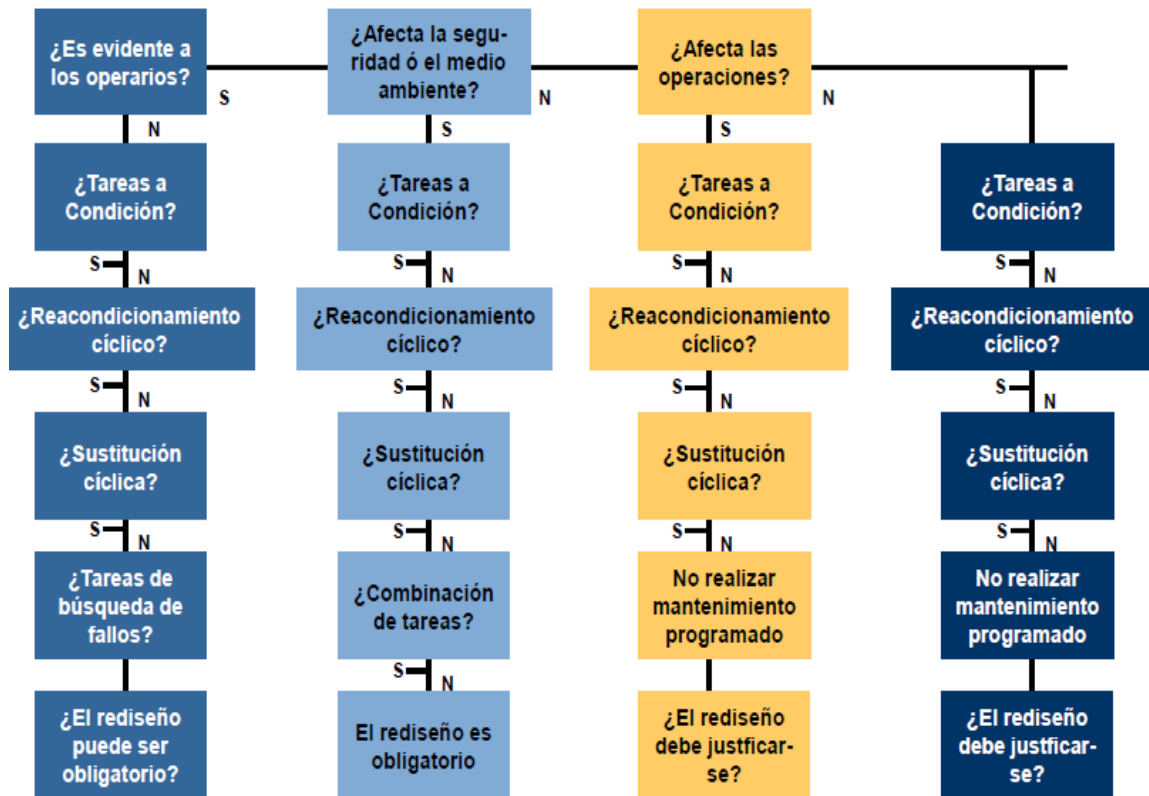
Terminado el AMEF el grupo de trabajo debe de seleccionar el tipo de actividad de mantenimiento que ayude a prevenir la aparición de cada modo de falla, el árbol lógico de decisiones Figura 38 se utiliza para seleccionar estas tareas de mantenimiento, a partir de esta metodología se responden las pregunta 6 y 7; el RCM identifica dos grandes grupos: las tareas proactivas y reactivas, las primeras corresponden a todas las actividades desarrolladas antes que ocurra la falla, tradicionalmente se conoce como mantenimiento preventivo y predictivo.

2.10.1 Actividades proactivas.

Para la metodología RCM las actividades proactivas se dividen en cuatro categorías las cuales son, tareas programadas en base a condición, reacondicionamiento, sustitución y reemplazo programado y búsqueda de fallos ocultos; las cuales se explican a continuación:

La primera actividad proactiva son las tareas programadas en base a condición estas se basan en que las fallas tienen un proceso de crecimiento paulatino, quiere decir que se desarrollan en un periodo de tiempo, si se detectan a tiempo se pueden programar acciones para corregir esta condición el inicio del fallo es lo que se conoce como fallo potencial y se define como la condición física identificable.

Figura 38. Árbol lógico para la selección de estrategias de mantenimiento.

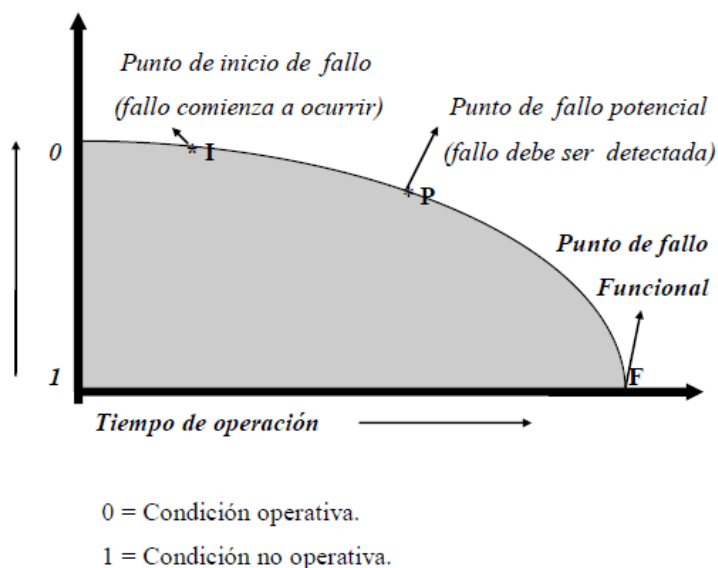


Fuente: PARRA, Carlos. RCM. En Mantenimiento centrado en confiabilidad nivel avanzado (25-26, Julio: Bogotá, Colombia). Memorias. Bogotá: Elite Training, 2012. p 73.

En la figura 39 curva de comportamiento de fallo potenciales (intervalo P-F); se describe la evolución de falla identificado el inicio del punto de fallo (I) y su evolución en el tiempo ya que no ha sido posible detectarlo lo que incrementa su deterioro, hasta el punto donde es detectado (P) denominado punto de fallo potencial; si esta condición no es atendida oportunamente se produce el fallo funcional (F) en el cual el equipo deja de prestar su función. La segunda tarea son las de reacondicionamiento las cuales son actividades de prevención realizadas a los equipos a un intervalo menor al límite de vida operativa del equipo en función del análisis de sus funciones en el tiempo. Este tipo de actividades se conocen como overhauls y se aplica en equipos o instalaciones complejas.

La tercera categoría son las tareas de sustitución o reemplazo programado la cual se basa en el cambio de componentes o partes a un intervalo menor al de su vida útil, devolviendo la condición original al componente o parte; la diferencia entre la anterior y esta es que la de sustitución involucra algunos componentes mientras que la de reacondicionamiento involucra todos los componentes del sistema.

Figura 39. Curva de comportamiento de fallos potenciales (intervalo P-F).



Fuente: PARRA, Carlos et. al. Ingeniería de mantenimiento y confiabilidad aplicada en la gestión de activos. Sevilla: Ingeman, 2012 p 137.

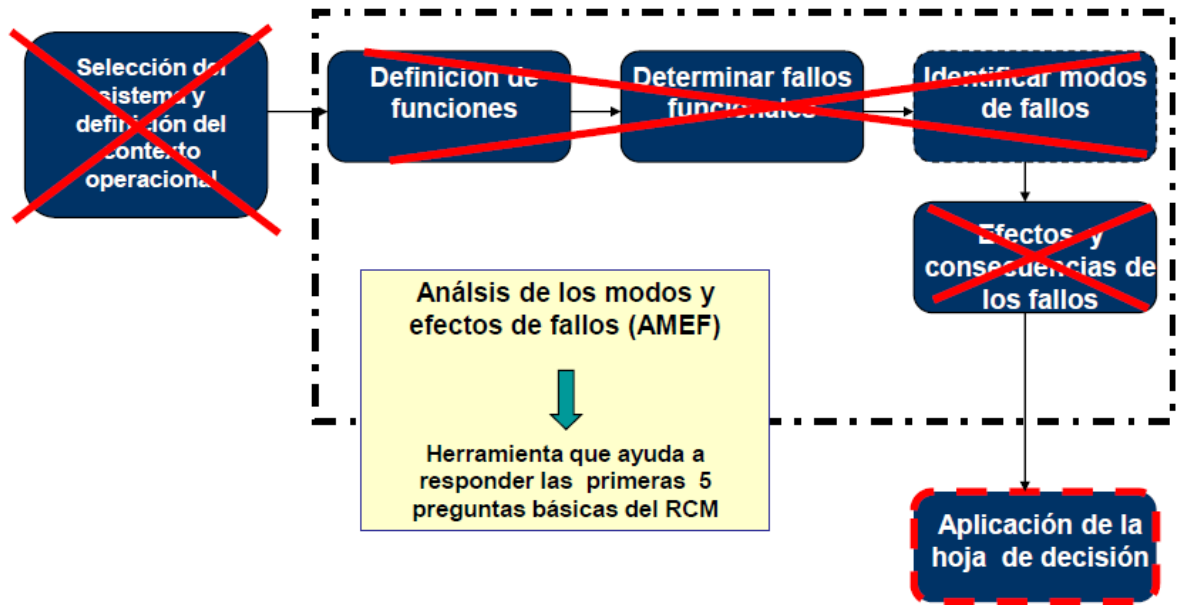
La cuarta y última categoría obedece a las tareas de búsqueda de fallos ocultos; lo que busca esta tarea es tratar de disminuir la probabilidad de ocurrencia de fallos ocultos revisando periódicamente modos de falla que no son evidentes bajo condiciones normales de operación. Este tipo de fallas no tienen consecuencias directas, pero estas condiciones generan la aparición de fallos que afectan la operación del equipo.

2.10.2 Actividades reactivas.

Las actividades reactivas se definen como las tareas en donde la intervención se realiza después que la falla se presenta; estas tareas se proponen cuando no es posible identificar una tarea proactiva efectiva. Este tipo de actividades se dividen en dos categorías, las de rediseño y las actividades de mantenimiento no programado.

Las actividades de rediseño se aplican a la estrategia de mantenimiento o al modo de fallo cuando no es posible reducir la posibilidad de ocurrencia de los modos de fallo para reducir la consecuencia de estos modos; en las actividades de mantenimiento no programado se toma la decisión de esperar a que ocurra la falla y actuar de forma reactiva. En la figura 40 se describe el proceso de aplicación de la hoja de decisiones.

Figura 40. Aplicación de la hoja de decisión.

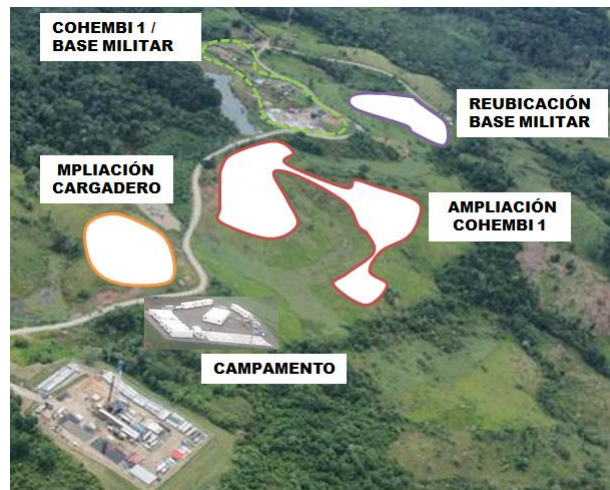


Fuente: PARRA, Carlos. RCM. En Mantenimiento centrado en confiabilidad nivel avanzado (25-26, Julio: Bogotá, Colombia). Memorias. Bogotá: Elite Training, 2012. p 59.

3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO

La estación Cohembi está diseñada para tratar la producción de crudo del campo Cohembi, este campo cuenta con cuatro (4) locaciones de donde se extrae el crudo mediante bombeo electro sumergible, en cada una de ellas y se induce mediante bombeo multifasico a través de líneas de flujo hasta la estación siendo recibida por el múltiple de producción. El Campo Cohembi tiene dos pozos inyectores de recuperación secundaria llamados Cohembi 1 y Cohembi 6 en los cuales se inyectan 5.000 BWPD y 10.000 BWPD respectivamente, el agua inyectada en estos pozos es proveniente de la estación Quillacinga y es transportada en carro tanques desde esta estación. El pozo CH 1 se encuentra ubicado dentro de la estación Cohembi. Actualmente se desarrollan proyectos de ampliación de la estación Cohembi que comprenden la instalación de nuevos equipos de tratamiento de crudo, agua y servicios auxiliares como son la generación eléctrica, sistemas contra incendio y el campamento de los operadores.


Figura 41. Ampliación estación Cohembi.



Fuente: Informe Ampliación Estación Cohembi-Noviembre 2013

En la figura 41, ampliación estación Cohembi; se observa una vista panorámica de la estación y los sectores de ampliación. Las facilidades de producción de la estación Cohembi cuentan con una capacidad de tratamiento de crudo, agua y gas de 15.000 BOPD, 10.000 BWPD y 1.5 MMscfd respectivamente. El proceso se deriva en tres sistemas principales de tratamiento: crudo, agua y gas; en la tabla 2, lista de equipos estación Cohembi, se presenta un listado de cada uno de los sistemas de tratamiento con los respectivos equipos que intervienen en el proceso y en la figura 42 se presenta un diagrama de flujo del proceso de producción.

Tabla 2. Lista de equipos estación Cohembi.

 LISTADO DE ACTIVOS ESTACION COHEMBI					
Item	Estacion	Ubicación	Codigo	Descripcion	Cantidad
1	Cohembi	Sistema de produccion	MAN-101	Manifold de produccion	1
2	Cohembi	Sistema de produccion	V-101	Separador de produccion	1
3	Cohembi	Sistema de produccion	V-102	Separador de prueba	1
4	Cohembi	Sistema de produccion	V-103	Tratador termico - Separador de prueba	1
5	Cohembi	Sistema de produccion	B-101	Caldera 150 HP	1
6	Cohembi	Sistema de produccion	TK-101A	Tanque de agua caldera	1
7	Cohembi	Sistema de produccion	TK-101B	Tanque de combustible caldera	1
8	Cohembi	Sistema de produccion	HE-101	Intercambiador de calor	1
9	Cohembi	Sistema de produccion	MX-101	Mezcaldor estatico	1
10	Cohembi	Sistema de produccion	TKV-101A	Tanque almacenamiento de crudo 6.250 BBLS	1
11	Cohembi	Sistema de produccion	TKV-101B	Tanque almacenamiento de crudo 3.000 BBLS	1
12	Cohembi	Sistema de produccion	TKV-101C	Tanque almacenamiento de crudo 5.000 BBLS	1
13	Cohembi	Sistema de produccion	TKH-501/2/3/4/5/6	Tanque almacenamiento de crudo 500 BBLS	6
14	Cohembi	Sistema de produccion	EV-101	Tratador electroestatico	1
15	Cohembi	Sistema de produccion	SK-201	Skimming tank	1
16	Cohembi	Sistema de produccion	TK-201	Tanque de natas	1
17	Cohembi	Sistema de inyeccion	P-101-A/B/C	Bomba de descargadero 15HP	3
18	Cohembi	Sistema de inyeccion	TK-102-A/B/C/D/E/F	Tanque almacenamiento agua TK-500 BLS	6
19	Cohembi	Sistema de inyeccion	P-103-A/B	Bomba booster 20HP	2
20	Cohembi	Sistema de inyeccion	F-104-A/B	Filtro agua tipo cascara de nuez 5.000BPD	2
21	Cohembi	Sistema de inyeccion	P-104-A/B	Bomba retrolavado 3HP	2
22	Cohembi	Sistema de inyeccion	TK-105	Tanque almacenamiento diesel 5.000G	1
23	Cohembi	Sistema de inyeccion	P-105-A/B	Bombas de Inyeccion 300HP	2
24	Cohembi	Sistema de inyeccion	P-106-A/B	Bombas retorno agua clarificada 5HP	2
25	Cohembi	Sistema de inyeccion	P-106-C	Bombas recirculacion lodos 2HP	1
26	Cohembi	Sistema de inyeccion	TK-106	Tanque decantador 45 BBLS	1
27	Cohembi	Sistema de inyeccion	TK-107	Lechos de secado / Catch tank	1
28	Cohembi	Sistema de cargue	P-107-A/B/C/D	Bombas cargadero 25 hp	4
29	Cohembi	Sistema de produccion	TK-108	Tanque almacenamiento diesel 5000G	1
30	Cohembi	Sistema de generacion	CE-108A	Generador electrico	1
31	Cohembi	Sistema de cargue	BC-109-A/B/C	Brazo de carga	3
32	Cohembi	Sistema de generacion	TR-110	Transformador electrico	1
33	Cohembi	Sistema de produccion	CA-111	Compresor aire	1
34	Cohembi	Sistema de produccion	MC-112-A/B/C	Medidor tipo Coriolisis	3
TOTAL DE ACTIVOS ESTACION COHEMBI					58

Fuente: Los autores

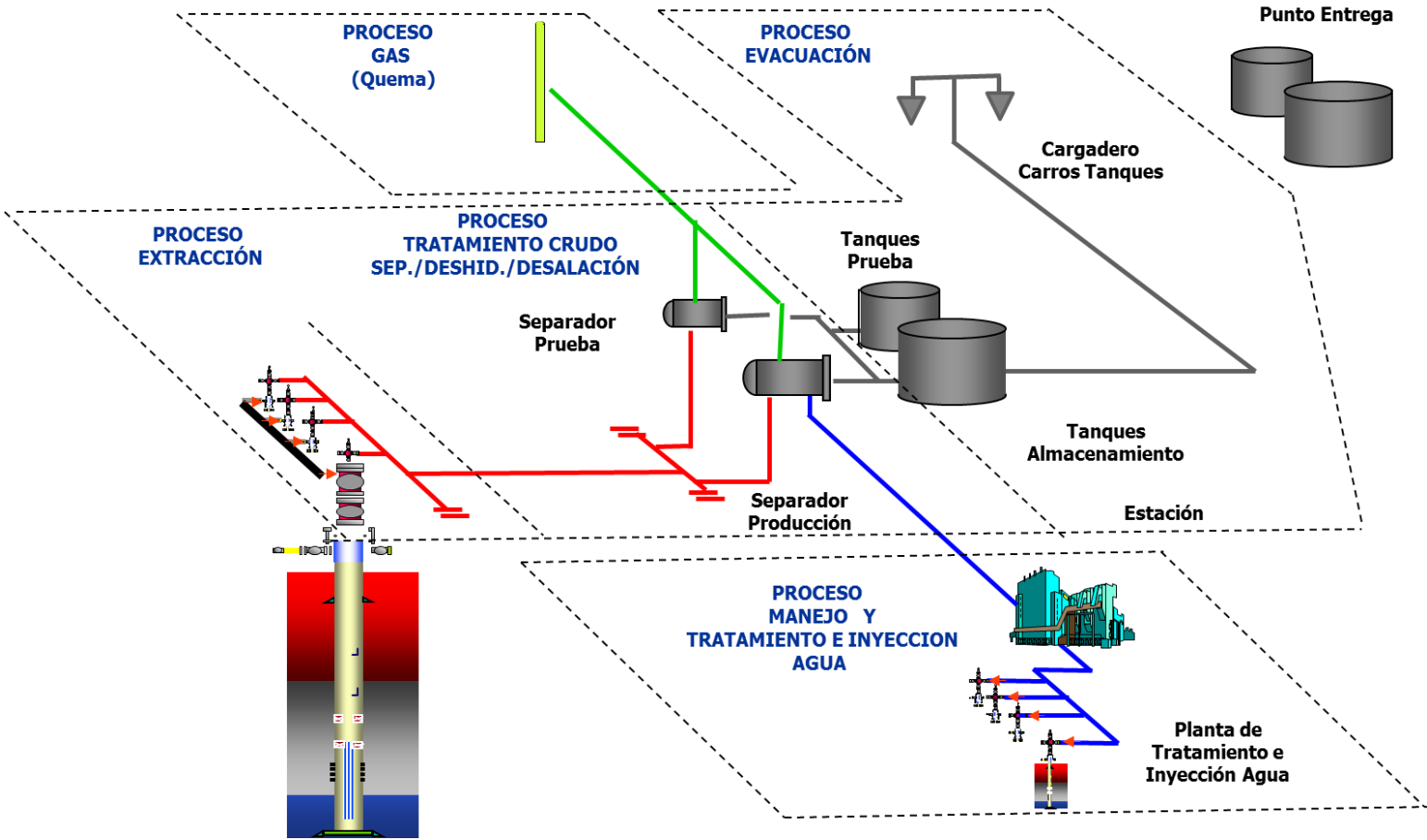
3.1 Proceso de tratamiento de crudo.

El manifold se alimentará con fluido multifasico proviene de diecinueve (19) pozos los cuales se encuentran distribuidos de la siguiente forma:

- Locación Cohembi 2 (CH2, CH12, CH13)
- Locación Cohembi 3 (CH3, CH5, CH7, CH17)
- Locación Cohembi 4 (CH4, CH8, CH11, CH16)
- Locación Cohembi 6 (CH6, CH9, CH10, CH14, CH15, O32, L32 y K34)

El crudo producido por estos pozos es transportado en líneas de flujo que cuentan con indicadores de presión y temperatura, válvula de corte, cheque y válvulas de expansión térmica.

Figura 42. Diagrama de flujo proceso Campo Cohembi.



Fuente: Los autores

Estas líneas de flujo son conectadas al cabezal de producción y de prueba del manifold, para luego ser dirigidos hacia el separador de producción, o al separador de prueba donde se separa el flujo multifásico en crudo, gas y agua. El manifold está dispuesto de la siguiente manera:

- Cabezal de producción de 10" tiene capacidad de soportar los fluidos provenientes de los pozos mencionados anteriormente. En el cabezal cuenta con sus válvulas de corte y by-pass como protección de las facilidades, un cupón de corrosión, válvulas de bola para la inyección de químicos, indicadores y transmisores de presión.
- Cabezal de prueba de 6" tiene capacidad de soportar los fluidos provenientes de los pozos mencionados anteriormente. En el cabezal cuenta con sus válvulas de corte y by-pass como protección de las facilidades, un cupón de corrosión, válvulas de bola para la inyección de químicos, indicadores y transmisores de presión. El fluido del cabezal de prueba puede ser enviado indistintamente hacia el separador de prueba.

Posterior al manifold se encuentra la primera etapa de separación, la cual ocurre en los separadores de producción. Para esta etapa se dispone de dos separadores trifásicos uno de producción y otro de prueba con posibilidad de instalación de otro separador de producción futuro. Los separadores trifásicos operaran a 35 psig a una temperatura entre 150°F y 200°F; estos cuentan con un tiempo de retención de 5 minutos y se espera que la corriente de crudo a la salida tenga un contenido menor al 15% de agua. El separador de producción está diseñado para tratar 30.000 BFPD (25.000 BWPD y 5.000 BOPD) y 2 MMscfd. El separador de prueba hace parte del sistema de prueba, la línea de prueba puede ser direccionada a los sistemas de prueba con el fin de medir la tasa de producción de crudo, agua y gas. El separador de prueba tiene una capacidad de tratamiento para 7.000 BPD y 2 MMscfd. La corriente de crudo separado puede ser direccionada hacia los tanques de prueba. En el tanque de prueba se puede corroborar la medición de los fluidos del separador, para su posterior envío hacia los tanques de almacenamiento. En las facilidades se cuentan con nueve (9) tanques de almacenamiento de crudo; la alineación de las válvulas para cada servicio se realiza de forma manual; los tanques de almacenamiento existentes tienen una capacidad volumétrica de 3.000 Bls, 5.000 Bls, 6.250 Bls y seis (6) tanques de 500Bls cada uno, con una capacidad operativa de 17.250 Bls aproximadamente, esto permite que en caso de presentarse una falla en el despacho se pueda almacenar crudo durante un día; las bombas de despacho de crudo son de 350 gpm con una presión de descarga de 45 psig cada una y pueden succionar de cualquiera de los tanques de almacenamiento según sea el caso; para el cargue de un camión el tiempo de despacho es aproximadamente 40 minutos, distribuidos en 15 minutos de llenado y 25 minutos de alistado del cargue, es decir que con dos brazos de llenado en el cargadero podemos despachar el crudo producido en un día en aproximadamente 8 horas.

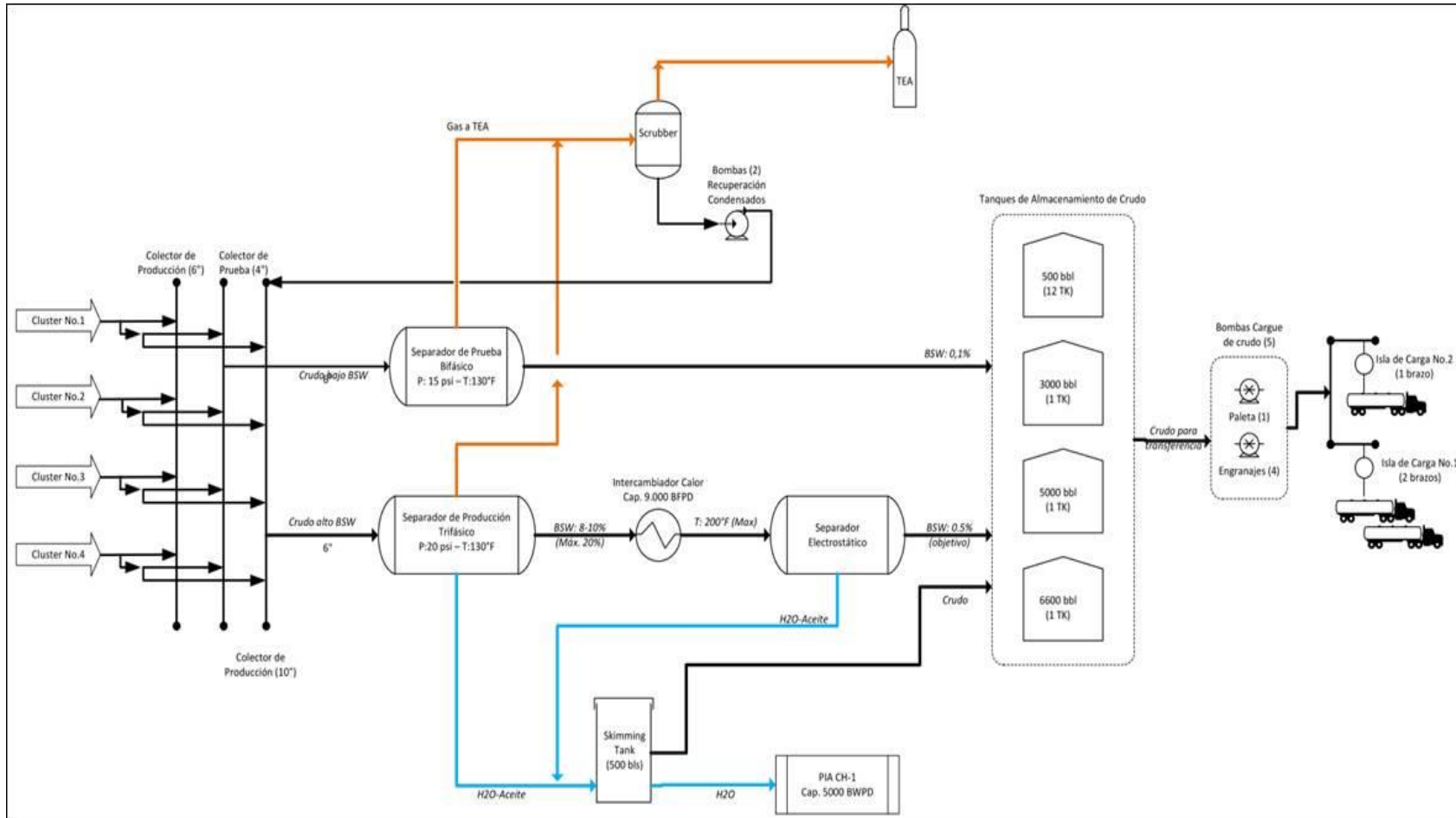
3.2 Proceso de tratamiento de gas.

El gas recuperado de los separadores es direccionado hacia un sistema de disposición conformado por un Scrubber con capacidad para 2 MMscfd, donde se asegurará una presión necesaria por medio de válvulas reguladoras de presión para enviar el gas como combustible a generación. En el momento de apertura de estas válvulas reguladoras, el gas aliviado alimentará al K.O. Drum y posteriormente llevado a quema en la tea. Los alivios provenientes de las PSV's de los separadores serán dirigidos al K.O Drum junto con los alivios de las PSV's del manifold de producción. Parte del gas que no es recuperado en el separador trifásico queda disuelto en el crudo, por lo cual se usa un sistema de tea de baja para enviarlo a un sistema de alivio conformado por el K.O. Drum con capacidad para 1 MMscfd y la tea existente para ser quemado. En la figura 43, se describe mediante un diagrama de flujo el proceso descrito anteriormente.

3.3 Proceso de tratamiento de agua.

El agua de producción tratada proveniente de la estación Quillacinga será transportada a la estación Cohembi por medio de carro tanques con una capacidad diaria de transporte total de 5,000 Bbls. Para el descargue de los carro tanques se cuenta con 2 brazos de conexión y con tres (3) unidades arregladas de modo que envíen el agua recibida a los tanques de almacenamiento (cada brazo opera con una bomba, y una en stan-by). El agua recibida del descargadero es almacenada en los tanques que tienen una capacidad de 500 Bls. De los tanques de almacenamiento el agua es enviada a los Filtros Cascara de Nuez con la ayuda de las bombas Booster de 20 HP y 200 Gpm. Antes de ser inyectada el agua es filtrada en un filtros Cascara de Nuez con capacidad de 5,000 BFPD, se tiene un filtro de respaldo para no detener la operación cuando exista un proceso de retro lavado. Estos filtros tienen su propia bomba de retro lavado la cual es parte integral del skid. El agua de retro lavado es enviada al decantador. El agua clarificada de este tanque es reenviada a los tanques de almacenamiento mediante las bombas de 5 HP y 75 gpm que como filosofía de operación una ópera, mientras la otra esta como respaldo. Los sólidos recogidos en el decantador son enviados al lecho de secado por gravedad. El agua filtrada es enviada a las bombas Triplex de inyección de 300 HP y capacidad de 143 gpm para su inyección final al pozo. Estas bombas son impulsadas por motores Diesel los cuales cuentan con todos sus servicios auxiliares para su arranque y funcionamiento. En el lecho de secado que tiene una capacidad de 250 Bls, en este equipo se recibirán los disparos de las PSV de las bombas Triplex, los sólidos con agua provenientes del decantador y la línea de alivio de los Filtros Cascara de Nuez. Los residuos de este tanque son enviados por vehículos a una planta de tratamiento de residuos o devuelto a los tanques de almacenamiento. En la figura 43, se describe mediante un diagrama de flujo el proceso descrito anteriormente.

Figura 43. Diagrama de flujo estación Cohembi.



Fuente: Informe de gestión gerencia de ingeniería e infraestructura-Marzo 2014

3.4 Proceso de servicios auxiliares.

Los drenajes provenientes de los equipos están alineados hacia la caja API, este sistema de separación cuenta con dos bombas de cavidades, las cuales succionan fluido de cualquier compartimiento del separador; la alineación de estos fluidos se realiza manualmente de tal forma que el agua sea direccionada a los skimming tank y el crudo hacia los tanques. El Sistema de aire industrial y de instrumentación está diseñado para suplir las necesidades de una forma eficiente y segura. Este sistema está compuesto por: compresor, filtros, secadores de aire, tanque acumulador y la instrumentación necesaria para su correcta operación. La generación de energía eléctrica de la estación Cohembi se produce mediante un generador, impulsado por un motor diesel con una potencia de 275 HP y un tanque con capacidad de almacenamiento de 5.000 galones sobre dique en concreto.

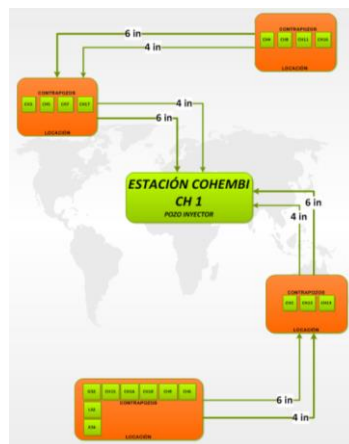
3.5 Contexto operacional específico de estación de producción Cohembi.

A continuación se describe el contexto operacional específico de la estación de producción Cohembi, se mencionan los sub procesos y los equipos utilizados en la operación diaria de la estación; los cuales se describen en la figura 45, mediante un diagrama de bloques.

3.5.1 Recolección de fluidos.

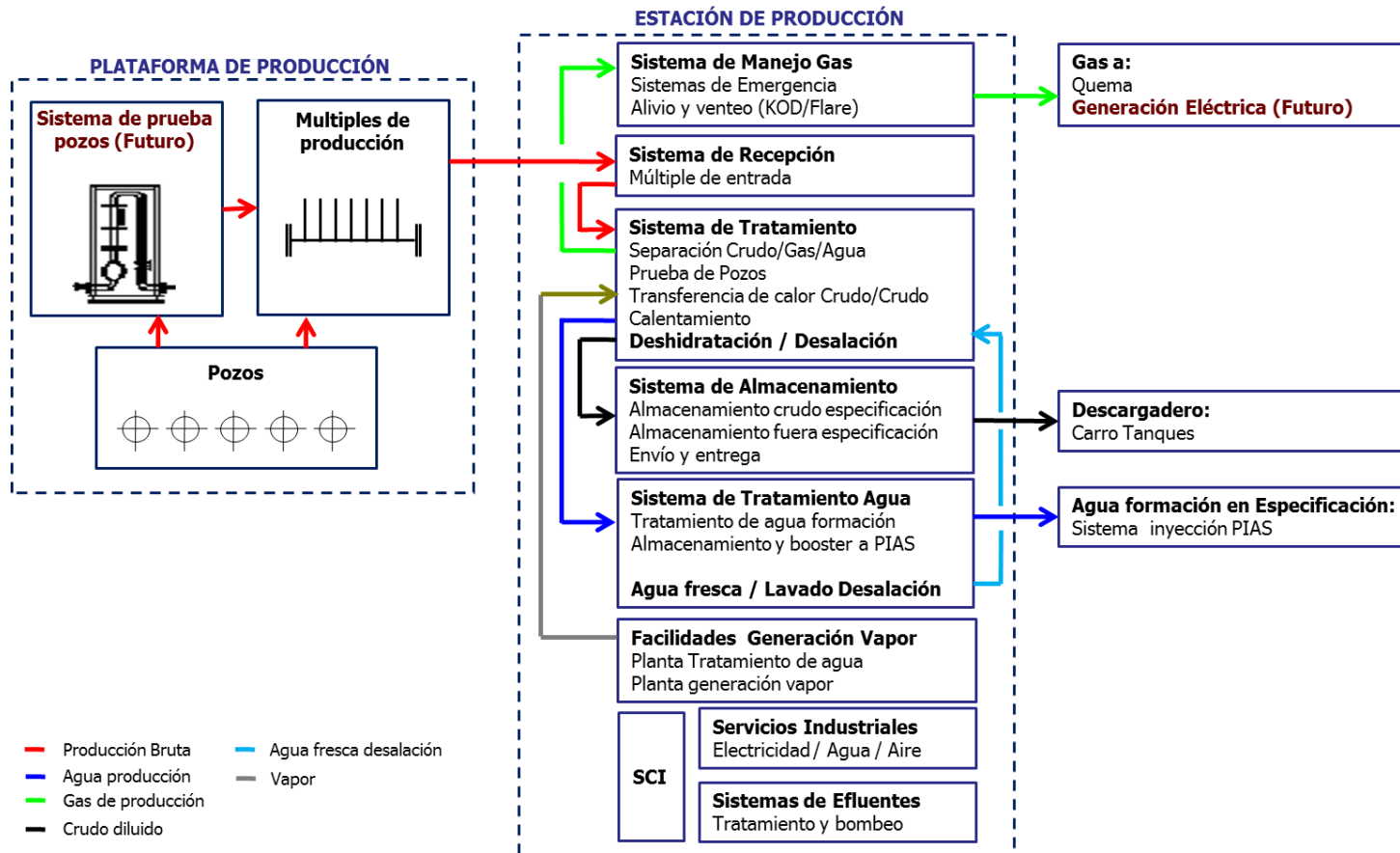
En el campo Cohembi se integra por cuatro plataformas de producción, las cuales albergan todos los pozos productores e inyectores del campo. En la gráfica 44 se describe la distribución de las cuatro (4) plataformas dentro del campo Cohembi, detallando las distancias respecto a la estación.

Figura 44. Campo Cohembi.



Fuente: Los autores

Figura 45. Diagrama de bloque estación Cohembi.



Fuente: Los autores

De cada uno de los pozos productores se extraen un fluido multifasico los cuales son recolectados en líneas de 6" y 4" de diámetro, línea de producción y línea de prueba respectivamente, hasta llegar al múltiple de recolección para iniciar su tratamiento dentro de la estación; acorde con la composición y características del crudo, se desarrolla su procesamiento. En la tabla 3 y 4 se describen la caracterización del crudo y la producción promedio mensual durante el año 2014.

Tabla 3. Caracterización de pozos Campo Cohembi.

CLUSTER	POZOS	TIPO	BOMBEO	PRODUCCIÓN		
				FLUIDO (BFPD)	BSW (%)	GAS (SCFD)
1	Ch-4	Productor	BES	290	0,1	35.000
	Ch-8	Productor	BES	180	0,2	20.000
	Ch-11	Productor	BES	280	0,1	70.000
	Ch-16	Productor	BES	--	--	--
2	Ch-3	Productor	BES	1.240	5	160.000
	Ch-5	Productor	BES	1.250	6,5	130.000
	Ch-7	Productor	BES	1.200	0,1	65.000
	Ch-17	Productor	BES	--	--	--
3	Ch-6	Productor	BES	--	--	--
	Ch-9	Productor	BES	1.400	0,1	160.000
	Ch-10	Productor	BES	1.160	13	145.000
	Ch-14	Productor	BES	1.160	0,2	135.000
	Ch-15	Productor	BES	1.450	3,6	115.000
	O-32	Inyector	--	--	--	--
	L-32	Inyector	--	--	--	--
4	Ch-2	Productor	BES	1.500	73,5	40.000
	Ch-12	Productor	BES	1.450	23	145.000
	Ch-13	Productor	BES	--	--	--

Fuente: Informe de Gestión Gerencia de Ingeniería e Infraestructura-Marzo 2014

Tabla 4. Gravedad y viscosidad pozos Campo Cohembi.

	CH 8	CH 4	CH 3	CH 5	CH 7	CH 12	CH 11	CH2	PROMEDIO
Gravedad API	16,37	19,54	18, 21	18,57	16,54	17,95	17,49	16,77	17,68
S.G.	0,957	0,937	0,945	0,943	0,956	0,947	0,95	0,954	0,949
Cps a 80 °F (26,	2164	186	306	215	1075	487	1338	532	787,9
Cps a 80 °F (26,	2261	199	324	228	1125	514	1409	557	827,1
Pour Point ° F	257	9	9	9	39	39	48	49	32,4
Pour Point ° C	13,9	-12,8	-12,8	-12,8	3,9	3,9	8,9	9,4	0,2

Fuente: Análisis fisicoquímico campo Cohembi, yacimientos. Diciembre 2012

Como se observa en la tabla anterior, la estación está en condiciones para manejar tres tipos de fluidos (gas, agua y aceite), con un crudo de entrada de gravedad 17°API y una producción media de 12.500 BFPD y 1.350.000 SCFD; acorde con las características del crudo Cohembi, la estación cuenta con las facilidades para el procesamiento de dos tipos de crudos, descritos a continuación:

- Crudo limpio: mezcla proveniente de pozos con un %BSW menor a 0,2%.
- Crudo sucio: mezcla proveniente de pozos con un %BSW mayor a 0,2%.

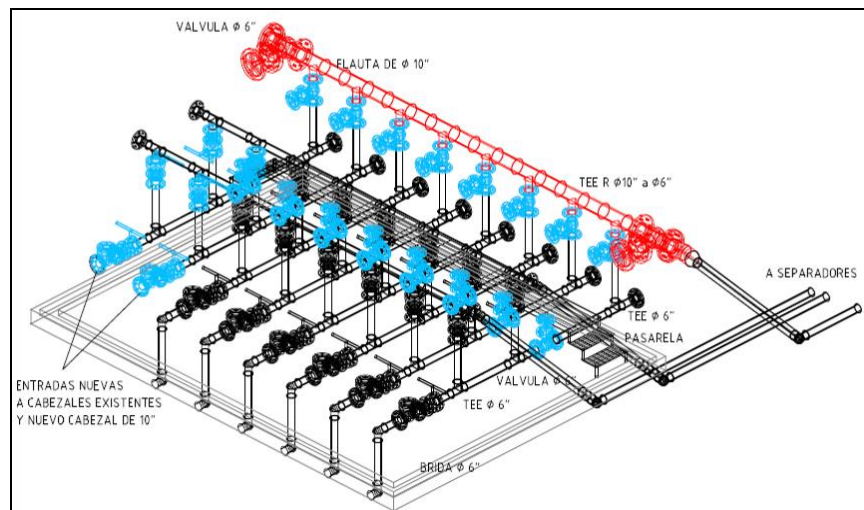
3.5.2 Múltiple de recolección. (MAN-101)

Toda la producción del campo Cohembi es recolectada en la estación a través del múltiple de recolección figura 46, el cual se compone de tres tuberías detalladas a continuación:

- Colector de Producción - 10”.
- Colector de Producción - 6”.
- Colector de Prueba - 4”.

La entrada del crudo a cada colector se controla de manera manual con válvulas tipo bola (ANSI-150#) y válvula de retención (ANSI-150#), en cada línea de entrada se poseen indicadores de temperatura y presión con el fin de registrar las condiciones operativas a la entrada de la estación; del colector de prueba, el crudo limpio es conducido al separador de prueba; de los colectores de producción, el crudo sucio es conducido al separador de producción.

Figura 46. Múltiple de recolección.



Fuente: Informe cierre de proyecto “Ampliación múltiple de producción estación Cohembi” - Febrero 2014

Como contingencia operacional, es posible recibir el crudo sucio en los cabezales de producción, y de allí conducirlo al separador de prueba, aguas arriba del múltiple se tiene proyectado instalar una válvula shutdown para proteger las instalaciones y el personal operativo en caso de alto-alto nivel en los separadores de producción y sobre-presión en el múltiple (mayor a 250 psi); en los tres (3) colectores, se ubican puntos de inyección para el tratamiento químico; la presión en el múltiple oscila entre 45-50 psi, y una temperatura entre 130-145°F, muy similar a las condiciones energéticas en cabeza de pozo. La capacidad de diseño del múltiple es de 25.000 BFPD, en caso de una futura ampliación, los tres cabezales del múltiple terminan en brida-válvula, evitando así una parada de producción. En la figura 47, se describe la instrumentación montada en el múltiple de producción.

Figura 47. Instrumentación del múltiple de recolección.



Fuente: Dossier de construcción múltiple de recolección estación Cohembi - Febrero 2014

3.5.3 Tratamiento de crudo limpio.

La etapa de tratamiento de crudo limpio corresponde a la separación bifásica del crudo recibido en la estación, donde el gas es derivado a la TEA y el aceite se almacena en los tanques de crudo, para su posterior despacho.

3.5.4 Separador de prueba (V-102).

La estación cuenta con un separador trifásico ANSI-600#, montado sobre un skid petrolero para movilizarlo en caso de requerirse, como se observa en la figura 48, sin embargo; la operación del mismo se lleva a cabo en modo bifásico, consecuencia del bajo BSW del crudo limpio. La entrada del fluido se realiza en

línea de 6" de diámetro, en la parte frontal del equipo, donde choca con una placa deflectora, tipo gorro chino, logrando la separación de los fluidos a través del principio de *momentum*: "Las diferentes fases al tener diferente densidad van a tener diferente momento. Ante un cambio de dirección brusco, la fase más pesada va a doblar más lenta que la liviana".

Figura 48. Separador de prueba.



Fuente: Informe de gestión gerencia de ingeniería e infraestructura- Febrero 2014

La fase líquida cae por gravedad al fondo del recipiente, su evacuación es controlada por la válvula LCV-201; actuada por el nivel del recipiente, dos flotadores, uno por bajo y uno por alto nivel intervienen sobre la válvula, permitiendo el paso del aceite. Si el nivel del líquido dentro del recipiente es bajo, la válvula LCV-201 se cierra; si el nivel del líquido es alto, la válvula LCV-201 se abre por completo. Previo a la salida del separador, el gas atraviesa una malla coalescente (demister), donde las partículas muy pequeñas de líquido que arrastra la corriente gaseosa entran en contacto con el material coalescente, formando partículas más grandes, que por acción de la gravedad caen al fondo del separador; en la operación, la presión en el separador oscila entre 15-20 psi, controlada por la válvula LCV-202, actuada por la presión diferencial del recipiente. Durante la evacuación del gas, una placa de orificio tipo Daniels permite la medición de flujo de gas, a través del principio de presión diferencial: "La pérdida de presión causada por restricción del diámetro es proporcional al cuadrado de la velocidad de flujo; la velocidad multiplicada por el área de restricción, arroja el caudal que flujo por el medidor". Aunque el separador cuenta con la facilidad para un sistema de lavado (sand-jet), la operación de lavado es ocasional debido a la baja producción de arena y sedimentos que contiene el

crudo limpio de Cohembi. En la figura 49 se observa el separador descrito anteriormente y sus principales accesorios.

Figura 49. Separador de prueba



Fuente: Informe de gestión gerencia de ingeniería e infraestructura- Febrero 2014

3.5.5 Almacenamiento (TKH-501/2/3/4/5/6).

El aceite evacuado del separador de prueba, es almacenado en los seis (6) tanques horizontales, comúnmente llamados tanques de prueba, con capacidad individual de 500 BLS (capacidad total: 3.000 BLS), un colector de 6"-150# conduce el aceite al área de tanques, y el ingreso a cada tanque está controlado por una válvula manual tipo compuerta (4"-150#), ubicada en la parte media del tanque; los tanques trabajan a presión atmosférica a través de un cuello de ganso (3") expuesto a la atmósfera. Los tanques no cuentan con ninguna instrumentación asociada, por lo que la medición de nivel en los mismos se realiza a través de una cinta de medición a fondo cada 8 horas, actividad realizada por el auxiliar de producción. Un colector de 6"-150# recibe la salida de crudo de cada tanque, ubicada en la parte inferior de los mismo, para conducir el crudo a las bombas de cargue. En la figura 50 y 51 se observan los tanques horizontales descritos anteriormente.

3.5.6 Tratamiento de crudo sucio.

La etapa de tratamiento de crudo sucio corresponde a la separación trifásica del crudo recibido en la estación, donde el gas es derivado a la TEA, el agua libre es

conducida a la PIA, y la emulsión (aceite-agua) a un tratamiento electrostático y luego almacenado en los tanques de crudo horizontales.

Figura 50. Tanques horizontales.



Fuente: Informe de gestión gerencia de ingeniería e infraestructura- Febrero 2014

Figura 51. Área tanques horizontales.



Fuente: Informe de gestión gerencia de ingeniería e infraestructura- Febrero 2014

3.5.7 Separador de producción (V-101)

A diferencia del separador de prueba, el separador de producción, ANIS-150#, opera en modo trifásico, con capacidad para 10.000 BFPD con un tiempo de retención de 5 minutos para el líquido y 1 MMSCFD de gas; el separador se ubica sobre un skid petrolero, en el cual está instalado un tanque pulmón para el aire de instrumentos, ofreciendo el suministro directo del mismo a la instrumentación del separador. En la figura 52 se presentan la hoja de datos del separador de producción.

Figura 52. Datos de construcción separador de producción.

DATOS DECONSTRUCCIÓN		
CONSTRUIDO POR	WELL DONE ENERGY	
ITEM	6,80 m x 1,93 m ANSI 150	
SERVICIO	SEPARADOR HORIZONTAL DE TRES FASES WDE 040	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN	AGOSTO 2012	
PRESIÓN DE DISEÑO INTERNO	225	PSIG
TEMPERATURA DE DISEÑO	20/200	°F
PRESIÓN DE PRUEBA	200	PSIG
ESPESOR DE LAMINA	1/2	
CAPACIDAD	125	BLS
PESO TOTAL EN VACIO	8	TON
RADIOGRAFIA	RT-1	
MANEJO BFPD	TIEMPO RET 40 SEG MANEJO 12.000 A 16.000 BLS	
FLUIDO CONTENIDO	WATER/OIL/MIXTURE (NO LETHAL)	
REGLAS /CODIGO	ASME VIII, DIV.1 E.98, A-00	

Fuente: Dossier de construcción separador de producción

La entrada del fluido se realiza en línea de 6" de diámetro, por la parte superior del equipo, adicionalmente, un sistema de by-pass (6") en la entrada del equipo brinda la maniobra operativa de aislar el equipo en caso de contingencia. Al entrar, el fluido choca con una platina, favoreciendo la separación de las fases líquido-gas y la separación de la emulsión aceite-agua. Un manómetro (rango 0-150 psi) permite visualizar la presión de trabajo, la cual oscila entre 15-20 psi. El equipo descrito anteriormente se observa en la figura 53. Una malla coalescente retiene la parte líquida que arrastra la corriente gaseosa durante su salida del separador, al colaescer, las partículas líquidas caen por efecto de la gravedad en la fase de crudo para su evacuación; la salida de gas se realiza por una línea de 3"-150#, una válvula Fisher, actuada por la presión diferencial del recipiente controla la salida de gas del separador. En caso de un sobre-presión, el separador cuenta con dos válvulas de seguridad PSV, de tipo convencional y conexiones ANSI 150#, calibradas a 100 psi y 110 psi respectivamente. Si se llega a presentar una descarga por sobre-presión, el fluido liberado es conducido por una línea de 2" hacia la línea de la TEA. La parte inferior del separador se divide en dos (2) sección: agua libre y aceite emulsionado, para evitar la olas de los líquidos, el

separador cuenta con deflectores verticales, que al ser perpendiculares de flujo, evitan la formación y/o propagación de olas; al entrar al separador, el % BSW del fluido oscila entre 18-20%; la eficiencia del separador se determina con la salida de aceite emulsionado con un %BSW entre 8-10%, teniendo un máximo de 15% en caso de contingencia como falla de válvulas controladora y por ende la operación manual del separador.

Figura 53. Separador de Producción.



Fuente: Dossier de construcción separador de producción estación Cohembi

El control de nivel del aceite emulsionado se hace por medio de un lazo de control neumático, actuado por una válvula LCV Fischer 4"-150#, que falla en posición cerrada (FC) en caso de falla de la señal de aire de instrumentación; la interface agua-aceite es controlada a través de un nivel marca Fischer; adicional, se cuentan con alarmas Murphy, tipo sonoras, de accionamiento neumático para determinar el bajo y alto nivel de cada fase líquida en el equipo. Dentro del separador se cuentan con rompe - vórtices para evitar la turbulencia y la re-mezcla de los fluidos por el remolino que se forma debido a la velocidad del fluido al entrar en la tubería cuando se abre la válvula de control de nivel del líquido. El agua libre retirada en el separador es conducida al colector de agua, vía skimming tank, un medidor tipo turbina con display permite observar el flujo de agua aceitosa; una válvula cheque evita el retroceso del agua al separador al final del skid.

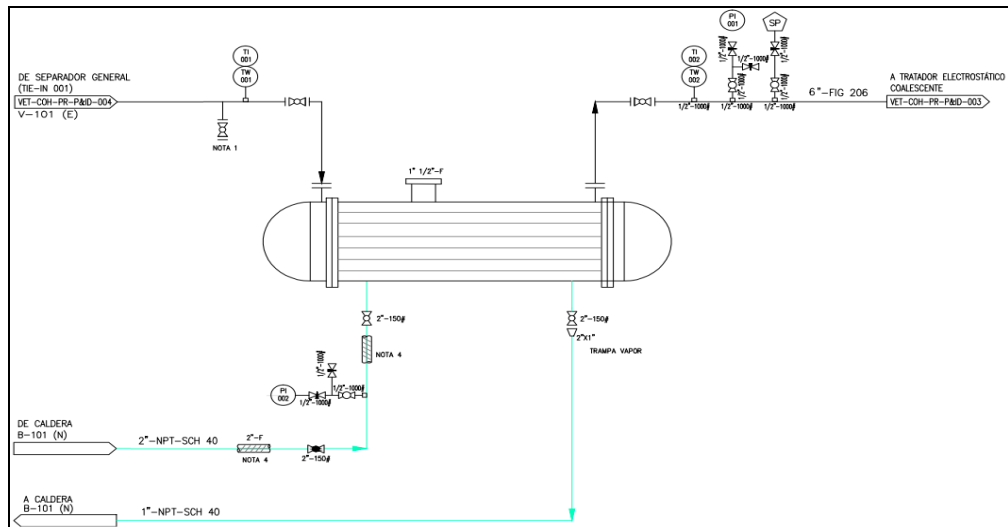
De igual forma, al finalizar el skid del separador, una válvula cheque evita el retroceso del aceite al separador. Un medidor de flujo tipo ultrasónico no intrusivo permite saber el flujo del aceite emulsionado del separador de producción al intercambiador de calor; adicionalmente, se cuentan con facilidades para puntos de inyección de química, toma muestras manuales e indicadores locales de presión y temperatura.

3.5.8 Intercambiador de Calor (HE-101).

Un intercambiador de calor tipo coraza y tubos permite aumentar la temperatura del aceite emulsionado de 130-140°F a 190-200°F dentro del proceso, este calentamiento es requerido para lograr una mayor eficiencia en el proceso de deshidratación (separador electrostático); una línea de 4"-150# ingresa al intercambiador de 36" OD x 22' L S/S con capacidad de 9.000-10.000 BFPD y duty 3.500.000 BT/h; se emplea vapor de agua saturado como fluido para la transferencia de calor, generado por una caldera piro-tubular. Las condiciones del intercambiador son las siguientes:

- Parámetros de Diseño en tubos: Presión: 100 – 125 psig Temperatura: 212°F.
- Parámetros de Diseño en coraza: Presión: 150 psig Temperatura: 350°F.
- Condiciones de Operación en coraza: Presión: 30-40 psig Temperatura: 120-200°F.

Figura 54. Intercambiador de calor.



Fuente: Prueba piloto set de deshidratación Weatherford-Vetra Cohembi – 2013

Como se observa en la figura 54, el intercambiador está equipado con indicadores de temperatura aguas-arriba y aguas-abajo para el control local de las condiciones de operación, además una válvula manual para regular el flujo de vapor, permitiendo controlar la temperatura del aceite emulsionado a la salida del mismo; a continuación se presenta en la tabla 5, relación entre temperatura y viscosidad del crudo Cohembi; el comportamiento de la viscosidad del aceite emulsionado en función de la temperatura.

Tabla 5. Relación entre temperatura y viscosidad del crudo Cohembi

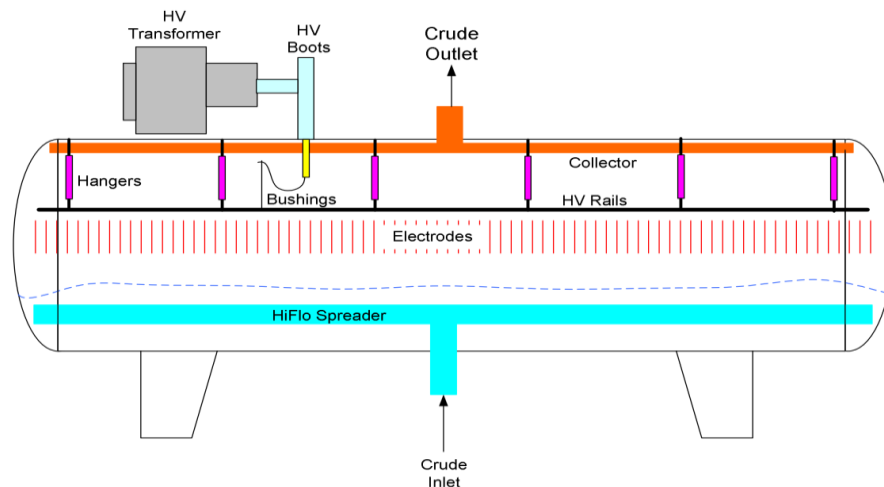
TEMPERATURA (F)	VISCOSIDAD (cP)
140	161,7
160	81,92
180	47,35

Fuente: Prueba piloto set de deshidratación Weatherford - Vetra Cohembi – 2013

3.5.9 Separador electrostático (EV-101)

El separador coalescente recibe la emulsión proveniente del intercambiador de calor a través de la alineación manual de la válvula de entrada para asegurar operación continua, el equipo se ubica sobre una placa en concreto, montado sobre un skid petrolero; los principales componentes del equipo son el transformador de alto voltaje y los electrodos, cuya función es conducir la corriente eléctrica a la emulsión, generando un campo eléctrico que permite la separación de las moléculas de agua en el crudo, haciéndolas descender al fondo del equipo, en la figura 55 se aprecia los elementos descritos anteriormente. Por otra parte, el transformador puede brindar cinco (5) diferentes voltajes al separador, acorde con el %BSW a tratar en la emulsión, el separador posee unas dimensiones de 84" ID x 25' L S/S, la capacidad de tratamiento teórica es de 8.000 BFPD con un %BSW entre el 10-15%, con un máximo de 20% y la especificación de salida de crudo es 0.5% de BSW, en función del tiempo de retención.

Figura 55. Separador coalescente.



Fuente: Prueba piloto set de deshidratación Weatherford - Vetra Cohembi – 2013

Figura 56. Separador Coalescente



Fuente: Dossier de construcción separador coalescente estación Cohembi - Noviembre 2013

El diseño del equipo figura 56, maneja las siguientes condiciones 50 psig y 200°F; en operación normal las condiciones de presión oscilan entre 20-30 psig y una temperatura de 180-200°F; el equipo cuenta con un indicador de temperatura y manómetro para supervisión local del operador, en la tabla 6 se describen los voltajes de salida del separador.

Tabla 6. Rango de voltajes separador electrostático.

VOLTAJE DE SALIDA	VOLTIOS
1	12 KV (12.000 Voltios)
2	16.5 KV (16.500 Voltios)
3	20 KV (20.000 Voltios)
4	23.5 KV (23.500 Voltios)
5	25 KV (25.000 Voltios)

Fuente: Prueba piloto set de deshidratación Weatherford - Vetra Cohembi – 2013

El tiempo de retención recomendado por el proveedor del equipo oscila entre 10 y 30 minutos. Sin embargo, la experiencia del mismo estima los siguientes tiempos para el equipo los cuales se describen en la tabla 7. En el separador se encuentra instalada una caja de conexión y control donde se tendrá el monitoreo de operación del transformador el cual saldrá de funcionamiento automáticamente una vez se presente alguna de estas fallas:

- Máxima corriente permitida del transformador.
- Temperatura elevada en el aceite del transformador.
- Bajo nivel de fluido dentro del separador.
- Interface fuera de rango establecido.
- Switch de nivel de agua apagará el transformador.

Tabla 7. Tiempo de retención del crudo Vs caudal de entrada.

CAUDAL TOTAL (BPD)	TIEMPO DE RETENCIÓN (h)
1000	4.10
2000	2.05
3000	1.36
4000	1.02
5000	0.82
6000	0.68
7000	0.58
8000	0.51
9000	0.45
10000	0.41

Fuente: Prueba piloto set de deshidratación Weatherford Vetra Cohembi – 2013

El nivel de interface en el separador es medido por un flotador (mecánico) el cual envía una señal local a través del controlador de nivel, allí la señal se compara con el set point para luego enviar una señal neumática a la válvula de control de nivel (2"-50#) para su apertura o cierre, dependiendo si el nivel es mayor o menor al valor del set, respectivamente. El operador puede observar el nivel por dos indicadores locales, tipo vidrio. Adicionalmente, el equipo cuenta con otros sistemas de seguridad, como un interruptor por alto-alto nivel (interlock con el transformador), interruptor por alto nivel e interruptor por bajo nivel que dan alarmas en el cuarto de control; en caso que el separador presente fallas y el crudo salga fuera de especificación (%BSW > 0.5), el crudo es conducido a un tanque de sacrificio, de tipo horizontal 500 Bls, para su recirculación al proceso de tratamiento de crudo sucio. Una bomba de paleta, de 15 HP de potencia y 350 rpm realiza la recirculación desde el tanque de sacrificio hacia el múltiple de producción, la cual se observa en la figura 57.

Figura 57. Bomba de recirculación.

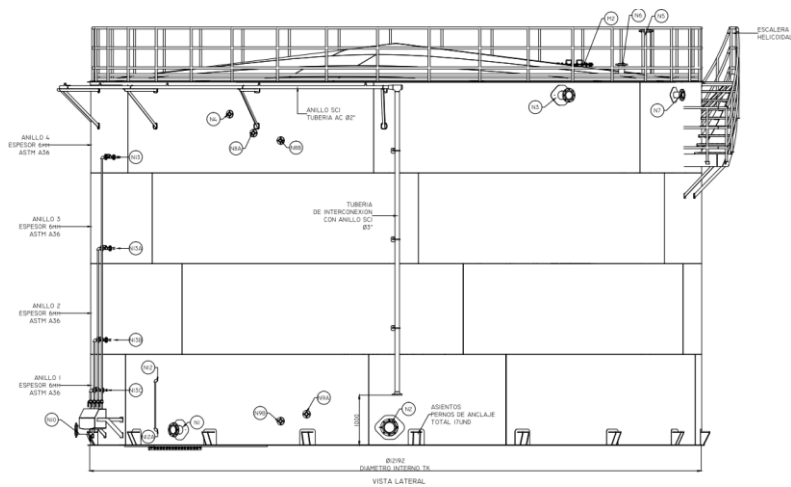


Fuente: Estación Cohembi, Noviembre 2013

3.5.10 Almacenamiento (TKV-101A/B/C)

Posterior a su deshidratación, el aceite emulsionado en condiciones de venta y despacho ($BSW < 0,5\%$ y $PBT < 20$), es almacenado en cualquiera de los tres tanques verticales, descritos a continuación, TKV-101B, (Capacidad neta 3.000 bls), TKV-101A (Capacidad neta 6.250 bls) y TKV-101C (Capacidad neta 5.000 bls); como se observa en la figura 58.

Figura 58. Tanque de Almacenamiento TKV-101C.



Fuente: Dossier de construcción tanque de almacenamiento de 5000 Bls Estación Cohembi

A través de la alineación de tres (3) válvulas tipo compuerta (6"-150#) en el colector de almacenamiento es posible dirigir el crudo a cualquiera de los tres tanques. La operación es manual, acorde con el tanque disponible para almacenar, los tres tanques verticales cuentan con un sistema principal de alivio y presión / vacío, toma muestras en varios niveles, sistema de drenajes y escotillas de 4" para realizar la medición estática del aceite de venta. En la figura 59 se observa el tanque de almacenamiento TKV-101A, 6.000 BBLs.

Figura 59. Tanque de Almacenamiento TKV-101A.



Fuente: Dossier de construcción Separador Coalescente Estación Cohembi – Octubre 2013

3.5.11 Despacho de crudo

El sistema de bombeo se compone de cinco (5) bombas de desplazamiento positivo, cuatro (4) de engranajes y una (1) de paletas. Dos colectores de 8"-150# conducen el crudo desde los tanques de almacenamiento de crudo a la succión de las bombas de despacho; un colector proviene de los tanques horizontales y el otro de los tanques verticales. A través de un juego de válvulas tipo compuerta se habilitan los dos colectores; dos cabezales de 6"-150 conducen el crudo a cada cargadero y el operador cuenta con un manómetro (rango 0-300 psi) para observar la presión de cargue. Con una presión de despacho de 40 psi, las bombas están en capacidad de despachar hasta 450 GPM. Su accionamiento lo realiza el operador de la planta a través de las botoneras ubicadas en cada cargadero de crudo, dos bombas trabajando en paralelo en cada cargadero, la estación está en capacidad de evacuar 15.000 BOPD en los cargaderos.


Figura 60. Sistema cargue de crudo.



Fuente: Informe de Gestión Gerencia de Ingeniería e Infraestructura, Marzo 2014

En la figura 60 y 61 se observan las bombas centrífugas y de paletas descritas anteriormente, el tiempo de carga por carro-tanque son 40 minutos, distribuidos así, ingreso y ubicación de carro-tanque 10 minutos, cargue de crudo en el carro-tanque 20 minutos y despacho de carro-tanque 10 minutos, (incluye la emisión del tiquete de transferencia). Bajo una producción de 15.000 BOPD, se logran evacuar 70 carro-tanques operando de manera simultánea en las tres bahías de cargue, en tiempo máximo de cargue de 18 horas (de 4 am a 10 pm). La función del sistema de cargue de crudo es transportar el crudo almacenado en los tanques de almacenamiento TK-500A/B/C/D a los carro tanques. Las bombas de cargue tipo centrífuga se identifica con el código P-107A/B/C/D poseen una admisión de 4 pul y una descarga de 3 pul, la alimentación es recibida de un tablero general y este a su vez es alimentado por un generador eléctrico con una potencia de 350 KW, (CE108A). Las condiciones operacionales de las bombas de cargue de crudo de tipo centrífugo P-107A/B/C/D se desarrollan bajo una capacidad normal de 650 GPM (+/- 10 GPM) y una presión de 50 PSIG (+/- 5 PSIG), en condiciones normales la operación de descargue se realiza 24 horas al día en estas condiciones tres bombas en paralelo trabajan mientras que la cuarta se encuentra en stand by. Estos equipos trabajan bajo condiciones ambientales tales como altas temperaturas, corrosión, humedad, químicos gases y vapores; la frontera inicial del sistema la delimita el manifold de succión hasta la descarga de la bomba; como interfaces podemos encontrar; entradas como agua de producción, crudo, productos químicos, energía eléctrica y salidas agua de producción mezclada. La función principal de las bombas es la de transferir crudo de los tanques de almacenamiento de crudo TK-500A/B/C/D/E/F a los carro tanques con una capacidad normal de 650 GPM (+/- 10 GPM) y una presión de 50 PSIG (+/- 5 PSIG).

Figura 61. Características bombas de engranajes



Heavy-Duty, Foot-Mounted Internal Gear Pumps With Multiple Seal Options
Operating Range⓪:

Cast Iron Series 124A/AE, 4124A/AE, 4124B, 324A, 4324A, 224A/AE, 4224A/AE & 4224B		
Ductile Iron Series 126A, 4126A, 226A & 4226A		
Nominal Flow	(GPM)	15 - 1600
	(M ³ /hr.)	3.4 - 364
Pressure Range	(PSI)	To 200 PSI
	(Bar)	To 14 Bar
Temp. Range	(°F)	-60°F to +650°F
	(°C)	-51°C to +343°C
Viscosity Range	(SSU)	28 SSU to 2,000,000 SSU
	(cSt)	0.1 cSt to 440,000 cSt

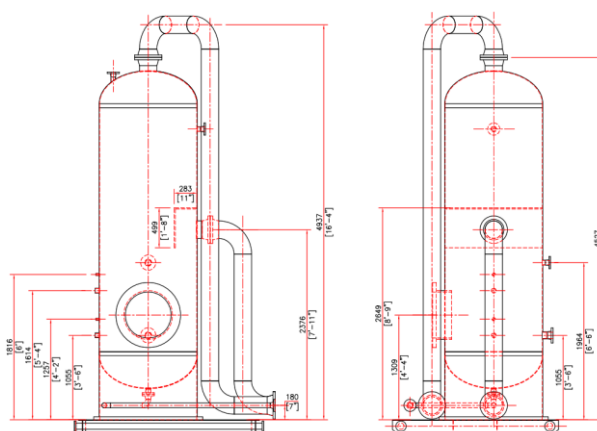
Standard Pump (shown: KK123A)

Fuente: Data Sheet Viking Universal Seal Pumps.

3.5.12 Evacuación de gas

El sistema de gas de los separadores tiene un cabezal (4"-150#) que capta el gas proveniente de los separadores de producción y de prueba, así como de las válvulas PSV de los mismos; en la figura 62 se presenta un esquema del Scrubber citado anteriormente. El gas es dirigido hacia el Scrubber en el cual se recuperan condensados y/o líquidos arrastrados en el gas; el Scrubber tiene una capacidad de 2 MMSCFD de gas y 1.500 BPD de líquido, opera a unas condiciones de presión entre 3 – 5 psig y temperatura de 150°F; cuenta con un transmisor de nivel por nivel alto y bajo nivel de líquido, el cual enciende y apaga la bomba de condensados que los retorna al múltiple de entrada de producción, el cual se aprecia en la figura 64, donde se especifican los principales componentes.

Figura 62. Scrubber estación Cohembi.



Fuente: Dossier de construcción Scrubber - estación Cohembi

El fluido pasa posterior al Scrubber y seguidamente a la TEA auto soportada la cual se aprecia en la figura 63, esta emplea un sistema de encendido electrónico del tipo FFG (Flame Front Generator).

Figura 63. TEA estación Cohembi.



Fuente: Estación Cohembi, Noviembre 2013

Figura 64. Scrubber Estación Cohembi.



Fuente: Estación Cohembi, Noviembre 2013

3.5.13 Planta de inyección de agua

Con el objetivo de mantener la presión en el yacimiento en el campo Cohembi, es necesaria la producción secundaria al inyectar agua coproducida del mismo campo; el volumen necesario de inyección es mayor al co-producido en Cohembi, por lo que es indispensable ingresar agua de la estación Quillacinga, cercana a 10 Km, a través de carro-tanques. La planta de inyección de agua se compone de tanques de almacenamiento, filtros, decantador, bombas Booster, bombas de inyección y lecho de secado.

3.5.13.1 Descargadero de agua

Dentro de la estación, el agua retirada de los separadores de producción y separador electrostático, es conducida en línea de 4"-150# al skimming tank, donde se retira el poco contenido de aceite (ppm) que arrastra el agua de co-producción; esta agua es enviada, vía gravedad, a los tanques de almacenamiento de agua; adicional al agua co-producida en Cohembi, la estación recibe el agua tratada en la estación Quillacinga, la cual llega en carro tanques y descargados por medio de dos (2) mangueras que se acoplan a líneas de succión valvuladas de (4") que conducen a las bombas centrífugas respectivamente. El sistema de descargue cuenta con una tercera bomba centrífuga (back-up), la cual posee la facilidad de succionar por cualquiera de los dos (2) puntos de descargue a cabezal de succión de 4". Las bombas centrífugas dirigen el agua de los carro tanques hacia los tanques de almacenamiento mediante el cabezal de 4"-150#. Las bombas centrífugas tienen una potencia de 15 HP y en condiciones normales operan a 9.600 BWPD a 50 psig, el encendido y apagado de estas bombas es manual, acorde con la logística de los carros tanques. En la succión de las bombas se encuentran instalados filtros tipo "Y", con indicadores de presión diferencial PDI y válvulas de corte que permiten verificar y realizar la limpieza del mismo para no afectar la operación de las bombas.

En la descarga de las bombas se encuentran instalados válvulas cheques para mantener empaquetada la línea y evitar el contraflujo generado por la columna hidrostática de los tanques de almacenamiento. Tanto en la succión como en la descarga se encuentran indicadores de presión PI y drenajes; las líneas de succión de 4" cuentan con un punto con facilidad de conexión para inyección de inhibidor de corrosión.

Tabla 8. Características descargadero de agua.

Capacidad	2 Tracto mulas
Tipo de Descarga:	Descargue a tanques con bombas centrífugas
Tiempo de Descarga	20 a 30 minutos

Fuente: Dossier de Construcción PIA CH1 – Diciembre 2013

Las características técnicas de las bombas y la función del sistema de recibo es descargar, transportar y almacenar el agua de producción asociada con aceite de los carro tanques en los tanques de almacenamiento, con el fin de separar el aceite y solidos pesados que se encuentran en el agua; este proceso se realiza por medio de tres bombas tipo centrífugo identificadas con el código P101A/B/C; la alimentación de las bombas del descargadero es recibida de un tablero general y este a su vez es alimentado por un generador eléctrico con una potencia de 350 KW, (CE108A). Las condiciones operacionales de las bombas P101A/B/C se generan bajo una capacidad normal de 280 GPM (+/- 5 GPM), una presión de 50 PSIG (+/- 5 PSIG) y una temperatura del agua de inyección de 77°F (+/-5°F). El sistema posee redundancia P-101 A/B/C, en condiciones normales la operación de descargue se realiza 24 horas al día en estas condiciones dos bombas en paralelo trabajan mientras que la tercera se encuentra en stand by. En la figura 65 se observan las bombas descritas anteriormente y en la tabla 8 las características del cargadero.

Figura 65. Bombas centrifugas descargadero de agua PIA Cohembi.



Fuente: Informe de gestión gerencia de ingeniería e infraestructura Noviembre 2013

Tabla 9. Características bombas centrifugas descargadero de agua.

Marca	HIDROMAC
Serie	Magnum
Modelo	4x3x13
Capacidad Normal	280 GPM @ 50 PSIG
NPSHa / NPSHr	23 FT/3,2 FT
Motor/Marca	15 HP/Emerson

Fuente: Dossier de Construcción PIA CH1 – 2013

Las bombas P101A/B/C trabajan bajo condiciones ambientales tales como altas temperaturas, corrosión, humedad, químicos gases y vapores; la frontera inicial del sistema la delimita el manifold de inyección hasta el manifold de descarga; se identifican los siguientes elementos como entradas del sistema agua de producción, crudo, productos químicos, energía eléctrica y como salidas agua de producción mezclada. La función principal de las bombas es la de transferir agua de inyección de los carro tanques hacia los tanques de almacenamiento de agua TK-102A/B/C/D/E/F a una capacidad normal de 280 GPM (+/- 5 GPM), una presión de 50 PSIG (+/- 5 PSIG). En la tabla 9, características bombas centrifugas descargadero de agua se describen estas condiciones.

3.5.13.2 Almacenamiento de agua

La capacidad instalada de almacenamiento de agua es de 3.000 Bls, compuesta por seis (6) tanques horizontales, Figura 66; a través de un colector de 4" de diámetro, procedente de las bombas del descargadero, el agua ingresa a cada tanque con la apertura manual de una válvula tipo bola; para el monitoreo de nivel, los tanques cuentan con un indicador de nivel tipo magnético y un sistema de alarmas con indicación visual en un tablero local e indicación sonora.

Figura 66. Tanques de almacenamiento de agua PIA Cohembi.



1	TANQUES DE ALMACENAMIENTO	4	DESCARGADERO
2	SKIMMING TANK	5	CUELLO GANSO
3	CARRO-TANQUE CON AGUA	6	ESCOTILLA DEMEDICIÓN

Fuente: Dossier de construcción PIA estación Cohembi – Diciembre 2013

El sistema se encuentra conformado por switches de nivel por bajo-bajo (señal que envía orden de apagado de bombas centrifugas), switches de nivel por bajo (visual y sonora) y switches de nivel por alto (visual y sonora). Para protección por presión en el llenado y por vacío cuando succionan las bombas centrifugas, los tanques tienen un cuello de ganso de 4". Con respecto al fondo de cada tanque, a continuación se describen los niveles en los tanques, bajo-bajo a 1 ft, bajo a 2,5 ft y alto a 8,7 ft. Los tanques de almacenamiento cuentan con un drenaje en 3", el cual conduce el fluido a la caja de drenaje del dique y una entrada en 4" la cual es usada para la recirculación de las bombas reciprocantes, línea de 2", y para retornar el agua clarificada del tanque decantador. El set de tanques cuenta con una pasarela con doble acceso y se encuentran soportados sobre pedestales y placa de contra piso en concreto con un cerramiento perimetral con dique en concreto y mampostería, que a su vez cuenta con una caja de drenaje de agua y dos (2) pasa diques para su ingreso.

3.5.13.3 Sistema de filtración.

Al agua es dirigida al sistema de filtración mediante bombas Booster por un cabeza del 6"; el cabezal cuenta con 4 puntos para inyección de química con válvulas de 1/2" y un switch por baja presión (señal que apaga las bombas Booster); en la succión de las Booster, cada bomba cuenta con un filtro tipo "y" y un indicador de presión diferencial PDI para proteger a la bomba; cada línea de succión tiene un drenaje de 1/2"; como se observa en la figura 67.

Figura 67. Bombas Booster PIA Cohembi



Fuente: Dossier de Construcción PIA Cohembi, 2013

Cada bomba tiene una capacidad de 6.800 BWPD @ 65 psi y una potencia de 20 HP, durante la operación, una bomba opera mientras la otra se encuentra en stand by. La función del sistema de bombas Booster es transportar el agua de inyección almacenada en los tanque de almacenamiento TK-102A/B/C/D/E/F a los filtros de agua tipo cascara de nuez F-104A/B, con el fin de filtrar solidos de menor tamaño y continuar con proceso de separación de aceite. Las bombas Booster (P103A/B) poseen una admisión de 4 pulgadas y una descarga de 1 1/2 pul, el accionamiento de la bomba se realiza por medio eléctrico, la alimentación es recibida de un tablero general y este a su vez es alimentado por un generador eléctrico con una potencia de 350 KW, (CE108A). Las condiciones operacionales de las bombas (P103A/B) se definen bajo una capacidad normal de 200 GPM (+/- 5 GPM), una presión de 75 PSIG (+/- 5 PSIG) y una temperatura del agua de inyección de 77°F (+/-5°F). El sistema posee redundancia P-103 A/B, en condiciones normales la operación de descargue se realiza 24 horas al día en estas condiciones una bomba trabajan mientras que la otra se encuentra en stand by. Las bombas (P103A/B) trabajan bajo condiciones ambientales tales como altas temperaturas, corrosión, humedad, químicos gases y vapores; la frontera inicial del sistema la delimita el manifold de succión de las bombas hasta el manifold de descarga; se identifican los siguientes elementos como entradas del sistema agua de producción, crudo, productos químicos, energía eléctrica y como salidas agua de producción mezclada.

Tabla 10. Características Bombas Booster de Agua.

Marca	DURCO
Serie	Mark 3
Modelo	3x1 1x2
Capacidad Normal	200 GPM @ 75 PSIG
NPSHa / NPSHr	22 FT/9,6 FT
Motor/Marca	20 HP/US Motors

Fuente: Dossier de construcción PIA CH1 – Diciembre 2013

La funciones principal de las bombas es la de transferir agua de inyección de los tanques de almacenamiento de agua TK-102A/B/C/D/E/F a los filtros de agua tipo cascara de nuez F-104A/B a una capacidad normal de la bomba de 200 GPM (+/- 5 GPM) y una presión de 75 PSIG (+/- 2 PSIG). Las características de las bombas Booster se resumen en la tabla 10. Las bombas descargan por líneas de 4"-150#, las cuales cuentan con un indicador de presión, válvulas cheque y de corte y drenajes de 1/2". Cada bomba cuenta con encendido/apagado remoto y local por medio del tablero de distribución y dirigen el fluido en cabezal de 4"-150# hacia los filtros. Los filtros tipo Cáscara de Nuez tienen una capacidad de tratamiento de 5.000 BWPD y están diseñados para procesar aguas con niveles de crudo y sólidos suspendidos menores a 50 ppm, logrando reducciones del orden del 95%, trabajando con una presión de 65 psig. Los filtros cuentan con indicadores de presión ubicados en las líneas de entrada y de salida de los filtros, y manómetros

diferenciales para monitorear la eficiencia de filtrado. Cada 24 horas, o cada vez que la presión diferencial del equipo alcance los 15 psig, se recomienda realizar un lavado al filtro para limpiar el lecho filtrante y mantener su eficiencia. Los retro lavados se hacen con el agua de producción proveniente de las bombas Booster; el agua del lavado será enviada para su tratamiento hacia el tanque decantador; los filtros tienen dos (2) toma muestras (de entrada y de salida), que permiten monitorear la calidad del agua tratada; por seguridad operativa, los filtros cuentan con válvulas de alivio establecidas a 70 psig; en el caso de su apertura, la descarga va al lecho de secado por línea de 2"-150#. La reposición del 5% del medio filtrante, de acuerdo con las recomendaciones del proveedor, se debe realizar una vez por año; sin embargo, debido a la calidad del agua filtrada, este periodo de tiempo puede disminuir.

Figura 68. Filtros tipo Cáscara de Nuez.



Fuente: Dossier de Construcción PIA Cohembi, 2013

La función del sistema de filtración, el cual se aprecia en la figura 68, es la de transportar y separar sólidos presentes en el agua mediante los filtros de agua tipo cascara de nuez F-104A/B a las bombas de inyección P105A/B y el agua de inyección proveniente de la salida del lavador externo es transportada al tanque decantador TK106. Las bombas se identifican con el código P104A/B poseen una admisión de 3 pulgadas y una descarga de 3 pulgadas, el accionamiento de la bomba se realiza por medio eléctrico, la alimentación es recibida de un tablero general y este a su vez es alimentado por un generador eléctrico con una potencia de 350 KW, (CE108A). Las condiciones operacionales de las bombas P104A/B se encuentran bajo capacidad normal de 88 GPM (+/- 2 GPM), una presión de 30

PSIG (+/- 2 PSIG) y una temperatura del agua de inyección de 77°F (+/-5°F). El sistema posee redundancia P-104 A/B, en condiciones normales la operación de descarga se realiza 24 horas al día en estas condiciones una bomba trabaja mientras que la otra se encuentra en stand by. Las bombas (P104A/B) trabajan bajo condiciones ambientales tales como altas temperaturas, corrosión, humedad, químicos gases y vapores; la frontera inicial la delimita la salida de los filtros de agua tipo cascara de nuez F-104A/B hasta la entrada al lavador externo. Se identifican los siguientes elementos como entradas del sistema agua de producción, crudo, productos químicos, energía eléctrica y como salidas agua de producción mezclada. La función principal de las bombas es la de transferir agua de los filtros de agua tipo cascara de nuez F-104A/B al lavador externo a una capacidad normal de la bomba de 88 GPM (+/- 2GPM) y una presión de 30 PSIG (+/-2 PSIG). En la tabla 11 se describen las características de los filtros tipo cascara de Nuez.

Tabla 11. Características filtros planta de inyección de agua.

Capacidad	5.000 BWPD
Marca / Modelo	Tecniaguas / FCN-B
Posicion del Tanque	Vertical
Dimensiones	OD=48", H=10
Presion Operación / Diseño	65 PSIG / 85 PSIG
Lecho Filtrante	Cascara de Nuez

Fuente: Dossier de Construcción PIA CH1 – 2013

3.5.13.4 Inyección de agua (P-105-A/B).

Un cabezal de 4"-150# dirige el agua hacia las bombas de inyección, durante el recorrido, a través de un cupón de corrosión y un indicador de presión se observan las condiciones del agua a inyectar; filtros tipos cascara de nuez retiene partículas sólidas que pudieron atravesar el sistema de filtración; el operador cuenta con manómetros diferenciales para conocer el estado de los filtros y así realizar la limpieza; las bombas de inyección, del tipo reciprocante triplex, pistones de 2¾", tiene capacidad para manejar 4.900 BWPD a 1.600 psi, una en operación y la otra en stand-by, trabajan con motor Diesel de 300 HP y cuentan con un Damper en succión y descarga; en la figura 69 se observan las bombas de inyección descritas. El encendido y apagado es manual, pero cuenta con un swtich de protección a la succión (apaga la bomba por baja presión de succión: menor a 25 psig); los indicadores de presión se ubican en la descarga de las bombas de inyección, además de switches por alta y baja presión actúan así:

- Alta presión: apagan la bomba de inyección y la bomba Booster cuando la presión es mayor a 1,600 psig.

- Baja presión: apagan las bombas de inyección cuando la presión sea menor a 300 psig.

En caso de sobre-presión en la descarga de las bombas, una válvula de relevo actúa a 2.100 psi, descargando en el cabezal de relevo 2" recirculando a los tanques de almacenamiento para regular la presión de descarga; en la descarga de cada bomba se ubican toma-muestras para analizar el agua tratada. El agua tratada se envía al pozo inyector Cohmebi-1 a través de línea enterrada (4"-SCH 80); en el cabezal de descarga se ubican un registrador de presión para monitorear la presión de inyección, un indicador de presión y un medidor ultrasónico de tipo no intrusivo; el tratamiento de agua a inyectar requiere anti-corrosión y anti-incrustantes que evitan el taponamiento y roturas de tuberías y equipos en superficie. De igual manera, la inyección de químico se realiza con el fin de prolongar la vida del pozo inyector, previniendo la corrosión y la formación de bacterias. Los puntos disponibles para la instalación de los kits de inyección de químicos son:

- puntos 1/2" válvulas en la succión de las bombas descargadero de agua en los cabezales 4".
- puntos 1/2" válvulas en la succión de las bombas Booster en el cabezal 6".

Figura 69. Bombas de inyección PIA estación Cohembi 1.



Fuente: Dossier de Construcción PIA Cohembi, 2013

La función del sistema de inyección es transportar e inyectar agua filtrada desde el sistema de inyección P-105A/B hasta la cabeza del pozo de inyección Cohembi; las bombas se identifican con el código P105A/B poseen una admisión de 3 pul y una descarga de 3 pul, el movimiento de las bomba se logra mediante un motor de combustión interna de 300 HP. Las bombas P105A/B de tipo reciprocante trabajan

a una capacidad normal de 4.900 GPM (+/- 50 GPM), una presión de 1.600 PSIG (+/- 50 PSIG) y una temperatura del agua de inyección de 77°F (+/-5°F) con una calidad en el fluido de TSS<2; O/W <2 PPM. Las bombas (P105A/B) trabajan bajo condiciones ambientales tales como altas temperaturas, corrosión, humedad, químicos gases y vapores; la frontera inicial la delimita el amortiguador de admisión hasta el amortiguador de descarga. Se identifican los siguientes elementos como entradas del sistema agua de producción, crudo, productos químicos, energía eléctrica y como salidas agua de producción mezclada. La función principal de las bombas de inyección P-105A/B es inyectar agua desde el sistema de inyección hasta la cabeza del pozo de inyección Cohembi 1 con un flujo de 4.900 BPD, presión de 1.600 PSIG; en la tabla 12 se describen las características técnicas de las bombas de inyección.

Tabla 12. Características Bombas de Inyección PIA.

Tipo	Tiplex
Piston	2 3/4"
Capacidad	4.900 BWPD @ 1.600 PSI
Potencia	300 HP DIESEL

Fuente: Dossier de construcción PIA CH1 – 2013

3.5.13.5 Decantador y lecho de secado. (TK-106).

Un tanque decantador tipo fondo cónico de 45 BIs recibe el agua proveniente del retro-lavado, previo paso por un mezclado estático y un serpentín donde se le inyecta coagulantes y floculantes para mejorar la separación de los sólidos; posterior a la decantación, el agua clarificada retorna a los tanques de almacenamiento a través de las bombas de agua clarificada de 75 GPM y una presión diferencial de 25 psig; el encendido y apagado se hace remotamente por medio de un pulsador y de manera local a través de un tablero de distribución. En la tabla 13 se aprecian las características técnicas del decantador de la planta de inyección de agua.

Tabla 13. Características decantador planta de inyección de agua.

Tipo	Vertical con fondo Conico
Dimensiones	D=60", H=12"
Capacidad	45 BLS
Presion de Operación / Diseño	ATM/ATM

Fuente: Dossier de construcción PIA CH1 – 2013

En la figura 70 se observa el decantador de la planta de inyección; la función del sistema de decantación es filtrar y transportar agua filtrada desde el tanque decantador TK-106 hasta los lechos de secado y el agua drenada a los lechos de lodos. Las bombas se identifica con el código P106AB y P106C poseen una admisión de 1 1/2 pul y una descarga de 1 pul, la alimentación es recibida de un tablero general y este a su vez es alimentado por un generador eléctrico con una potencia de 350 KW, (CE108A).

Figura 70. Decantador PIA estación Cohembi 1.



Fuente: Dossier de construcción PIA Cohembi, 2013

Las bombas de retorno agua clarificada Figura 71, P106AB de tipo centrifugo trabajan a una capacidad normal de 75 GPM (+/- 2 GPM), una presión de 25 PSIG (+/- 2 PSIG) y una temperatura del agua de inyección de 77°F (+/-5°F) y las bombas de recirculación de lodos P106C de tipo centrifugo trabajan a una capacidad normal de 50 GPM (+/- 2 GPM), una presión de 35 PSIG (+/- 2 PSIG) y una temperatura del agua de inyección de 77°F (+/-5°F), en condiciones normales la operación de retro lavado se realiza cada 12 horas o cuando se registran 15 PSI de caída de presión. Las bombas (P106AB y P106C) trabajan bajo condiciones ambientales tales como altas temperaturas, corrosión, humedad, químicos gases y vapores. La frontera inicial la delimita la salida del filtro cascara de nuez hasta la descarga al lavador externo. Se identifican los siguientes elementos como entradas del sistema agua de producción, crudo, productos químicos, energía eléctrica y como salidas agua de producción mezclada. La función principal de las

bombas (P106AB y P106C), es la de transferir agua del tanque decantador TK-106 a los tanques de almacenamiento TK-102A/B/C/D/E/F a una capacidad normal de la bomba de 75 GPM (+/- 2 GPM) y una presión de 25 PSIG (+/-2 PSIG).

Figura 71. Bombas de agua clarificada



Fuente: Dossier de Construcción PIA Cohembi, 2013

En la tabla 14, características bombas agua clarificada se describen los datos anteriores; tanto en la succión y descarga, cada bomba cuenta con indicadores local de presión para monitorear la presión y garantizar la buena operación de las mismas, para evitar el posible retorno de cascarilla al sistema cuenta con dos (2) filtros en “y” a la succión en conjunto con un indicador diferencial de presión para conocer el estado del filtro y realizar la limpieza requerida.

Tabla 14. Características bombas de agua clarificada.

Marca	DURCO
Serie	Mark 3
Modelo	1 1/2 x 1
Capacidad Normal	75 GPM @ 25 PSIG
NPSHa / NPSHr	24 FT/2,7 FT
Motor / Marca	5 Hp/US MOTORS

Fuente: Dossier de construcción PIA CH1 – 2013

Posterior a la decantación, los lodos son enviados por gravedad al lecho de secado, con capacidad de 200 BLS, en el lecho de secado se ubica arena como medio filtrante, donde el agua clarificada se retira por la parte inferior y se envía al compartimiento A del mismo tanque; el compartimiento B en cualquier caso recibe el relevo de las bombas de inyección y el venteo de los filtros cascara de nuez; los dos (2) compartimientos tienen las mismas dimensiones (largo: 4'-1", ancho: 7'-4"; profundidad: 4'-11"). Las dos secciones cuentan con facilidades para conectar un camión de vacío o a las bombas de agua clarificada y retornar el agua a los tanques de almacenamiento, en la figura 72 se puede apreciar el lecho de secado descrito anteriormente.

Figura 72. Lecho de secado planta de inyección de agua.



Fuente: Dossier de construcción PIA Cohembi, 2013

3.5.13.6 Sistema de generación y almacenamiento combustible (CE-108A).

La función del sistema de generación eléctrica es transformar la energía mecánica producida por el motor de combustión interna en energía eléctrica para abastecer el consumo de las facilidades de producción de la estación. El sistema cuenta con dos tanques con capacidad de almacenamiento de 5.000 galones respectivamente montados sobre dique en concreto, usado para alimentar el generador (CE108A) y

los motores de las bombas de inyección de agua (P-104 A/B). El generador (CE108A) entrega una potencia de 350 KW a 1800 rpm, en condiciones normales el equipo trabaja las 24 horas al día y la red nacional sirve como sistema de respaldo; en la figura 73 se observa el sistema de generación y tanques de almacenamiento de combustible.

Figura 73. Tanque almacenamiento de combustible.



Fuente: Dossier de construcción PIA CH 1

El generador (CE108A) trabaja bajo condiciones ambientales tales como altas temperaturas, corrosión, humedad, químicos gases y vapores. Se identifican los siguientes elementos como entradas del sistema aceite de lubricación, energía mecánica, agua de refrigeración y como salidas aceite lubricante usado, energía eléctrica agua de refrigeración usada. La función principal del equipo (CE108A) es generar movimiento a una potencia máxima de 350 KW @1.800 rpm y transmitirlo mediante acople mecánico al generador eléctrico.


4. ANALISIS DE RCM PARA LOS ACTIVOS CRITICOS DE LA ESTACION COHEMBI.

El análisis de RCM aplicado al proceso de mantenimiento de la estación Cohembi genera en esta etapa la creación de un grupo de trabajo que inicie con el desarrollo de las tablas de trabajo, analizando el contexto operacional y funciones generando los planes de mantenimiento para cada activo.

4.1 IDENTIFICACION DE ACTIVOS.

El análisis de RCM para los activos de la estación Cohembi se basa en la metodología expuesta anteriormente y el contexto operacional de la estación citado en el capítulo anterior; estos elementos son la base para iniciar la aplicación de la herramienta identificando los activos que intervienen en el proceso de producción; en la tabla 15, listado de activos estación Cohembi; se encuentran relacionados los 58 activos los cuales hacen parte del proceso de producción, seguridad y procesos de la estación y donde se registran los sistemas que integran el proceso, códigos, descripción y cantidades existentes en campo.

Tabla 15. Lista de activos estación Cohembi. Parte 1/2

 LISTADO DE ACTIVOS ESTACION COHEMBI					
Item	Estacion	Ubicación	Codigo	Descripcion	Cantidad
1	Cohembi	Sistema de produccion	MAN-101	Manifold de produccion	1
2	Cohembi	Sistema de produccion	V-101	Separador de produccion	1
3	Cohembi	Sistema de produccion	V-102	Separador de prueba	1
4	Cohembi	Sistema de produccion	V-103	Tratador termico - Separador de prueba	1
5	Cohembi	Sistema de produccion	B-101	Caldera 150 HP	1
6	Cohembi	Sistema de produccion	TK-101A	Tanque de agua caldera	1
7	Cohembi	Sistema de produccion	TK-101B	Tanque de combustible caldera	1
8	Cohembi	Sistema de produccion	HE-101	Intercambiador de calor	1
9	Cohembi	Sistema de produccion	MX-101	Mezcaldor estatico	1
10	Cohembi	Sistema de produccion	TKV-101A	Tanque almacenamiento de crudo 6.250 BBLS	1
11	Cohembi	Sistema de produccion	TKV-101B	Tanque almacenamiento de crudo 3.000 BBLS	1
12	Cohembi	Sistema de produccion	TKV-101C	Tanque almacenamiento de crudo 5.000 BBLS	1
13	Cohembi	Sistema de produccion	TKH-501	Tanque almacenamiento de crudo 500 BBLS	1
14	Cohembi	Sistema de produccion	TKH-502	Tanque almacenamiento de crudo 500 BBLS	1
15	Cohembi	Sistema de produccion	TKH-503	Tanque almacenamiento de crudo 500 BBLS	1
16	Cohembi	Sistema de produccion	TKH-504	Tanque almacenamiento de crudo 500 BBLS	1
17	Cohembi	Sistema de produccion	TKH-505	Tanque almacenamiento de crudo 500 BBLS	1
18	Cohembi	Sistema de produccion	TKH-506	Tanque almacenamiento de crudo 500 BBLS	1
19	Cohembi	Sistema de produccion	EV-101	Tratador electrostatico	1
20	Cohembi	Sistema de produccion	SK-201	Skimming tank	1
21	Cohembi	Sistema de produccion	TK-201	Tanque de natas	1
22	Cohembi	Sistema de inyeccion	P-101-A	Bomba de descargadero 15HP	1
23	Cohembi	Sistema de inyeccion	P-101-B	Bomba de descargadero 15HP	1
24	Cohembi	Sistema de inyeccion	P-101-C	Bomba de descargadero 15HP	1
25	Cohembi	Sistema de inyeccion	TK-102-A	Tanque almacenamiento agua TK-500 BLS	1
26	Cohembi	Sistema de inyeccion	TK-102-B	Tanque almacenamiento agua TK-500 BLS	1
27	Cohembi	Sistema de inyeccion	TK-102-C	Tanque almacenamiento agua TK-500 BLS	1
28	Cohembi	Sistema de inyeccion	TK-102-D	Tanque almacenamiento agua TK-500 BLS	1

Fuente: Los autores

Tabla 16. Lista de activos estación Cohembi. Parte 2/2


 LISTADO DE ACTIVOS ESTACION COHEMBI					
Item	Estacion	Ubicación	Codigo	Descripcion	Cantidad
29	Cohembi	Sistema de inyeccion	TK-102-E	Tanque almacenamiento agua TK-500 BLS	1
30	Cohembi	Sistema de inyeccion	TK-102-F	Tanque almacenamiento agua TK-500 BLS	1
31	Cohembi	Sistema de inyeccion	P-103-A	Bomba booster 20HP	1
32	Cohembi	Sistema de inyeccion	P-103-B	Bomba booster 20HP	1
33	Cohembi	Sistema de inyeccion	F-104-A	Filtro agua tipo cascara de nuez 5.000BPD	1
34	Cohembi	Sistema de inyeccion	F-104-B	Filtro agua tipo cascara de nuez 5.000BPD	1
35	Cohembi	Sistema de inyeccion	P-104-A	Bomba retrolavado 3HP	1
36	Cohembi	Sistema de inyeccion	P-104-B	Bomba retrolavado 3HP	1
37	Cohembi	Sistema de inyeccion	TK-105	Tanque almacenamiento diesel 5.000G	1
38	Cohembi	Sistema de inyeccion	P-105-A	Bombas de Inyeccion 300HP	1
39	Cohembi	Sistema de inyeccion	P-105-B	Bombas de Inyeccion 300HP	1
40	Cohembi	Sistema de inyeccion	P-106-A	Bombas retorno agua clarificada 5HP	1
41	Cohembi	Sistema de inyeccion	P-106-B	Bombas retorno agua clarificada 5HP	1
42	Cohembi	Sistema de inyeccion	P-106-C	Bombas recirculacion lodos 2HP	1
43	Cohembi	Sistema de inyeccion	TK-106	Tanque decantador 45 BLS	1
44	Cohembi	Sistema de inyeccion	TK-107	Lechos de secado / Catch tank	1
45	Cohembi	Sistema de cargue	P-107-A	Bombas cargadero 25 hp	1
46	Cohembi	Sistema de cargue	P-107-B	Bombas cargadero 25 hp	1
47	Cohembi	Sistema de cargue	P-107-C	Bombas cargadero 25 hp	1
48	Cohembi	Sistema de cargue	P-107-D	Bombas cargadero 25 hp	1
49	Cohembi	Sistema de produccion	TK-108	Tanque almacenamiento diesel 5000G	1
50	Cohembi	Sistema de generacion	CE-108A	Generador electrico	1
51	Cohembi	Sistema de cargue	BC-109-A	Brazo de carga	1
52	Cohembi	Sistema de cargue	BC-109-B	Brazo de carga	1
53	Cohembi	Sistema de cargue	BC-109-C	Brazo de carga	1
54	Cohembi	Sistema de generacion	TR-110	Transformador electrico	1
55	Cohembi	Sistema de produccion	CA-111	Compresor aire	1
56	Cohembi	Sistema de produccion	MC-112-A	Medidor tipo Coriolis	1
57	Cohembi	Sistema de produccion	MC-112-B	Medidor tipo Coriolis	1
58	Cohembi	Sistema de produccion	MC-112-C	Medidor tipo Coriolis	1

Fuente: Los autores

4.2 ANALISIS DE CRITICIDAD Y JERARQUIZACION.

El alcance del análisis abarca todos los activos que se encuentran ubicados en la estación de producción Cohembi y el propósito es establecer la criticidad y jerarquización de cada uno de los activos mediante una serie de criterios y atributos particulares de alta importancia aplicando el modelo análisis de criticidad total del riesgo (CTR) presentado en el capítulo número 2; donde se evaluó los siguientes factores, frecuencia de fallas, impacto operacional, flexibilidad operacional, costos de mantenimiento e impacto en seguridad ambiente e higiene; como se observa en la tabla 17. En resumen, este proceso de análisis de criticidad determina la importancia y las consecuencias de los eventos potenciales de fallos de los sistemas de producción dentro del contexto operacional en el cual actualmente se desempeñan cada activo.

Tabla 17. Factores a evaluar

 FACTORES A EVALUAR	
Frecuencia de fallas	Costo de Mantenimiento
Parámetro mayor a 4 fallas/año	4
Promedio 2 - 4 fallas/año	3
Buena 1 - 2 fallas/año	2
Excelente menores de 1 falla/año	1
Impacto operacional	Impacto en Seguridad Ambiente Higiene
Parada inmediata de toda la estación	10
Parada de la estación y tiene repercusión en otros complejos	8
Impacta en niveles de producción o calidad	6
Repercute en costos operacionales adicionales asociados a disponibilidad	4
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	2
Flexibilidad Operacional	
No existe opción de producción y no existe función de repuesto	4
Hay opción de repuesto compartido	3
Función de repuesto disponible	2
	Mayor o igual a \$ 10.000.000
	Inferior a \$ 10.000.000
	2
	1
	Afecta la seguridad humana tanto externa como interna
	8
	Afecta el ambiente produciendo daños reversibles
	6
	Afecta las instalaciones causando daños severos
	4
	Provoca daños menores (Accidentes e incidentes) personal propio
	2
	Provoca un impacto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales
	1
	No provoca ningún tipo de daños a personas instalaciones o al ambiente
	0

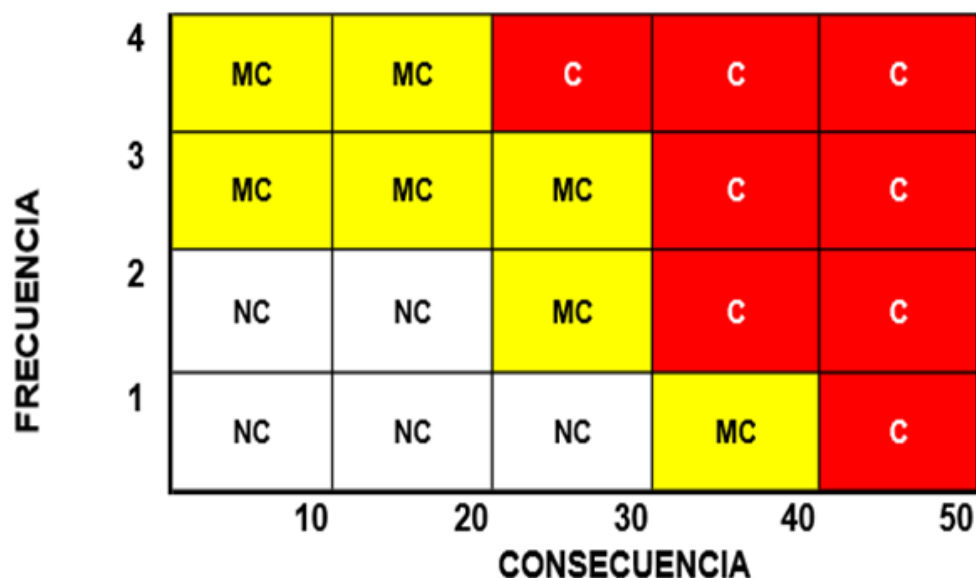
Criticidad Total = Frecuencia de fallos x consecuencia

Consecuencia = (Impacto Operacional x Flexibilidad) + Coste Mtto. + Impacto SAH)

Fuente: Los Autores.

Para obtener el nivel de criticidad total de cada activo se tomó los valores totales de la frecuencia de fallas y consecuencia y fueron ubicados en la matriz de criticidad de la figura 74. En donde los valores de frecuencia se ubicaron en el eje vertical y los valores de consecuencia se ubicaron en el eje horizontal. La matriz mostrada a continuación permite jerarquizar los sistemas en tres áreas definidas de la siguiente manera, área de sistemas críticos (C), área de sistemas de media criticidad (MC) y área de sistemas no críticos (NC).

Figura 74. Matriz de criticidad propuesta por el modelo CTR.




Fuente: PARRA, Carlos et. al. Ingeniería de mantenimiento y confiabilidad aplicada en la gestión de activos. Sevilla: Ingeman, 2012 p 62.

4.3 RESULTADOS DEL ANALISIS.

Como resultado de la aplicación del modelo del análisis de criticidad total del riesgo (CTR) a los 58 activos de la estación se encontraron los siguientes resultados: equipo no críticos 3, equipos medio críticos 31 y equipos críticos 24; estos últimos ubicados en el sistema de inyección, cargue de crudo, generación eléctrica y producción respectivamente.

Tabla 18. Identificación activos no críticos. Parte 1/3


 LISTADO DE ACTIVOS ESTACION COHEMBI														
Item	Estacion	Ubicación	Codigo	Descripcion	Cantidad	Tipo Mantenimiento	Frecuencia	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costo de Manto	Impacto SAH	Consecuencias	Criticidad total	Jerarquización
56	Cohembi	Sistema de produccion	MC-112-A	Medidor tipo Coriolis	1	IBR	1	4	3	2	4	18	18	NO CRITICO
57	Cohembi	Sistema de produccion	MC-112-B	Medidor tipo Coriolis	1	IBR	1	4	3	1	2	15	15	NO CRITICO
58	Cohembi	Sistema de produccion	MC-112-C	Medidor tipo Coriolis	1	IBR	1	4	3	1	4	17	17	NO CRITICO

Fuente: Los Autores

4.3.1 Listado de equipos críticos.


Los resultados anteriores se pueden encontrar en la tabla 18, 19 y 20 respectivamente, también se identifica que gran parte de los activos críticos se encuentran en el set de inyección teniendo una alta criticidad el sistema de bombeo interno entre tanques, bombas de inyección 300HP y bombas cargadero 25HP ubicadas en el sistema de cargue de la estación los cuales son procesos que de gran importancia, que pueden directamente impactar la operación de la estación por la pérdida de la función de estos activos.

Tabla 19. Identificación activos medio críticos. Parte 2/3

 LISTADO DE ACTIVOS ESTACION COHEMBI														
Item	Estacion	Ubicación	Codigo	Descripcion	Cantidad	Tipo Mantenimiento	Frecuencia	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costo de Manto	Impacto SAH	Consecuencias	Criticidad total	Jerarquización
6	Cohembi	Sistema de produccion	TK-101A	Tanque de agua caldera	1	IBR	2	6	3	2	4	24	48	MEDIO CRITICO
7	Cohembi	Sistema de produccion	TK-101B	Tanque de combustible caldera	1	IBR	2	6	3	2	4	24	48	MEDIO CRITICO
10	Cohembi	Sistema de produccion	TKV-101A	Tanque almacenamiento de crudo 6.250 BBLs	1	IBR	2	6	3	2	4	24	48	MEDIO CRITICO
11	Cohembi	Sistema de produccion	TKV-101B	Tanque almacenamiento de crudo 3.000 BBLs	1	IBR	2	6	3	2	4	24	48	MEDIO CRITICO
12	Cohembi	Sistema de produccion	TKV-101C	Tanque almacenamiento de crudo 5.000 BBLs	1	IBR	2	6	3	2	4	24	48	MEDIO CRITICO
13	Cohembi	Sistema de produccion	TKH-501	Tanque almacenamiento de crudo 500 BBLs	1	IBR	2	6	3	2	4	24	48	MEDIO CRITICO
14	Cohembi	Sistema de produccion	TKH-502	Tanque almacenamiento de crudo 500 BBLs	1	IBR	2	6	3	2	4	24	48	MEDIO CRITICO
15	Cohembi	Sistema de produccion	TKH-503	Tanque almacenamiento de crudo 500 BBLs	1	IBR	2	6	3	2	4	24	48	MEDIO CRITICO
16	Cohembi	Sistema de produccion	TKH-504	Tanque almacenamiento de crudo 500 BBLs	1	IBR	2	6	3	2	4	24	48	MEDIO CRITICO
17	Cohembi	Sistema de produccion	TKH-505	Tanque almacenamiento de crudo 500 BBLs	1	IBR	2	6	3	2	4	24	48	MEDIO CRITICO
18	Cohembi	Sistema de produccion	TKH-506	Tanque almacenamiento de crudo 500 BBLs	1	IBR	2	6	3	2	4	24	48	MEDIO CRITICO
19	Cohembi	Sistema de produccion	EV-101	Tratador electroestatico	1	IBR	2	6	3	1	2	21	42	MEDIO CRITICO
20	Cohembi	Sistema de produccion	SK-201	Skimming tank	1	IBR	2	6	3	1	2	21	42	MEDIO CRITICO
21	Cohembi	Sistema de produccion	TK-201	Tanque de natas	1	IBR	2	6	3	2	2	22	44	MEDIO CRITICO
25	Cohembi	Sistema de inyeccion	TK-102-A	Tanque almacenamiento agua TK-500 BLS	1	IBR	2	6	3	2	2	22	44	MEDIO CRITICO
26	Cohembi	Sistema de inyeccion	TK-102-B	Tanque almacenamiento agua TK-500 BLS	1	IBR	2	6	3	2	2	22	44	MEDIO CRITICO
27	Cohembi	Sistema de inyeccion	TK-102-C	Tanque almacenamiento agua TK-500 BLS	1	IBR	2	6	3	2	2	22	44	MEDIO CRITICO
28	Cohembi	Sistema de inyeccion	TK-102-D	Tanque almacenamiento agua TK-500 BLS	1	IBR	2	6	3	2	2	22	44	MEDIO CRITICO
29	Cohembi	Sistema de inyeccion	TK-102-E	Tanque almacenamiento agua TK-500 BLS	1	IBR	2	6	3	2	2	22	44	MEDIO CRITICO
30	Cohembi	Sistema de inyeccion	TK-102-F	Tanque almacenamiento agua TK-500 BLS	1	IBR	2	6	3	2	2	22	44	MEDIO CRITICO
33	Cohembi	Sistema de inyeccion	F-104-A	Filtro agua tipo cascara de nuez 5.000BPD	1	IBR	2	6	4	1	4	29	58	MEDIO CRITICO
34	Cohembi	Sistema de inyeccion	F-104-B	Filtro agua tipo cascara de nuez 5.000BPD	1	IBR	2	6	3	1	4	23	46	MEDIO CRITICO
37	Cohembi	Sistema de inyeccion	TK-105	Tanque almacenamiento diesel 5.000G	1	IBR	2	6	3	2	4	24	48	MEDIO CRITICO
43	Cohembi	Sistema de inyeccion	TK-106	Tanque decantador 45 BBLs	1	IBR	2	6	3	2	2	22	44	MEDIO CRITICO
44	Cohembi	Sistema de inyeccion	TK-107	Lechos de secado / Catch tank	1	IBR	2	6	3	1	4	23	46	MEDIO CRITICO
49	Cohembi	Sistema de produccion	TK-108	Tanque almacenamiento diesel 5000G	1	IBR	2	6	3	2	4	24	48	MEDIO CRITICO
51	Cohembi	Sistema de cargue	BC-109-A	Brazo de carga	1	IBR	2	6	3	2	4	24	48	MEDIO CRITICO
52	Cohembi	Sistema de cargue	BC-109-B	Brazo de carga	1	IBR	2	6	3	2	4	24	48	MEDIO CRITICO
53	Cohembi	Sistema de cargue	BC-109-C	Brazo de carga	1	IBR	2	6	3	2	4	24	48	MEDIO CRITICO
54	Cohembi	Sistema de generacion	TR-110	Transformador electrico	1	RCM	2	6	3	1	2	21	42	MEDIO CRITICO
55	Cohembi	Sistema de produccion	CA-111	Compresor aire	1	RCM	2	6	3	1	2	21	42	MEDIO CRITICO

Fuente: Los Autores

Tabla 20. Identificación activos críticos. Parte 3/3

 LISTADO DE ACTIVOS ESTACION COHEMBI														
Item	Estacion	Ubicación	Codigo	Descripcion	Cantidad	Tipo Mantenimiento	Frecuencia	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costo de Manto	Impacto SAH	Consecuencias	Criticidad total	Jerarquización
1	Cohembi	Sistema de produccion	MAN-101	Manifold de produccion	1	IBR	2	10	3	2	6	38	76	CRITICO
2	Cohembi	Sistema de produccion	V-101	Separador de produccion	1	IBR	2	8	3	2	6	32	64	CRITICO
3	Cohembi	Sistema de produccion	V-102	Separador de prueba	1	IBR	2	8	3	2	6	32	64	CRITICO
4	Cohembi	Sistema de produccion	V-103	Tratador termico - Separador de prueba	1	IBR	2	10	3	2	6	38	76	CRITICO
5	Cohembi	Sistema de produccion	B-101	Caldera 150 HP	1	IBR	3	10	3	2	6	38	114	CRITICO
8	Cohembi	Sistema de produccion	HE-101	Intercambiador de calor	1	IBR	3	10	3	2	6	38	114	CRITICO
9	Cohembi	Sistema de produccion	MX-101	Mezcaldor estatico	1	IBR	3	10	3	2	6	38	114	CRITICO
22	Cohembi	Sistema de inyeccion	P-101-A	Bomba de descargadero 15HP	1	RCM	4	6	3	1	2	21	84	CRITICO
23	Cohembi	Sistema de inyeccion	P-101-B	Bomba de descargadero 15HP	1	RCM	4	6	3	1	2	21	84	CRITICO
24	Cohembi	Sistema de inyeccion	P-101-C	Bomba de descargadero 15HP	1	RCM	4	6	3	1	2	21	84	CRITICO
31	Cohembi	Sistema de inyeccion	P-103-A	Bomba booster 20HP	1	RCM	4	6	3	1	2	21	84	CRITICO
32	Cohembi	Sistema de inyeccion	P-103-B	Bomba booster 20HP	1	RCM	4	6	3	1	2	21	84	CRITICO
35	Cohembi	Sistema de inyeccion	P-104-A	Bomba retrolavado 3HP	1	RCM	4	6	3	1	2	21	84	CRITICO
36	Cohembi	Sistema de inyeccion	P-104-B	Bomba retrolavado 3HP	1	RCM	4	6	3	1	2	21	84	CRITICO
38	Cohembi	Sistema de inyeccion	P-105-A	Bombas de Inyeccion 300HP	1	RCM	4	6	3	1	6	25	100	CRITICO
39	Cohembi	Sistema de inyeccion	P-105-B	Bombas de Inyeccion 300HP	1	RCM	4	6	3	1	6	25	100	CRITICO
40	Cohembi	Sistema de inyeccion	P-106-A	Bombas retorno agua clarificada 5HP	1	RCM	4	6	3	1	2	21	84	CRITICO
41	Cohembi	Sistema de inyeccion	P-106-B	Bombas retorno agua clarificada 5HP	1	RCM	4	6	3	1	2	21	84	CRITICO
42	Cohembi	Sistema de inyeccion	P-106-C	Bombas recirculacion lodos 2HP	1	RCM	4	6	3	1	2	21	84	CRITICO
45	Cohembi	Sistema de cargue	P-107-A	Bombas cargadero 25 hp	1	RCM	4	6	3	1	2	21	84	CRITICO
46	Cohembi	Sistema de cargue	P-107-B	Bombas cargadero 25 hp	1	RCM	4	6	3	1	2	21	84	CRITICO
47	Cohembi	Sistema de cargue	P-107-C	Bombas cargadero 25 hp	1	RCM	4	6	3	1	2	21	84	CRITICO
48	Cohembi	Sistema de cargue	P-107-D	Bombas cargadero 25 hp	1	RCM	4	6	3	1	2	21	84	CRITICO
50	Cohembi	Sistema de generacion	CE-108A	Generador electrico	1	RCM	4	6	3	1	2	21	84	CRITICO

Fuente: Los Autores

4.3.2 Definición de características, condiciones operacionales y funciones del sistema.

Para la definición de estos elementos el grupo de trabajo inicia dividiendo el caso de estudio en partes más pequeñas esto tiene como objeto realizar un mejor análisis del proceso, para cada sistema se asocian e identifican las características técnicas propias del elemento, definiendo la función que cumple el sistema en el proceso de producción. También se establecen las condiciones operacionales o el contexto operacional donde el activo desempeñara las funciones, definiendo variables de operación como caudales, presiones, temperaturas etc. A su vez se estableció las condiciones ambientales donde el equipo trabajara como altas temperaturas, corrosión, humedad, químicos, gases y vapores presentes en las áreas de operación. Otro proceso es la definición de las fronteras de los equipos en la cual se definió los límites de estos; las interfaces de procesos, entradas y salidas de productos; para finalizar en las de definición de las funciones principales y secundarias del equipo. Los resultados del análisis de la definición de los elementos anteriormente mencionados se pueden observar en el anexo A, características técnicas, condiciones operacionales y definición de funciones de los sistemas analizados.

4.4 RESULTADOS DEL ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS Y FALLA (AMEF).

El análisis realizado por el grupo de trabajo partió en definir y explicar las funciones realizadas por los equipos, considerando el contexto operacional donde ejecutan la operación, de esta forma se definieron los fallos funcionales asociados a cada función identificada; con lo que se estableció los efectos de cada modo de falla y se identificó si es o no una falla oculta en el equipo. En resumen, el objetivo del análisis fue identificar las formas o modos en los cuales puede fallar los equipos dentro del proceso de producción, e identificar las posibles consecuencias o efectos de los fallos en función a los siguientes criterios; ambiental, humano, económico e imagen. Todo esto se transforma en el riesgo económico que se corre al no realizar la actividad identificada. Las hojas de registro del RCM aplicado a los equipos críticos de la estación Cohembi se observan en el anexo B, resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi.

4.5 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DESARROLLADO A PARTIR DEL RCM.

En el anexo C, el grupo de trabajo presenta los resultados del plan de mantenimiento de los equipos críticos de la estación Cohembi, en donde se describe el tipo de decisión que se va a implementar, la descripción de la tarea, frecuencia y recursos como personal, herramientas y materiales.

4.6 INDICADORES DE MANTENIMIENTO.

El grupo de trabajo identificó que se debe de verificar si la gestión de mantenimiento está cumpliendo con los objetivos trazados por la empresa y como forma de hacerlo se planteó desarrollar un proceso de implantación de indicadores de mantenimiento aplicados a los equipos críticos de la estación Cohembi. El grupo de trabajo planteó definir tres indicadores básicos:

- Indicador de mantenibilidad ($M(t)$)
- Indicador de confiabilidad ($R(t)$)
- Indicador de disponibilidad (A)

Los anteriores se definieron y explicaron en el índice 2.3 indicadores básicos de mantenimiento página 44, capítulo 2.

4.7 INVENTARIO DE REPUESTOS CRITICOS.

El grupo de trabajo determinó además la cantidad de inventario relacionado con repuestos críticos que deben de permanecer en la bodega del almacén para poder realizar las intervenciones de mantenimiento. Los resultados obtenidos se observan en el anexo D.

5. CONCLUSIONES

Después de haber desarrollado el análisis en el área de mantenimiento mediante la metodología del RCM con el fin de determinar los planes de mantenimiento de los equipos críticos de la estación de producción Cohembi se identificaron grandes oportunidades de mejora que impactan directamente con los costos de mantenimiento, las cuales se describen a continuación:

1. Mediante el análisis del RCM se logró describir el contexto operacional de la estación Cohembi, definiendo las características operacionales, niveles de producción, condiciones operacionales y funciones de cada uno de los equipos críticos que comprenden los sistemas del set de inyección de agua y cargue de crudo además de los aspectos de calidad, características del agua de inyección y especificaciones del crudo.
2. Con la aplicación de la auditoría al proceso de mantenimiento mediante la matriz cualitativa de excelencia de mantenimiento (MCEM) se logró definir la situación actual de mantenimiento identificando el proceso en la etapa 1; definida como incertidumbre, en donde se encuentran grandes oportunidades de mejora, en aspectos como aptitud gerencia, organización, costos, resolución de problemas, capacitación, manejo de la información, toma de decisiones y la posición de la organización en relación al mantenimiento. Todos los puntos definidos anteriormente identifican áreas de oportunidad para iniciar con la toma de decisiones para cerrar las brechas existentes.
3. Mediante el modelo de criticidad total por riesgo (CTR) se logró jerarquizar e identificar los equipos críticos del set de inyección y cargue de crudo de la estación de producción Cohembi.
4. Mediante la aplicación de la metodología RCM se logró identificar las funciones principales y secundarias del sistema de inyección de agua y cargue de crudo, se identificó la forma como estas funciones pueden perderse y que actividades deben desarrollarse para que la función se conserve en el tiempo.
5. Mediante la aplicación del análisis de modos y efectos de falla (AMEF) se logró identificar las tareas de mantenimiento, según el contexto operacional de la estación Cohembi; asociar a cada una de estas los recursos de mantenimiento requeridos para conservar la función y se concluyó específicamente que para obtener un plan de mantenimiento efectivo y eficiente es requisito obligatorio tener construida una estructura de mantenimiento que se encuentre claramente definida dentro de la estructura de la organización.

6. Fueron definidos los indicadores de gestión para los equipos críticos en el área de mantenimiento orientados en función del objetivo del negocio, como el tiempo operativo (confiabilidad), el tiempo fuera de servicio (mantenibilidad) y la disponibilidad; indicadores claves para el inicio de la gestión de mantenimiento; los cuales son representativos, fáciles de interpretar y servirán para la toma de decisiones.
7. Como resultado del AMEF se logró obtener un inventario de repuestos críticos para la ejecución de las actividades de mantenimiento.
8. El resultado del AMEF aplicados a los equipos críticos de la estación Cohembi, genero el plan de mantenimiento aplicando el tipo de decisión recomendado por el árbol de decisiones, descripción de la tarea, frecuencia y recursos asignados.
9. Para que la implementación del RCM tenga éxito deberá de aplicarse de forma correcta, mediante procesos de planeación, programación, compras e inventarios, personal, sistema y manejo de información y cambio de paradigmas.
10. Finalmente podemos concluir que los procesos de RCM no traen cambios inmediatos a las organizaciones ya que se requiere que todo el personal esté capacitado, posea alta disciplina además de actitud proactiva con lo cual se podrá optimizar y asegurar el desarrollo de las actividades. Lo anterior quiere decir que al inicio se requiere un alto esfuerzo de todos los que integran el proceso; orientado principalmente a la formación de personal responsable, así como la adquisición de nuevos sistemas e instalaciones.
11. En resumen mediante el modelo expuesto se espera lograr la disminución de los costos de mantenimiento, reducir el factor de riesgo en la operación, identificar las actividades de mantenimiento, repuestos críticos, manejo de inventario, mayores tiempos de operación; registro y manejo confiable de la información relevante en el sistema.

6. RECOMENDACIONES

Después de haber finalizado con el proceso anterior se realizan las siguientes recomendaciones para que la implementación del RCM en la organización sea exitosa:

1. Inicialmente se debe prestar atención para involucrar a todo el personal de operaciones, procesos y mantenimiento el cual está en contacto con la operación de los equipos y proceso además de los responsables de la ejecución de las tareas de mantenimiento, con el fin de implementar para ellos un proceso de formación en el tema de RCM mediante el cual podamos motivarlos para que en ellos surja el compromiso requerido para implantar el proceso de RCM.
2. La implementación del RCM debe de contar con el apoyo de la organización, apuntar a la visión del negocio y no ser una solución esporádica. Se recomienda iniciar con un solo proyecto piloto, realizarle seguimiento y convertir las no conformidades detectadas en oportunidades de mejora; con el fin de mejorar el proceso.
3. La información recolectada mediante el AMEF, planes de mantenimiento, inventarios y repuestos se recomienda migrarla inicialmente a una base de datos; conforme al desarrollo del proceso de implantación del RCM; adquirir un software de mantenimiento para la gestión de los activos.
4. Paralelo al punto anterior se requiere implementar un sistema de gestión de almacén y adquisición de repuestos que se adecue a las necesidades del campo, para disminuir los tiempos fuera de servicio, extender los tiempos de operación de los equipos; mejorar el proceso de normalización a través de la creación de procedimientos de trabajo y la toma de registros mediante formatos de captura sencillos.
5. Identificar que solo con la herramienta de RCM no se resolverán todos los problemas de mantenimiento actuales, tomar de las herramientas de confiabilidad existentes los temas claves para ayudar a dar solución a las no conformidades.

BIBLIOGRAFIA

BEN DAYA, Mohamed et. al. Handbook of Maintenance Management and Engineering. Londres: Springer-Verlag Limited 2009. 739 p.

ISO 14224. Petroleum, petrochemical and natural gas industries - Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment, 2004. 219 p.

KNEZEVIC Jezdimir, Mantenimiento. Madrid: Isdefe, 1996. 211 p.

MOUBRAY John, Mantenimiento centrado en la confiabilidad. Oxford: Industrial Press Inc, 1991. 241 p.

NACHLAS Joel A, Fiabilidad. Madrid: Isdefe, 1995. 217 p.

PARRA, Carlos et. al. Ingeniería de mantenimiento y confiabilidad aplicada en la gestión de activos. Sevilla: Ingeman, 2012 p 1.

SAE JA1011. Evaluation criteria for Reability-Centerred Maintenance (RCM) Processes. Society of Automotive, Inc 1999. 30 p.

SILVA A, Pedro Eliseo y ORRERO B, Juan Carlos. Mantenimiento 3D: Otra forma de ver el mantenimiento. En: Preparación para la presentación del examen de certificación en confiabilidad, (2 Octubre - 12 Noviembre, 2013: Bogotá, Colombia). Memorias. Bogotá, ACIEM 2013. 32 p.

SILVA, Pedro Eliseo. RCM. En Introducción a la ingeniería de confiabilidad (2 Octubre - 12 Noviembre, 2013: Bogotá, Colombia). Memorias. Bogotá: Aciem, 2013. p 11.

PARRA, Carlos. RCM. En Índices técnicos de gestión del mantenimiento (25-26, Julio: Bogotá, Colombia). Memorias. Bogotá: Elite Training, 2012. p 4.

SILVA, Pedro. RCM. En Gestión del trabajo (2 Octubre - 12 Noviembre, 2013: Bogotá, Colombia). Memorias. Bogotá: Aciem, 2013. p 38.

SILVA, Pedro. RCM. En Confiabilidad de manufactura (2 Octubre - 12 Noviembre, 2013: Bogotá, Colombia). Memorias. Bogotá: Aciem, 2013. p 27.

PARRA, Carlos. RCM. En Mantenimiento centrado en confiabilidad nivel avanzado (25-26, Julio: Bogotá, Colombia). Memorias. Bogotá: Elite Training, 2012. p 14.


ANEXOS.

ANEXO A. Características técnicas, condiciones operacionales y definición de funciones de los sub sistemas analizados. Parte 1/4

VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS							
ANALISIS DE RCM ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI							
ELEMENTO DE ESTUDIO	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ELEMENTO	CONDICIONES OPERACIONALES	CONDICIONES AMBIENTALES	FRONTERAS (PLANO-DIAGRAMA)	INTERFACES (Entradas/Salidas)	Cód Fun.	FUNCIONES
Sistema de recibo set de inyeccion	La función del sistema de recibo es descargar, transportar y almacenar el agua de producción asociada con aceite desde los carro tanques hasta los tanques de almacenamiento, con el fin de separar el aceite y solidos pesados que se encuentran en el agua; este proceso se realiza por medio de tres bombas tipo centrífugo identificadas con el código P101A/B/C. La alimentación de las bombas del descargadero es recibida de un tablero general y este a su vez es alimentado por un generador eléctrico con una potencia de 350 Kw, código CE108A.	Las bombas P101A/B/C trabajan a una capacidad normal de 280 GPM (+/- 5 GPM), una presión de 50 PSIG (+/- 5 PSIG) y una temperatura del agua de inyección de 77°F (+/-5°F). El sistema posee redundancia P-101 A/B/C, en condiciones normales la operación de descargue se realiza 24 horas al día, en estas condiciones dos bombas en paralelo trabajan mientras que la tercera se encuentra en stand by.	Altas temperaturas Corrosion Humedad Quimicos Gases y Vapores	Para el análisis de RCM se define como frontera inicial la succion de la bomba hasta la succion de descarga.	Entradas Agua de produccion - Crudo - Productos quimicos - Energia electrica Salidas Agua de produccion mezclada	F1-P-101ABC	Transferir agua de inyección de los carro tanques hacia los tanques de almacenamiento de agua TK-102A/B/C/D/E/F a una capacidad normal de 280 GPM (+/- 5 GPM), una presión de 50 PSIG (+/- 5 PSIG).
						F2-P101ABC	Controlar el caudal de agua entre un rango de 275 y 285 GPM
						F3-P-101ABC	Controlar el estandar de calidad del agua entre TSS:5 y O/W:5 PPM
Sistema de bombas booster set de inyeccion	La función del sistema de bombas booster es transportar el agua de inyección almacenada en los tanque de almacenamiento TK-102A/B/C/D/E/F a los filtros de agua tipo cascara de nuez F-104A/B, con el fin de filtrar solidos de menor tamaño y continuar con proceso de separación de aceite. Las bombas se identifican con el código P103A/B poseen una admisión de 4 pul y una descarga de 1 1/2 pul, el accionamiento de la bomba se realiza por medio eléctrico, la alimentación es recibida de un tablero general y este a su vez es alimentado por un generador eléctrico con una potencia de 350 Kw, código CE108A.	Las bombas P103A/B trabajan a una capacidad normal de 200 GPM (+/- 5 GPM), una presión de 75 PSIG (+/- 5 PSIG) y una temperatura del agua de inyección de 77°F (+/-5°F). El sistema posee redundancia P-103 A/B, en condiciones normales la operación de descargue se realiza 24 horas al día en estas condiciones una bomba trabajan mientras que la otra se encuentra en stand by.	Altas temperaturas Corrosion Humedad Quimicos Gases y Vapores	Para el análisis de RCM se define como frontera inicial la succion de la bomba hasta la succion de descarga.	Entradas Agua de produccion - Crudo - Productos quimicos - Energia electrica Salidas Agua de produccion mezclada	F1-P-103AB	Transferir agua de inyección de los tanques de almacenamiento de agua TK-102A/B/C/D/E/F a los filtros de agua tipo cascara de nuez F-104A/B a una capacidad normal de la bomba de 200 GPM (+/- 5 GPM) y una presión de 75 PSIG (+/- 2 PSIG).
						F2-P-103AB	Controlar el caudal de agua entre un rango de 195 y 205 GPM
						F3-P-103AB	Controlar el estandar de calidad del agua entre TSS:5 y O/W:5 PPM


Fuente: Los Autores

Características técnicas, condiciones operacionales y definición de funciones de los sub sistemas analizados. Parte
2/4

 VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS							
ANALISIS DE RCM ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI							
ELEMENTO DE ESTUDIO	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ELEMENTO	CONDICIONES OPERACIONALES	CONDICIONES AMBIENTALES	FRONTERAS (PLANO-DIAGRAMA)	INTERFACES (Entradas/Salidas)	Cód Fun.	FUNCIONES
Sistema de inyeccion set de inyeccion	La función del sistema de inyección es transportar e inyectar agua filtrada desde el sistema de inyección P-105A/B hasta la cabeza del pozo de inyección Cohembi 1. Las bombas se identifican con el código P105A/B poseen una admisión de 3 pul y una descarga de 3 pul, el movimiento de la bomba se logra mediante un motor de combustión interna.	Las bombas P105A/B tipo triplex reciprocante trabajan a una capacidad normal de 4.900 GPM (+/- 50 GPM), una presión de 1.600 PSIG (+/- 50 PSIG) y una temperatura del agua de inyección de 77°F (+/-5°F) con una calidad en el fluido de TSS<2; O/W <2 PPM. En condiciones normales la operación de inyeccion se realiza 24 horas al día en estas condiciones una bomba trabajan mientras que la otra se encuentra en stad by.	Altas temperaturas Corrosion Humedad Quimicos Gases y Vapores	Para el análisis de RCM se define como frontera inicial desde el amortiguador de admisión hasta el amortiguador de descarga.	Entradas Agua de produccion - Crudo - Productos quimicos - Energia mecanica - Aceite lubricante Salidas Agua de produccion mezclada - Gases motores	F1-P-105AB	Inyectar agua desde el sistema de inyección P-105A/B hasta la cabeza del pozo de inyección Cohembi 1 con un flujo de 4.900 BPD, presión de 1.600 PSIG.
						F2-P-105AB	Inyectar agua con una calidad de fluido inferior a TSS>2 y un O/W>2 PPM o lo hace deficientemente
						F3-P-105AB	Generar movimiento a una potencia maxima de 300 HP @ 2.200 rpm y transmitirlo mediante acople mecanico al reductor de la bomba triplex. (El sistema posee redundancia P-105 A/B
						F4-P-105AB	Mantener la temperatura de funcionamiento del motor de combustion interna mediante un ciclo de recirculacion constante del refrigerante a una temperatura de 185°F a 200°F
						F5-P-105AB	Alimentar e inyectar la proporcion correcta de combustible en el interior de las camaras del motor de combustion interna
						F6-P-105AB	Suministrar constantemente aceite motor a los elementos del motor de combustion interna sometidos a fatiga dentro de una presion de 50 a 70 PSI
						F7-P-105AB	Suministra un flujo constante de aire al interior de los cilindros del motor de combustion interna
						F8-P-105AB	Suministra el flujo de corriente electrica para el arranque del motor de combustion interna y accesorios


Fuente: Los Autores

Características técnicas, condiciones operacionales y definición de funciones de los sub sistemas analizados. Parte 3/4

 VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS							
ANALISIS DE RCM ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI							
ELEMENTO DE ESTUDIO	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ELEMENTO	CONDICIONES OPERACIONALES	CONDICIONES AMBIENTALES	FRONTERAS (PLANO-DIAGRAMA)	INTERFACES (Entradas/Salidas)	Cód Fun.	FUNCIONES
Sistema de decantación set de inyección	La función del sistema de decantación es filtrar y transportar agua filtrada desde el tanque decantador TK-106 hasta los lechos de secado. Las bombas se identifica con el código P106A/B poseen una admisión de 1 1/2 pul y una descarga de 1 pul, la alimentación es recibida de un tablero general y este a su vez es alimentado por un generador eléctrico con una potencia de 350 Kw, código CE108A.	Las bombas de retorno agua clarificada P106A/B de tipo centrífugo trabajan a una capacidad normal de 75 GPM (+/- 2 GPM), una presión de 25 PSIG (+/- 2 PSIG) y una temperatura del agua de inyección de 77°F (+/-5°F) y las bombas de recirculación de lodos P106C de tipo centrífugo trabajan a una capacidad normal de 50 GPM (+/- 2 GPM), una presión de 35 PSIG (+/- 2 PSIG) y una temperatura del agua de inyección de 77°F (+/-5°F), en condiciones normales la operación de retrolavado se realiza cada 12 horas o cuando se registran 15 PSI de caída de presión.	Altas temperaturas Corrosion Humedad Químicos Gases y Vapores	Para el análisis de RCM se define como frontera inicial la succión de la bomba hasta la succión de descarga.	Entradas Agua de producción - Crudo - Productos químicos - Energía mecánica Salidas Agua de producción mezclada - Lodos	F1-P-106AB	Transferir agua del tanque decantador TK-106 a los tanques de almacenamiento TK-102A/B/C/D/E/F a una capacidad normal de la bomba de 75 GPM (+/- 2 GPM) y una presión de 25 PSIG (+/- 2 PSIG)
						F2-P-106AB	Controlar el caudal de agua entre un rango de 73 y 77 GPM
						F3-P-106AB	Controlar el estándar de calidad del agua entre TSS:5 y O/W:5 PPM.
						F1-P-106C	Transferir agua de la línea de reboso del tanque decantador TK-106 al mezclador estático o filtros de agua tipo cascara de nuez F-104A/B según operación, a una capacidad normal de la bomba de 50 GPM (+/- 2 GPM) y una presión de 35 PSIG (+/- 2 PSIG).
						F2-P-106C	Controlar el caudal de agua entre un rango de 48 y 52 GPM
Sistema cargue crudo	La función del sistema de cargue de crudo es transportar el crudo almacenado en los tanques de almacenamiento TK-500A/B/C/D/E/F a los carro tanques. Las bombas de cargue tipo centrífuga se identifica con el código P-107A/B/C/D poseen una admisión de 4 pul y una descarga de 3 pul, la alimentación es recibida de un tablero general y este a su vez es alimentado por un generador eléctrico con una potencia de 350 Kw, código CE108A.	Las bombas de cargue de crudo de tipo centrífugo P-107A/B/C/D trabajan a una capacidad normal de 650 GPM (+/- 10 GPM) y una presión de 50 PSIG (+/- 5 PSIG), en condiciones normales la operación de descargue se realiza 24 horas al día en estas condiciones tres bombas en paralelo trabajan mientras que la cuarta se encuentra en stand by	Altas temperaturas Corrosion Humedad Químicos Gases y Vapores	Para el análisis de RCM se define como frontera inicial desde la entrada del manifold de succión hasta la descarga de la bomba.	Entradas Crudo fiscalizado - Energía eléctrica Salidas Crudo fiscalizado	F1-P-107ABCD	Transferir crudo de los tanques de almacenamiento de crudo TK-500A/B/C/D/E/F a los carro tanques con una capacidad normal de 650 GPM (+/- 10 GPM) y una presión de 50 PSIG (+/- 5 PSIG).
						F2-P-107ABCD	Controlar el caudal de agua entre un rango de 275 y 285 GPM


Fuente: Los Autores

Características técnicas, condiciones operacionales y definición de funciones de los sub sistemas analizados. Parte 4/4

 VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS ANALISIS DE RCM ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI							
ELEMENTO DE ESTUDIO	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ELEMENTO	CONDICIONES OPERACIONALES	CONDICIONES AMBIENTALES	FRONTERAS (PLANO-DIAGRAMA)	INTERFACES (Entradas/Salidas)	Cód Fun.	FUNCIONES
Sistema de filtración set de inyección	La función del sistema de filtración es transportar y separar sólidos presentes en el agua mediante los filtros de agua tipo cascara de nuez F-104A/B a las bombas de inyección P105A/B y el agua de inyección proveniente de la salida del lavador externo es transportada al tanque decantador TK106. Las bombas se identifican con el código P104A/B poseen una admisión de 3 pul y una descarga de 3 pul, el accionamiento de la bomba se realiza por medio eléctrico, la alimentación es recibida de un tablero general y este a su vez es alimentado por un generador eléctrico con una potencia de 350 Kw, código CE108A.	Las bombas P104A/B trabajan a una capacidad normal de 88 GPM (+/- 2 GPM), una presión de 30 PSIG (+/- 2 PSIG) y una temperatura del agua de inyección de 77°F (+/-5°F). El sistema posee redundancia P-104 A/B, en condiciones normales la operación de descargue se realiza 24 horas al día en estas condiciones una bomba trabajan mientras que la otra se encuentra en stand by.	Altas temperaturas Corrosion Humedad Químicos Gases y Vapores	Para el análisis de RCM se define como frontera inicial la succión de la bomba hasta la succión de descarga.	Entradas Agua de producción - Crudo - Productos químicos - Energía eléctrica Salidas Agua de producción mezclada	F1-P-104AB	Transferir agua de los filtros de agua tipo cascara de nuez F-104A/B al lavador externo a una capacidad normal de la bomba de 88 GPM (+/- 2GPM) y una presión de 30 PSIG (+/- 2 PSIG).
						F2-P-104AB	Controlar el caudal de agua entre un rango de 86 y 90 GPM
						F3-P-104AB	Controlar el estandar de calidad del agua entre TSS:5 y O/W:5 PPM.
Sistema generacion electrica	La función del sistema de generación eléctrica es transformar la energía mecánica producida por el motor de combustión interna en energía eléctrica para abastecer el consumo de las facilidades de producción de la estación	El generador entrega una potencia de 350 Kw a una frecuencia de 60Hz, 1.800 rpm +/- 50 y un voltaje de salida de 480 V, en condiciones normales el equipo trabaja las 24 horas al día y la red nacional sirve como sistema de respaldo.	Altas temperaturas Corrosion Humedad Químicos Gases y Vapores	Para el análisis de RCM se define como frontera inicial desde la entrada del panel de control hasta la salida del break del generador.	Entradas Combustible - aceite motor - refrigerante - Aire de refrigeracion Salidas Gases motores - Aceites contaminados	F1-P-108A	Generar movimiento a una potencia maxima de 350 Kw @ 1.800 rpm y transmitirlo mediante acople mecanico al generador electrico.
						F2-P-108A	Mantener la temperatura de funcionamiento del motor de combustion interna mediante un ciclo de recirculacion constante del refrigerante a una temperatura de 185°F a 200°F
						F3-P-108A	Alimentar e inyectar la proporcion correcta de combustible en las camaras del motor de combustion interna
						F4-P-108A	Suministrar constantemente aceite motor a los elementos del motor de combustion interna sometidos a fatiga dentro de una presion de 50 a 70 PSI
						F5-P-108A	Suministra un flujo de aire constante al interior de los cilindros del motor de combustion interna
						F6-P-108A	Suministra el flujo de corriente electrica para el arranque del motor del motor de combustion interna y accesorios
						F7-P-108A	Transformar la energia mecanica producida por el motor de combustion interna en energia electrica a una frecuencia de 60Hz @ 1.800 rpm +/- 50 y un voltaje de salida de 480 V


Fuente: Los Autores

ANEXO B. Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 1/39

	HOJA DE REGISTRO RCM VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI					PLANTA DE INYECCION DE AGUA SET DE INYECCION SISTEMA DE RECIBO - BOMBAS P-101ABC						
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
F1-P-101ABC	Transferir agua de inyección de los carro tanques hacia los tanques de almacenamiento de agua TK-102A/B/C/D/E/F a una capacidad normal de 280 GPM (+/- 5 GPM), una presión de 50 PSIG (+/- 5 PSIG).	FF1-P-101ABC	Incapaz de transferir agua o lo hace deficientemente	MF1-P-101ABC-1	Protecciones de seguridad accionadas	Sistema de descargue opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Identificar alarmas. Reset en CCM. Costos estimados 100.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF:1 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h	NO	5E	4D	5D	4C	\$ 300.000
				MF1-P-101ABC-2	Perdida del suministro electrico	Sistema de descargue opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Verificar tension en el motor electrico. Reset en CCM. Costos estimados 250.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 1 Hora. FF: 1 fallos/año. TPPR: 1 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	5E	4D	4D	4C	\$ 600.000
				MF1-P-101ABC-3	Indicador PI101A1 PI101B1 PI101C1 presenta alta presion	Sistema de descargue opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Verificar indicador de presion. Reset en CCM. Costos estimados 50.000 \$/h requiere repuesto. Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 2 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	5E	4D	4D	4C	\$ 600.000
				MF1-P-101ABC-4	Indicador PDI101A PI101B PI101C presenta alta presion diferencial	Sistema de descargue opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Verificar indicador de presion diferencial. Reset en CCM. Costos estimados 50.000 \$/h requiere repuesto. Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 2 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	5E	4D	4D	4C	\$ 600.000

Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 2/39

 HOJA DE REGISTRO RCM VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI		PLANTA DE INYECCION DE AGUA SET DE INYECCION SISTEMA DE RECIBO - BOMBAS P-101ABC										
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
FI-P-101ABC	Transferir agua de inyección de los carro tanques de almacenamiento de agua TK-102A/B/C/D/E/F a una capacidad normal de 280 GPM (+/- 5 GPM), una presión de 50 PSIG (+/- 5 PSIG).	FF-P-101ABC	Incapaz de transferir agua o lo hace deficientemente	MF1-P-101ABC-5	Acople manguera presenta fuga	Sistema de descargue opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Verificar acople mecanico ajustar y/o cambiar Costos estimados 100.000 \$/h Repuestos: Acople manguera. Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 1 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año	NO	4E	4D	5D	4C	\$ 300.000
				MF1-P-101ABC-6	Valvulas de bola presentan fuga	Sistema de descargue opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Reparar fuga y/o cambiar valvula Costos estimados 50.000 \$/h Repuestos: Valvula de bola. Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 1 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año	NO	4E	4D	5D	4C	\$ 300.000
				MF1-P-101ABC-7	Motor electrico quemado por sobrevoltaje	Sistema de descargue opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Cambiar motor y/o reparar bobinado Costos estimados 250.000 \$/h Repuestos: Motor electrico 15 HP 1800 rpm. Duracion de la actividad 1,5 Hora. FF: 1 fallos/año. TPPR: 1,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 900.000 \$/año	NO	5E	4D	4D	4C	\$ 900.000
				MF1-P-101ABC-8	Eje bomba presenta fractura	Sistema de descargue opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Cambiar eje bomba Costos estimados 250.000 \$/h Repuestos: Eje bomba 4"x3". Duracion de la actividad 1,5 Hora. FF: 1 fallos/año. TPPR: 1,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 900.000 \$/año	NO	5E	4D	4D	4C	\$ 900.000
				MF1-P-101ABC-9	Acople motor - bomba desajustado y/o fracturado	Sistema de descargue opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Cambiar y/o ajustar acople motor Costos estimados 100.000 \$/h Repuestos: Acople motor, Duracion de la actividad 1,5 Hora. FF: 1 fallos/año. TPPR: 1,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 900.000 \$/año	NO	5E	4D	4D	4C	\$ 900.000


Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 3/39

Cód. Func.	HOJA DE REGISTRO RCM VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI					PLANTA DE INYECCION DE AGUA SET DE INYECCION SISTEMA DE RECIBO - BOMBAS P-101ABC						
	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
F2-P101ABC	Controlar el caudal de agua entre un rango de 275 y 285 GPM	FF2-P-101ABC	Incapaz de controlar el caudal de agua o lo hace a un caudal por debajo de 275 GPM	MF2-P-101ABC-1	Sello mecanico presenta fuga	Sistema de descargue opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Cambiar y/o ajustar sello mecanico Limpiar incrustaciones del impulsor y carcaza Costos estimados 50.000 \$/h Repuestos: Sello mecanico. Duracion de la actividad 1,0 Hora. FF: 4 fallos/año. TPPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 2.400.000 \$/año	NO	4E	4D	3D	4C	\$ 2.400.000
				MF2-P-101ABC-2	Rodamiento bomba desgastados	Sistema de descargue opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Cambiar rodamientos bomba Limpiar incrustaciones del impulsor y carcaza Costos estimados 100.000 \$/h Repuestos: Rodamientos. Duracion de la actividad 1,5 Hora. FF: 1 fallos/año. TPPR: 1,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 900.000 \$/año	NO	5E	4D	4D	4C	\$ 900.000
				MF2-P-101ABC-3	Rodamiento motor desgastados	Sistema de descargue opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Cambiar rodamientos motor Limpiar incrustaciones del impulsor y carcaza Costos estimados 100.000 \$/h Repuestos: Rodamientos Duracion de la actividad 1,5 Hora. FF: 1 fallos/año. TPPR: 1,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 900.000 \$/año	NO	5E	4D	4D	4C	\$ 900.000
				MF2-P-101ABC-4	Impulsor presenta atascamiento por incrustaciones	Sistema de descargue opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Limpiar incrustaciones del impulsor y carcaza Reemplazar impulsor Costos estimados 30.000 \$/h Repuestos: Impulsor. Duracion de la actividad 1,0 Hora. FF: 6 fallos/año. TPPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 3.600.000 \$/año	NO	5E	4D	3D	4C	\$ 3.600.000


Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 4/39

	HOJA DE REGISTRO RCM VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI					PLANTA DE INYECCION DE AGUA SET DE INYECCION SISTEMA DE RECIBO - BOMBAS P-101ABC						
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
F2-P-101ABC	Controlar el caudal de agua entre un rango de 275 y 285 GPM	FF2-P-101ABC	Incapaz de controlar el caudal de agua o lo hace a un caudal por debajo de 275 GPM	MF2-P-101ABC-5	Línea de succión atascada por incrustaciones	Sistema de descargue opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Limpiar incrustaciones líneas de succion Costos estimados 300.000 \$/h requiere repuestos Duracion de la actividad 6,0 Hora. FF: 1 fallos/año. TPPR: 6,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 3.600.000 \$/año	NO	5E	4D	3D	3C	\$ 3.600.000
				MF2-P-101ABC-6	Soporte anclaje motor roto	Sistema de descargue opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Aplicar soldadura soporte motor Costos estimados 80.000 \$/h Repuestos: Electrodo soldadura níquel 100 Duracion de la actividad 1,0 Hora. FF: 1 fallos/año. TPPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	5E	4D	4D	4C	\$ 600.000
				MF2-P-101ABC-7	Tubería presenta fuga por bridas	Sistema de descargue opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Reparar fuga, ajustar tornillería Costos estimados 50.000 \$/h Repuestos: Tornillería 1/2"x4 RO Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 1 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año	NO	4E	4D	5D	4C	\$ 300.000
F3-P-101ABC	Controlar el estándar de calidad del agua entre TSS:5 y O/W:5 PPM	FF3-P-101ABC	Incapaz de controlar la calidad del agua o lo hace deficientemente	MF3-P-101ABC-1	Inyección química fuera de parámetros	Sistema de descargue opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Revisar calidad de la química aplicada Costos estimados 150.000 \$/h Repuestos: Productos químicos Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 12 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h	NO	4E	4D	4D	4C	\$ 3.600.000

Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 5/39

 HOJA DE REGISTRO RCM VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI						PLANTA DE INYECCION DE AGUA SET DE INYECCION SISTEMA DE BOMBAS BOOSTER - BOMBAS P-103AB						
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
F1-P-103AB	Transferir agua de inyección de los tanques de almacenamiento de agua TK-102A/B/C/D/E/F a los filtros de agua tipo cascara de nuez F-104A/B a una capacidad normal de la bomba de 200 GPM (+/- 5 GPM) y una presión de 75 PSIG (+/- 2 PSIG).	FF1-P-103AB	Incapaz de transferir agua o lo hace deficientemente	MF1-P-103AB-6	Motor electrico quemado por sobrevoltaje	<p>Sistema de recibo opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Cambiar motor y/o reparar bobinado Costos estimados 200.000 \$/h Repuestos: Motor electrico 20 HP 3600 rpm. Duracion de la actividad 1,5 Hora. FF: 0,5 fallos/año. TPRR: 1,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 450.000 \$/año</p>	NO	5E	4D	5D	4C	\$ 450.000
				MF1-P-103AB-7	cuencia activado	<p>Sistema de recibo opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Identificar alarmas. Reset en CCM. Costos estimados 50.000 \$/h Repuestos: Eje motor E-25 Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 1 fallos/año. TPRR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año</p>	NO	5E	4D	5D	4C	\$ 300.000
				MF1-P-103AB-8	ncia activado por	<p>Sistema de recibo opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Identificar alarmas. Reset en CCM. Costos estimados 50.000 \$/h Repuestos: Eje motor E-25 Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 1 fallos/año. TPRR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año</p>	NO	5E	4D	5D	4C	\$ 300.000
				MF1-P-103AB-9	Tornillo fijacion eje fracturado	<p>Sistema de recibo opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Cambiar juego de tornillo Costos estimados 5.000 \$/h Repuestos: Tornillo fijacion 1/2NCx1 1/2" Inoxidable Duracion de la actividad 1,5 Hora. FF: 1 fallos/año. TPRR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año</p>	NO	5E	4D	5D	4C	\$ 300.000
				MF1-P-103AB-10	Acople motor fracturado	<p>Sistema de recibo opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Cambiar acople motor Costos estimados 80.000 \$/h Repuestos: Acople motor Duracion de la actividad 1,5 Hora. FF: 1 fallos/año. TPRR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año</p>	NO	5E	4D	5D	4C	\$ 300.000

Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 6/39

HOJA DE REGISTRO RCM VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI					PLANTA DE INYECCION DE AGUA SET DE INYECCION SISTEMA DE BOMBAS BOOSTER - BOMBAS P-103AB							
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
F2-P-103AB	Controlar el caudal de agua entre un rango de 195 y 205 GPM	FF2-P-103AB	Incapaz de controlar el caudal de agua o lo hace a un caudal por debajo de 275 GPM	MF2-P-103AB-1	Sello mecanico presenta fuga	Sistema de recibo opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Cambiar y/o ajustar sello mecanico Limpiar incrustaciones del impulsor y carcaza Costos estimados 30.000 \$/h Repuestos: Sello mecanico. Duracion de la actividad 1,0 Hora. FF: 3 fallos/año. TPPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 1.800.000 \$/año	NO	5E	4D	3D	4C	\$ 1.800.000
				MF2-P-103AB-2	Anillo de friccion desgastado y/o fracturada	Sistema de recibo opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Cambiar anillo de friccion Limpiar incrustaciones del impulsor y carcaza Costos estimados 30.000 \$/h Repuestos: Anillo de friccion Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 3 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 900.000 \$/año	NO	5E	4D	4D	4C	\$ 900.000
				MF2-P-103AB-3	Anillo cuadrado de caucho desgastado	Sistema de recibo opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Cambiar anillo cuadrado de caucho Limpiar incrustaciones del impulsor y carcaza Costos estimados 30.000 \$/h Repuestos: Anillo cuadrado de caucho Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 3 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 900.000 \$/año	NO	5E	4D	4D	4C	\$ 900.000
				MF2-P-103AB-4	Camisa eje desgastada y/o fracturada	Sistema de recibo opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Cambiar camisa eje Limpiar incrustaciones del impulsor y carcaza Costos estimados 40.000 \$/h Repuestos: Camisa eje Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 3 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 900.000 \$/año	NO	5E	4D	4D	4C	\$ 900.000

Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 7/39

HOJA DE REGISTRO RCM VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI						PLANTA DE INYECCION DE AGUA SET DE INYECCION SISTEMA DE BOMBAS BOOSTER - BOMBAS P-103AB						
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
F2-P-103AB	Controlar el caudal de agua entre un rango de 195 y 205 GPM	FF2-P-103AB	Incapaz de controlar el caudal de agua o lo hace a un caudal por debajo de 275 GPM	MF2-P-103AB-5	Impulsor presenta atascamiento por incrustaciones	Sistema de recibo opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Cambiar impulsor Costos estimados 50.000 \$/h Repuestos: Impulsor Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 3 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 900.000 \$/año	NO	5E	4D	4D	4C	\$ 900.000
				MF2-P-103AB-6	Línea de succión atascada por incrustaciones	Sistema de recibo opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Limpiar incrustaciones líneas de succion Costos estimados 300.000 \$/h No requiere repuestos Duracion de la actividad 5,0 Hora. FF: 0,5 fallos/año. TPPR: 5,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 1.500.000 \$/año	NO	4E	4D	3D	4C	\$ 1.500.000
				MF3-P-103AB-7	Soporte anclaje motor roto	Sistema de recibo opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Aplicar soldadura soporte motor Costos estimados 50.000 \$/h Repuestos: Electrodo soldadura niquel 100 Duracion de la actividad 1,0 Hora. FF: 1 fallos/año. TPPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	5E	4D	3D	4C	\$ 600.000
F3-P-103AB	Controlar el estandar de calidad del agua entre TSS:5 y O/W:5 PPM	FF3-P-103AB	Incapaz de controlar la calidad del agua o lo hace deficientemente	MF3-P-103AB-1	Inyeccion quimica fuera de parametros	Sistema de recibo opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Revisar calidad de la química aplicada Costos estimados 150.000 \$/h Repuestos: Productos quimicos Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 12 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 3.600.000 \$/año	NO	4E	4D	3D	4C	\$ 3.600.000

Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 8/39

HOJA DE REGISTRO RCM		PLANTA DE INYECCION DE AGUA										
VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS		SET DE INYECCION										
ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI		SISTEMA DE FILTRACION - BOMBAS P-104AB										
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
F1-P-104AB	Transferir agua de los filtros de agua tipo cascara de nuez F-104A/B al lavador externo a una capacidad normal de la bomba de 88 GPM (+/- 2GPM) y una presión de 30 PSIG (+/-2 PSIG).	FF1-P-104AB	Incapaz de transferir agua o lo hace deficientemente	MF1-P-104AB-1	Protecciones de seguridad accionadas	Sistema de filtración opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Identificar alarmas. Reset en CCM. Costos estimados 60.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 1 fallos/año. TPRR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año	NO	5E	4D	5D	4C	\$ 300.000
				MF1-P-104AB-2	Perdida del suministro eléctrico	Sistema de filtración opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Verificar tension en el motor eléctrico. Reset en CCM. Costos estimados 150.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 1 Hora. FF: 1 fallos/año. TPRR: 1 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	5E	4D	3D	4C	\$ 600.000
				MF1-P-104AB-3	Indicador PH104A1 PH104A2 presenta alta presión	Sistema de filtración opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Verificar indicador de presión. Reset en CCM. Costos estimados 30.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 1 fallos/año. TPRR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año	NO	5E	4D	5D	4C	\$ 300.000
				MF1-P-104AB-4	Motor eléctrico quemado por sobrevoltaje	Sistema de filtración opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Cambiar motor y/o reparar bobinado Costos estimados 150.000 \$/h Repuestos: Motor eléctrico 3 HP 1800 rpm	NO	5E	4D	3D	4C	\$ 600.000

Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 9/39

HOJA DE REGISTRO RCM VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI						PLANTA DE INYECCION DE AGUA SET DE INYECCION SISTEMA DE FILTRACION - BOMBAS P-104AB						
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
F1-P-104AB	Transferir agua de los filtros de agua tipo cascara de nuez F-104A/B al lavador externo a una capacidad normal de la bomba de 88 GPM (+/- 2GPM) y una presión de 30 PSIG (+/-2 PSIG).	FF1-P-104AB	Incapaz de transferir agua o lo hace deficientemente	MF1-P-104AB-1	Protecciones de seguridad accionadas	Sistema de filtracion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Identificar alarmas. Reset en CCM. Costos estimados 60.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 1 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año	NO	5E	4D	5D	4C	\$ 300.000
				MF1-P-104AB-2	Perdida del suministro electrico	Sistema de filtracion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Verificar tension en el motor electrico. Reset en CCM. Costos estimados 150.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 1 Hora. FF: 1 fallos/año. TPPR: 1 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	5E	4D	3D	4C	\$ 600.000
				MF1-P-104AB-3	Indicador PI104A1 PI104A2 presenta alta presion	Sistema de filtracion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Verificar indicador de presion. Reset en CCM. Costos estimados 30.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 1 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año	NO	5E	4D	5D	4C	\$ 300.000
				MF1-P-104AB-4	Motor electrico quemado por sobrevoltaje	Sistema de filtracion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Cambiar motor y/o reparar bobinado Costos estimados 150.000 \$/h Repuestos: Motor electrico 3 HP 1800 rpm. Duracion de la actividad 1,0 Hora. FF: 1 fallos/año. TPPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	5E	4D	3D	4C	\$ 600.000


Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 10/39

HOJA DE REGISTRO RCM		PLANTA DE INYECCION DE AGUA										
VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS		SET DE INYECCION										
ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI		SISTEMA DE FILTRACION - BOMBAS P-104AB										
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
F1-P-104AB	Transferir agua de los filtros de agua tipo cascara de nuez F-104A/B al lavador externo a una capacidad normal de la bomba de 88 GPM (+/- 2GPM) y una presión de 30 PSIG (+/- 2 PSIG).	FF1-P-104AB	Incapaz de transferir agua o lo hace deficientemente	MF1-P-104AB-5	Acople motor fracturado	Sistema de filtracion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Cambiar acople motor Costos estimados 60.000 \$/h Repuestos: Acople motor Duracion de la actividad 1,0 Hora. FF: 1 fallos/año. TPPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	5E	4D	3D	4C	\$ 600.000
				MF1-P-104AB-6	Lavador externo de cascarrillo obstruido	Sistema de filtracion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Limpieza lavador externo Costos estimados 250.000 \$/h Repuestos: Acople motor Duracion de la actividad 3,0 Hora. FF: 2 fallos/año. TPPR: 3,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 3.600.000 \$/año	NO	5E	4D	3D	4C	\$3.600.000
				MF1-P-104AB-7	jo filtro de agua F	Sistema de filtracion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Inspeccion nivel tanque Costos estimados 150.000 \$/h Repuestos: Acople motor Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 2 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	5E	4D	3D	4C	\$ 600.000
				MF1-P-104AB-8	locidad sin sumin	Sistema de filtracion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Verificar funcionamiento variador de velocidad Costos estimados 50.000 \$/h Repuestos: Acople motor Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 1 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año	NO	5E	4D	5D	4C	\$ 300.000

Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 11/39

 HOJA DE REGISTRO RCM VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI		PLANTA DE INYECCION DE AGUA SET DE INYECCION SISTEMA DE FILTRACION - BOMBAS P-104AB										
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
FzP-104AB	Controlar el caudal de agua entre un rango de 86 y 90 GPM	FFZ-P-104AB	Incapaz de controlar el caudal de agua o lo hace a un caudal por debajo de 88 GPM	MFZ-P-104AB-1	Sello mecanico presenta fuga	Sistema de filtracion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Cambiar y/o ajustar sello mecanico Limpiar incrustaciones del impulsor y carcaza Costos estimados 40.000 \$/h Repuestos: Sello mecanico. Duracion de la actividad 1,0 Hora. FF: 2 fallos/año. TPPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 1.200.000 \$/año	NO	5E	4D	3D	4C	\$1.200.000
				MFZ-P-104AB-2	Anillo de friccion desgastado y/o fracturada	Sistema de filtracion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Cambiar anillo de friccion Limpiar incrustaciones del impulsor y carcaza Costos estimados 30.000 \$/h Repuestos: Anillo de friccion. Duracion de la actividad 1,0 Hora. FF: 2 fallos/año. TPPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 1.200.000 \$/año	NO	5E	4D	3D	4C	\$1.200.000
				MFZ-P-104AB-3	Anillo cuadrado de caucho desgastado	Sistema de filtracion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Cambiar anillo cuadrado de caucho Limpiar incrustaciones del impulsor y carcaza Costos estimados 25.000 \$/h Repuestos: Anillo cuadrado de caucho Duracion de la actividad 1,0 Hora. FF: 2 fallos/año. TPPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 1.200.000 \$/año	NO	5E	4D	3D	4C	\$1.200.000
				MFZ-P-104AB-4	Camisa eje desgastada y/o fracturada	Sistema de filtracio opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Cambiar camisa eje Limpiar incrustaciones del impulsor y carcaza Costos estimados 30.000 \$/h Repuestos: Camisa eje Duracion de la actividad 1,0 Hora. FF: 2fallos/año. TPPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 1.200.000 \$/año	NO	5E	4D	3D	4C	\$1.200.000


Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 12/39

HOJA DE REGISTRO RCM		PLANTA DE INYECCION DE AGUA										
VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS		SET DE INYECCION										
ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI		SISTEMA DE FILTRACION - BOMBAS P-104AB										
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
F2-P-104AB	Controlar el caudal de agua entre un rango de 86 y 90 GPM	FF2-P-104AB	Incapaz de controlar el caudal de agua o lo hace a un caudal por debajo de 88 GPM	MF2-P-104AB-5	Impulsor presenta atascamiento por incrustaciones	Sistema de filtracion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Cambiar impulsor Costos estimados 50.000 \$/h Repuestos: Impulsor Duracion de la actividad 1,0 Hora. FF: 2 fallos/año. TPPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 1.200.000 \$/año	NO	5E	4D	3D	4C	\$1.200.000
				MF2-P-104AB-6	Soporte anclaje motor roto	Sistema de filtracion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Aplicar soldadura soporte motor Costos estimados 40.000 \$/h Repuestos: Electrodo soldadura niquel 100 Duracion de la actividad 1,0 Hora. FF: 1 fallos/año. TPPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	5E	4D	3D	4C	\$ 600.000
				MF2-P-104AB-7	Tornillo fijacion eje fracturado	Sistema de filtracion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Cambiar juego de tornillo Costos estimados 5.000 \$/h Repuestos: Tornillo fijacion Duracion de la actividad 1,0 Hora. FF: 1 fallos/año. TPPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	5E	4D	3D	4C	\$ 600.000
F3-P-104AB	Controlar el estandar de calidad del agua entre TSS:5 y O/W:5 PPM.	FF3-P-104AB	Incapaz de controlar la calidad del agua o lo hace deficientemente	MF3-P-104AB-1	Inyeccion quimica fuera de parametros	Sistema de filtracion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Revisar calidad de la quimica aplicada Costos estimados 50.000 \$/h Repuestos: Productos quimicos Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 8 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 2.400.000 \$/año	NO	4E	4D	3D	4C	\$ 2.400.000


Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 13/39

 HOJA DE REGISTRO RCM VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI		PLANTA DE INYECCION DE AGUA SET DE INYECCION SISTEMA DE INYECCION - BOMBAS P-105AB										
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
FI-P-105AB	Inyectar agua desde el sistema de inyección P-105A/B hasta la cabeza del pozo de inyección Cohembi 1 con un flujo de 4.900 BPD, presión de 1.600 PSIG.	FF1-P-105AB	Incapaz de inyectar agua o lo hace a una presión menor de 1.600 PSIG	MF1-P105AB-1	Motor Diesel no arranca	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar alarmas operacionales Costos estimados 100.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 0,5 Hora. FF:2 fallos/año. TPRR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	4E	4E	4D	4C	\$ 600.000
				MF1-P105AB-2	Bomba Triplex no arranca	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar alarmas operacionales Costos estimados 100.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 0,5 Hora. FF:2 fallos/año. TPRR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	4E	4E	4D	4C	\$ 600.000
				MF1-P-105AB-3	Biela bomba fracturada	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar y/o cambiar bielas y elementos internos afectados Costos estimados 500.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 4,5 Hora. FF: 0,5 fallos/año. TPRR: 4,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 1.350.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 1.350.000
				MF1-P-105AB-4	Cigüeñal fracturado	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar y/o cambiar cigüeñal y elementos internos afectados Costos estimados 500.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 4,5 Hora. FF: 0,5 fallos/año. TPRR: 4,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 1.350.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 1.350.000


Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 14/39

		HOJA DE REGISTRO RCM VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI				PLANTA DE INYECCION DE AGUA SET DE INYECCION SISTEMA DE INYECCION - BOMBAS P-105AB						
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
F1-P-105AB	Inyectar agua desde el sistema de inyección P-105A/B hasta la cabeza del pozo de inyección Cohembi 1 con un flujo de 4.900 BPD, presión de 1.600 PSIG.	FF1-P-105AB	Incapaz de inyectar agua o lo hace a una presión menor de 1.600 PSIG	MF1-P105AB-5	Rodamientos bomba fracturados	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar y/o cambiar rodamientos y elementos internos afectados Costos estimados 500.000 \$/h	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 1.350.000
				MF1-P105AB-6	Pony rod fracturado	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar y/o cambiar pony rod y elementos internos afectados Costos estimados 500.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 4,5 Hora. FF: 0,5 fallos/año. T PPR: 4,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 1.350.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 1.350.000
				MF1-P105AB-7	Plungers fracturado	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar y/o cambiar plungers y elementos internos afectados	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 2.400.000
				MF1-P105AB-8	Retenedores presentan fuga	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar y/o cambiar retenedores y elementos internos afectados Costos estimados 500.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 2,5 Hora. FF: 0,5 fallos/año. T PPR: 2,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 750.000 \$/año	NO	4E	4E	4D	4C	\$ 750.000


Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 15/39

 HOJA DE REGISTRO RCM VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI						PLANTA DE INYECCION DE AGUA SET DE INYECCION SISTEMA DE INYECCION - BOMBAS P-105AB						
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
F2-P-105AB	Inyectar agua con una calidad de fluido inferior a TSS>2 y un O/W>2 PPM o lo hace deficientemente	FF2-P-105AB	Incapaz de inyectar agua con una calidad de fluido TSS>2 y un O/W>2 PPM o lo hace deficientemente	MF2-P105AB-1	Lavador externo de cascarilla sucio	Sistema de inyeccion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Realizar limpieza lavador externo Costos estimados 150.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 3,5 Hora. FF: 0,5 fallos/año. TPPR: 2,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 750.000 \$/año	NO	4E	4E	4D	4C	\$ 750.000
				MF2-P105AB-2	Cascara de nuez sucia	Sistema de inyeccion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Cambiar cascara de nuez Costos estimados 250.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 3,5 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 3,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 2.100.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 2.100.000
F3-P-105AB	Generar movimiento a una potencia maxima de 300 HP @ 2.200 rpm y transmitirlo mediante acople mecanico al reductor de la bomba triplex. (El sistema posee redundancia P-105 A/B)	FF3-P-105AB	Incapaz de genera movimiento o lo hace deficientemente	MF3-P105AB-1	Valvulas de admision y/o escape presentan huelgo excesivo	Sistema de inyeccion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Inspeccionar y/o cambiar valvulas de admision y/o escape Costos estimados 1.350.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 4,0 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 4,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 2.400.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 2.400.000
				MF3-P105AB-2	Seguidores, asientos o guias con desajuste	Sistema de inyeccion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Inspeccionar y/o cambiar seguidores, asientos o guias Costos estimados 650.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 4,0 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 4,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 2.400.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 2.400.000

Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 16/39

 HOJA DE REGISTRO RCM VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI		PLANTA DE INYECCION DE AGUA SET DE INYECCION SISTEMA DE INYECCION - BOMBAS P-105AB										
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
F3-P-105AB	Generar movimiento a una potencia máxima de 300 HP @ 2.200 rpm y transmitirlo mediante acople mecánico al reductor de la bomba triplex. (El sistema posee redundancia P-105 A/B)	FF3-P-105AB	Incapaz de generar movimiento o lo hace deficientemente	MF3-P105AB-3	Camisas, pistones, empaquetaduras con desgaste	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar y/o cambiar camisas, pistones, empaquetaduras Costos estimados 1.850.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 4,0 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 4,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 2.400.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 2.400.000
				MF3-P105AB-4	Compresor de aire y/o elementos internos sin lubricación	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar y/o cambiar compresor de aire y/o elementos internos Costos estimados 2.500.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 4,5 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 4,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 2.700.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 2.700.000
				MF3-P105AB-5	Enfriador de aceite y/o cuerpo interno presentan obstrucción	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar y/o cambiar enfriador de aceite y/o cuerpo interno Costos estimados 950.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 4,0 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 4,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 2.400.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 2.400.000


Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 17/39

HOJA DE REGISTRO RCM VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI						PLANTA DE INYECCION DE AGUA SET DE INYECCION SISTEMA DE INYECCION - BOMBAS P-105AB						
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
F4-P-105AB	Mantener la temperatura de funcionamiento del motor de combustión interna mediante un ciclo de recirculación constante del refrigerante a una temperatura de 185°F a 200°F	FF4-P-105AB	Incapaz de mantener la temperatura de operación o lo hace deficientemente	MF4-P-105AB-1	Bomba de refrigerante	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar bomba refrigerante Costos estimados 700.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 2,5 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 2,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 1.500.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 1.500.000
				MF4-P-105AB-2	Rodamientos polea ventilador	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar rodamientos polea ventilador Costos estimados 150.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 1,5 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 1,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 900.000 \$/año	NO	4E	4E	4D	4C	\$ 900.000
				MF4-P-105AB-3	Correas ventilador	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar correas ventilador Costos estimados 180.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 1,0 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	4E	4E	4D	4C	\$ 600.000
				MF4-P-105AB-4	SopORTE polea del ventilador	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar soporte polea ventilador Costos estimados 180.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 1,0 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	4E	4E	4D	4C	\$ 600.000


Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 18/39

 HOJA DE REGISTRO RCM VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI		PLANTA DE INYECCION DE AGUA SET DE INYECCION SISTEMA DE INYECCION - BOMBAS P-105AB										
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
F4-P-105AB	Mantener la temperatura de funcionamiento del motor de combustión interna mediante un ciclo de recirculación constante del refrigerante a una temperatura de 185°F a 200°F	FF4-P-105AB	Incapaz de mantener la temperatura de operación o lo hace deficientemente	MF4-P105AB-5	Valvula termostatica	Sistema de inyeccion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Inspeccionar valvula termostatica Costos estimados 150.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 1,0 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	4E	4E	4D	4C	\$ 600.000
				MF4-P105AB-6	Sensor temperatura sucio o aterrizado	Sistema de inyeccion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Inspeccionar sensor de temperatura Costos estimados 110.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 1,0 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	4E	4E	4D	4C	\$ 600.000
				MF4-P105AB-7	Radiador, panel principal presentan fugas	Sistema de inyeccion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Inspeccionar radiador Costos estimados 250.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 1,0 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	4E	4E	4D	4C	\$ 600.000


Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 19/39

 HOJA DE REGISTRO RCM VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI		PLANTA DE INYECCION DE AGUA SET DE INYECCION SISTEMA DE INYECCION - BOMBAS P-105AB										
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
F5-P-105AB	Alimentar e inyectar la proporción correcta de combustible en el interior de las cámaras del motor de combustión interna	FF4-P-105AB	Incapaz de inyectar la proporción correcta de combustible o lo hace deficientemente	MF4-P105AB-1	Bomba combustible internos y/o cuerpo presentan desgaste	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar y/o cambiar bomba combustible elementos internos y/o cuerpo completo Costos estimados 650.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 4,0 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 4,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 2.400.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 2.400.000
				MF4-P105AB-2	Inyectores presenta obstrucción por suciedad	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar inyectores Costos estimados 3.000.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 6,0 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 6,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 3.600.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 3.600.000
				MF4-P105AB-3	Filtros presentan saturación	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar filtros Costos estimados 250.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 1,0 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	4E	4E	4D	4C	\$ 600.000

Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 20/39

 HOJA DE REGISTRO RCM VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI		PLANTA DE INYECCION DE AGUA SET DE INYECCION SISTEMA DE INYECCION - BOMBAS P-105AB										
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
F6-P-105AB	Suministrar constantemente aceite motor a los elementos del motor de combustion interna sometidos a fatiga dentro de una presión de 50 a 70 PSI	FF5-P-105AB	Incapaz de suministrar aceite motor a los elementos internos o lo hace deficientemente	MF5-P105AB-1	Bomba aceite elementos internos y/o cuerpo presentan desgaste	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar y/o cambiar bomba aceite elementos internos y/o cuerpo Costos estimados 750.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 4,0 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 4,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 2.400.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 2.400.000
				MF5-P105AB-2	Perdida de aceite por fugas	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar fugas Costos estimados 150.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 0,5 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 300.000
				MF5-P105AB-3	Filtros presentan saturación	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar filtros Costos estimados 250.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 1,0 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 600.000
				MF5-P105AB-4	Aceite contaminado con elementos externos	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar aceite Costos estimados 200.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 0,5 Hora. FF: 12 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 3.600.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 3.600.000

Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 21/39

HOJA DE REGISTRO RCM VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI						PLANTA DE INYECCION DE AGUA SET DE INYECCION SISTEMA DE INYECCION - BOMBAS P-105AB						
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
F6-P-105AB	Suministrar constantemente aceite motor a los elementos del motor de combustion interna sometidos a fatiga dentro de una presión de 50 a 70 PSI	FF6-P-105AB	Incapaz de suministrar aceite motor a los elementos internos o lo hace deficientemente	MF6-P-105AB-5	Sensor presión de aceite sucio o aterrizado	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar sensor de presión Costos estimados 200.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 0,5 Hora. FF: 12 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 3.600.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 3.600.000
F7-P-105AB	Suministra un flujo constante de aire al interior de los cilindros del motor de combustion interna	FF7-P-105AB	Incapaz de suministrar aire al interior de los cilindros o lo hace deficientemente	MF6-P-105AB-1	Turbocompresor y/o elementos internos presentan huelgo excesivo	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar y/o cambiar turbocompresor y/o elementos internos Costos estimados 2.500.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 6,0 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 6,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 3.600.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 3.600.000
				MF6-P-105AB-2	Carcasa colector de aire desacoplada	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar carcasa colector Costos estimados 2.500.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 0,5 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año	NO	4E	4E	5D	4C	\$ 300.000
				MF6-P-105AB-3	Filtro aire saturado	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar filtro aire Costos estimados 200.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 0,5 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año	NO	4E	4E	5D	4C	\$ 300.000


Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 22/39

HOJA DE REGISTRO RCM VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI						PLANTA DE INYECCION DE AGUA SET DE INYECCION SISTEMA DE INYECCION - BOMBAS P-105AB						
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
F&P-105AB	Suministra el flujo de corriente eléctrica para el arranque del motor de combustión interna y accesorios	FF7-P-105AB	Incapaz de suministrar flujo eléctrico para el arranque del motor o lo hace deficientemente	MF7-P105AB-1	Baterías descargadas	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar baterías Costos estimados 500.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 1 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPR: 1 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	4E	4E	4D	4C	\$ 600.000
				MF7-P105AB-2	Conexiones eléctricas sueltas	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar conexiones eléctricas Costos estimados 200.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 0,5 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año	NO	4E	4E	5D	4C	\$ 300.000
				MF7-P105AB-3	Bornes de batería sulfatados	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar bornes batería Costos estimados 80.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 0,5 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año	NO	4E	4E	5D	4C	\$ 300.000
				MF7-P105AB-4	Motor de arranque aislado eléctricamente	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar motor de arranque Costos estimados 1.200.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 1,5 Hora. FF: 2 fallos/año. TPR: 1,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 1.800.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 1.800.000

Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 23/39

 HOJA DE REGISTRO RCM VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI		PLANTA DE INYECCION DE AGUA SET DE INYECCION SISTEMA DE INYECCION - BOMBAS P-105AB										
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
F8-P-105AB	Suministra el flujo de corriente eléctrica para el arranque del motor de combustión interna y accesorios	FF7-P-105AB	Incapaz de suministrar flujo eléctrico para el arranque del motor o lo hace deficientemente	MF7-P105AB-5	Alternador no carga sistema eléctrico	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar alternador Costos estimados 200.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 0,5 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPRR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año	NO	4E	4E	5D	4C	\$ 300.000
				MF7-P105AB-6	Solenoides de 24V aislada eléctricamente	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar solenoide 24V Costos estimados 150.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 0,5 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPRR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año	NO	4E	4E	5D	4C	\$ 300.000


Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 24/39

HOJA DE REGISTRO RCM VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI						PLANTA DE INYECCION DE AGUA SET DE INYECCION SISTEMA DE DECANTACION - BOMBAS P-106AB						
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
F1-P-106AB	Transferir agua del tanque decantador TK-106 a los tanques de almacenamiento TK-102A/B/C/D/E/F a una capacidad normal de la bomba de 75 GPM (+/- 2 GPM) y una presión de 25 PSIG (+/- 2 PSIG)	FF1-P-106AB	Incapaz de transferir agua o lo hace deficientemente	MF1-P106AB-1	Protecciones de seguridad accionadas	Sistema de decantacion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Identificar alarmas. Reset en CCM. Costos estimados 45.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF:1 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año	NO	5E	4D	5D	4C	\$ 300.000
				MF1-P106AB-2	Perdida del suministro electrico	Sistema de decantacion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Verificar tension en el motor electrico. Reset en CCM. Costos estimados 150.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 1 Hora. FF: 0,5 fallos/año. TPPR: 1 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año	NO	5E	4D	5D	4C	\$ 300.000
				MF1-P106AB-3	Indicador PH106A1 PH104B1 presenta alta presion	Sistema de decantacion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Verificar indicador de presion. Reset en CCM. Costos estimados 40.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 2 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 1.200.000 \$/año	NO	5E	4D	3D	4C	\$ 1.200.000
				MF1-P106AB-4	Indicador PD1106A P1106B presenta alta presion diferencial	Sistema de decantacion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Verificar indicador de presion diferencial. Reset en CCM. Costos estimados 40.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 6 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	5E	4D	4D	4C	\$ 600.000

Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 25/39

 HOJA DE REGISTRO RCM VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI						PLANTA DE INYECCION DE AGUA SET DE INYECCION SISTEMA DE DECANTACION - BOMBAS P-106AB						
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
F1-P-106AB	Transferir agua del tanque decantador TK-106 a los tanques de almacenamiento TK-102A/B/C/D/E/F a una capacidad normal de la bomba de 75 GPM (+/- 2 GPM) y una presión de 25 PSIG (+/-2 PSIG)	FF1-P-106AB	Incapaz de transferir agua o lo hace deficientemente	MF1-P106AB-5	Motor electrico quemado por sobrevoltaje	Sistema de decantacion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Cambiar motor y/o reparar bobinado Costos estimados 100.000 \$/h Repuestos: Motor electrico 5 HP 1800 rpm. Duracion de la actividad 1,0 Hora. FF: 0,5 fallos/año. TPPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año	NO	5E	4D	5D	4C	\$ 300.000
				MF1-P106AB-6	Acople motor fracturado	Sistema de decantacion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Cambiar acople motor Costos estimados 60.000 \$/h Repuestos: Acople motor Duracion de la actividad 1,0 Hora. FF: 0,5 fallos/año. TPPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año	NO	5E	4D	5D	4C	\$ 300.000
				MF1-P106AB-7	tanque decantad	Sistema de decantacion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Inspeccion nivel tanque Costos estimados 100.000 \$/h Repuestos: Acople motor Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 1 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año	NO	5E	4D	5D	4C	\$ 300.000
F2-P-106AB	Controlar el caudal de agua entre un rango de 73 y 77 GPM	FF2-P-106AB	Incapaz de controlar el caudal de agua o lo hace a un caudal por debajo de 75 GPM	MF2-P106AB-1	Sello mecanico presenta fuga	Sistema de decantacion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Cambiar y/o ajustar sello mecanico Limpiar incrustaciones del impulsor y carcaza Costos estimados 30.000 \$/h Repuestos: Sello mecanico. Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 2 fallos/año. TPPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	5E	4D	4D	4C	\$ 600.000

Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 26/39

HOJA DE REGISTRO RCM VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI						PLANTA DE INYECCION DE AGUA SET DE INYECCION SISTEMA DE DECANTACION - BOMBAS P-106AB						
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
F2-P-106AB	Controlar el caudal de agua entre un rango de 73 y 77 GPM	F2-P-106AB	Incapaz de controlar el caudal de agua o lo hace a un caudal por debajo de 75 GPM	MF2-P106AB-2	Anillo cuadrado de caucho desgastado	Sistema de decantación opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Cambiar anillo cuadrado de caucho Limpiar incrustaciones del impulsor y carcaza Costos estimados 20.000 \$/h Repuestos: Anillo cuadrado de caucho Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 2 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	5E	4D	4D	4C	\$ 600.000
				MF2-P106AB-3	Camisa eje desgastada y/o fracturada	Sistema de decantación opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Cambiar camisa eje Limpiar incrustaciones del impulsor y carcaza Costos estimados 20.000 \$/h Repuestos: Camisa eje Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 2 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	5E	4D	4D	4C	\$ 600.000
				MF2-P106AB-4	Impulsor presenta atascamiento por incrustaciones	Sistema de decantación opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Cambiar impulsor Costos estimados 50.000 \$/h Repuestos: Impulsor Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 2 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	5E	4D	4D	4C	\$ 600.000
				MF2-P106AB-5	Soporte anclaje motor roto	Sistema de decantación opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Aplicar soldadura soporte motor Costos estimados 40.000 \$/h Repuestos: Electrodo soldadura niquel 100 Duracion de la actividad 1,0 Hora. FF: 0,5 fallos/año. TPPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año	NO	5E	4D	5D	4C	\$ 300.000
				MF2-P106AB-6	Tornillo fijacion eje fracturado	Sistema de decantación opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Cambiar juego de tornillo Costos estimados 5.000 \$/h Repuestos: Tornillo fijacion Duracion de la actividad 1,0 Hora. FF: 0,5 fallos/año. TPPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año	NO	5E	4D	5D	4C	\$ 300.000
				F3-P-106AB	Controlar el estandar de calidad del agua entre TSS:5 y OW:5 PPM.	F3-P-106AB	Incapaz de controlar la calidad del agua o lo hace deficientemente	MF3-P106AB-1	Inyeccion quimica fuera de parametros	Sistema de decantación opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Revisar calidad de la quimica aplicada Costos estimados 50.000 \$/h Repuestos: Productos quimicos Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 4 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 1.200.000 \$/año	NO	4E

Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 27/39

HOJA DE REGISTRO RCM VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI						PLANTA DE INYECCION DE AGUA SET DE INYECCION SISTEMA DE DECANTACION - BOMBAS P-106C						
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
F1-P-106C	Transferir agua de la línea de rebose del tanque decantador TK-106 al mezclador estático o filtros de agua tipo cascara de nuez F-104A/B según operación, a una capacidad normal de la bomba de 50 GPM (+/- 2 GPM) y una presión de 35 PSIG (+/- 2 PSIG).	FF1-P-106C	Incapaz de transferir agua o lo hace deficientemente	MF1-P106C-1	Protecciones de seguridad accionadas	Sistema de decantación opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Identificar alarmas. Reset en CCM. Costos estimados 25.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 0,5 Hora. FF: 1 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año	NO	5E	4D	5D	4C	\$ 300.000
				MF1-P106C-2	Perdida del suministro eléctrico	Sistema de decantación opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Verificar tensión en el motor eléctrico. Reset en CCM. Costos estimados 100.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 1 Hora. FF: 1 fallos/año. TPPR: 1 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	5E	4D	4D	4C	\$ 600.000
				MF1-P106C-3	Motor eléctrico quemado por sobrevoltaje	Sistema de decantación no posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Cambiar motor y/o reparar bobinado Costos estimados 100.000 \$/h Repuestos: Motor eléctrico 2 HP 1800 rpm. Duración de la actividad 1,0 Hora. FF: 0,5 fallos/año. TPPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año	NO	5E	4D	5D	4C	\$ 300.000
				MF1-P106C-4	Acople motor fracturado	Sistema de decantación opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Cambiar acople motor Costos estimados 30.000 \$/h Repuestos: Acople motor Duración de la actividad 1,0 Hora. FF: 0,5 fallos/año. TPPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año	NO	5E	4D	5D	4C	\$ 300.000
				MF1-P106C-5	Nivel bajo tanque	Sistema de decantación opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar nivel tanque Costos estimados 100.000 \$/h Repuestos: Acople motor Duración de la actividad 1,0 Hora. FF: 1 fallos/año. TPPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	5E	4D	4D	4C	\$ 600.000

Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 28/39

HOJA DE REGISTRO RCM VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI						PLANTA DE INYECCION DE AGUA SET DE INYECCION SISTEMA DE DECANTACION - BOMBAS P-106C						
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
F2-P-106C	Controlar el caudal de agua entre un rango de 48 y 52 GPM	FF2-P-106C	Incapaz de controlar el caudal de agua o lo hace a un caudal por debajo de 50 GPM	MF2-P106C-1	Fuga por sello mecanico	Sistema de decantacion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Cambiar y/o ajustar sello mecanico Limpiar incrustaciones del impulsor y carcaza Costos estimados 30.000 \$/h Repuestos: Sello mecanico. Duracion de la actividad 1,0 Hora. FF: 3 fallos/año. TPPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 1.800.000 \$/año	NO	5E	4D	3D	4C	#####
				MF2-P106C-2	Impulsor presenta atascamiento por incrustaciones	Sistema de decantacion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Cambiar impulsor Costos estimados 30.000 \$/h Repuestos: Impulsor Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 1 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año	NO	5E	4D	5D	4C	\$ 300.000
				MF2-P106C-3	Fuga empaque sello	Sistema de decantacion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Cambiar empaque Limpiar incrustaciones del impulsor y carcaza Costos estimados 20.000 \$/h Repuestos: Empaque Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 1 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año	NO	5E	4D	5D	4C	\$ 300.000

Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 29/39

HOJA DE REGISTRO RCM VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI						PLANTA DE INYECCION DE AGUA SET DE INYECCION SISTEMA CARGUE DE CRUDO - BOMBAS P-107ABCD						
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
F1-P-107ABCD	Transferir crudo de los tanques de almacenamiento de crudo TK-500A/B/C/D/E/F a los carro tanques con una capacidad normal de 650 GPM (+/- 10 GPM) y una presión de 50 PSIG (+/- 5 PSIG).	FF1-P-107ABCD	Incapaz de transferir agua o lo hace deficientemente	MF1-P107ABCD-1	Protecciones de seguridad accionadas	Sistema de cargue opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Identificar alarmas. Costos estimados 100.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 6 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 3.600.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 3.600.000
				MF1-P107ABCD-2	Perdida del suministro electrico	Sistema de cargue opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Verificar tension en el motor electrico. Costos estimados 250.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 1 Hora. FF: 6 fallos/año. TPPR: 1 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 3.600.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 3.600.000
				MF1-P107ABCD-3	Botonera de accionamiento remoto aislada electricamente	Sistema de cargue opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Revisar tension en botonera Costos estimados 50.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 3 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 900.000 \$/año	NO	4E	4E	4D	4C	\$ 900.000
				MF1-P107ABCD-4	Arrancador suave aislado electricamente	Sistema de cargue opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Verificar sistemas de protecciones activados Costos estimados 50.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 3 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 900.000 \$/año	NO	4E	4E	4D	4C	\$ 900.000

Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 30/39

HOJA DE REGISTRO RCM VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI						PLANTA DE INYECCION DE AGUA SET DE INYECCION SISTEMA CARGUE DE CRUDO - BOMBAS P-107ABCD						
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
F1-P-107ABCD	Transferir crudo de los tanques de almacenamiento de crudo TK-500A/B/C/D/E/F a los carro tanques con una capacidad normal de 650 GPM (+/- 10 GPM) y una presión de 50 PSIG (+/- 5 PSIG).	FF1-P-107ABCD	Incapaz de transferir agua o lo hace deficientemente	MF1-P107ABCD-5	Acople flexible espaciador fracturado	Sistema de cargue opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Verificar acople mecanico ajustar y/o cambiar Costos estimados 150.000 \$/h Repuestos: Acople flexible Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 2 fallos/año. TPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	4E	4E	4D	4C	\$ 600.000
				MF1-P107ABCD-6	Motor electrico quemado por sobrevoltaje	Sistema de cargue opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Cambiar motor y/o reparar bobinado Costos estimados 850.000 \$/h Repuestos: Motor electrico 20 HP 1800 rpm. Duracion de la actividad 3,5 Hora. FF: 1 fallos/año. TPR: 3,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 2.100.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 2.100.000
				MF1-P107ABCD-7	Eje bomba presenta fractura	Sistema de cargue opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Cambiar eje bomba Costos estimados 350.000 \$/h Repuestos: Eje bomba 4"x3". Duracion de la actividad 3,5 Hora. FF: 1 fallos/año. TPR: 3,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 2.100.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 2.100.000
F2-P-107ABCD	Controlar el caudal de agua entre un rango de 275 y 285 GPM	FF2-P-107ABCD	Incapaz de controlar el caudal de agua o lo hace a un caudal por debajo de 275 GPM	MF2-P107ABCD-1	Sello mecanico presenta fuga	Sistema de cargue opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Cambiar y/o ajustar sello mecanico Limpiar incrustaciones del impulsor y carcaza Costos estimados 600.000 \$/h Repuestos: Sello mecanico. Duracion de la actividad 2,5 Hora. FF: 12 fallos/año. TPR: 2,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 18.000.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 18.000.000


Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 31/39

HOJA DE REGISTRO RCM VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI						PLANTA DE INYECCION DE AGUA SET DE INYECCION SISTEMA CARGUE DE CRUDO - BOMBAS P-107ABCD						
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
F2-P-107ABCD	Controlar el caudal de agua entre un rango de 275 y 285 GPM	FF2-P-107ABCD	Incapaz de controlar el caudal de agua o lo hace a un caudal por debajo de 275 GPM	MF2-P107ABCD-2	Rodamiento bomba desgastados	Sistema de cargue opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Cambiar rodamientos bomba Limpiar incrustaciones del impulsor y carcaza Costos estimados 200.000 \$/h Repuestos: Rodamientos. Duracion de la actividad 2,5 Hora. FF: 3 fallos/año. TPPR: 2,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 4.500.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 4.500.000
				MF2-P107ABCD-3	Impulsor presenta atascamiento por incrustaciones	Sistema de cargue opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Limpiar incrustaciones del impulsor y carcaza Reemplazar impulsor Costos estimados 400.000 \$/h Repuestos: Impulsor. Duracion de la actividad 3,0 Hora. FF: 6 fallos/año. TPPR: 3,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 10.800.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 10.800.000
				MF2-P107ABCD-4	Filtro vertical obstruido	Sistema de cargue opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Limpiar incrustaciones lineas de succion Costos estimados 200.000 \$/h No requiere repuestos Duracion de la actividad 3,0 Hora. FF: 2 fallos/año. TPPR: 6,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 7.200.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 7.200.000
				MF2-P107ABCD-5	Soporte anclaje motor roto	Sistema de cargue opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Aplicar soldadura soporte motor Costos estimados 80.000 \$/h Repuestos: Electrodo soldadura niquel 100 Duracion de la actividad 1,0 Hora. FF: 1 fallos/año. TPPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	4E	4E	4D	4C	\$ 600.000

Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 32/39

 HOJA DE REGISTRO RCM VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI						PLANTA DE INYECCION DE AGUA SET DE INYECCION SISTEMA GENERACION - GENERADOR CE-108A						
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
F1-P-108A	Generar movimiento a una potencia máxima de 350 Kw @1.800 rpm y transmitirlo mediante acople mecánico al generador eléctrico.	FF1-P-108A	Incapaz de genera movimiento o lo hace deficientemente	MF1-P108A-1	Valvulas de admision y/o escape presentan huelgo excesivo	Sistema de inyeccion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Inspeccionar y/o cambiar valvulas de admision y/o escape Costos estimados 1.350.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 4,0 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 4,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 2.400.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 2.400.000
				MF1-P108A-2	Seguidores, asientos o guias con desajuste	Sistema de inyeccion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Inspeccionar y/o cambiar seguidores, asientos o guias Costos estimados 650.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 4,0 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 4,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 2.400.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 2.400.000
				MF1-P108A-3	Camisas, pistones, empaquetaduras con desgaste	Sistema de inyeccion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Inspeccionar y/o cambiar camisas, pistones, empaquetaduras Costos estimados 1.850.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 4,0 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 4,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 2.400.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 2.400.000
				MF1-P108A-4	Compresor de aire y/o elementos internos sin lubricacion	Sistema de inyeccion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Inspeccionar y/o cambiar compresor de aire y/o elementos internos Costos estimados 2.500.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 4,5 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 4,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 2.700.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 2.700.000

Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 33/39

HOJA DE REGISTRO RCM VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI						PLANTA DE INYECCION DE AGUA SET DE INYECCION SISTEMA GENERACION - GENERADOR CE-108A						
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
F1-P-108A	Generar movimiento a una potencia maxima de 350 Kw @1.800 rpm y transmitirlo mediante acople mecanico al generador electrico	FF1-P-108A	Incapaz de genera movimiento o lo hace deficientemente	MF1-P-108A-5	Enfriador de aceite y/o cuerpo interno presentan obstruccion	Sistema de inyeccion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Inspeccionar y/o cambiar enfriador de aceite y/o cuerpo interno Costos estimados 950.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 4,0 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPR: 4,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 2.400.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 2.400.000
F2-P-108A	Mantener la temperatura de funcionamiento del motor de combustion interna mediante un ciclo de recirculacion constante del refrigerante a una temperatura de 185°F a 200°F	FF2-P-108A	Incapaz de manter la temperatura de operación o lo hace deficientemente	MF2-P-108A-1	Bomba de refrigerante	Sistema de inyeccion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Inspeccionar bomba refrigerante Costos estimados 700.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 2,5 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPR: 2,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 1.500.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 1.500.000
				MF2-P-108A-2	Rodamientos polea ventilador	Sistema de inyeccion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Inspeccionar rodamientos polea ventilador Costos estimados 150.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 1,5 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPR: 1,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 900.000 \$/año	NO	4E	4E	4D	4C	\$ 900.000
				MF2-P-108A-3	Correas ventilador	Sistema de inyeccion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Inspeccionar correas ventilador Costos estimados 180.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 1,0 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	4E	4E	4D	4C	\$ 600.000


Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 34/39

HOJA DE REGISTRO RCM VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI						PLANTA DE INYECCION DE AGUA SET DE INYECCION SISTEMA GENERACION - GENERADOR CE-108A						
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
F2-P-108A	Mantener la temperatura de funcionamiento del motor de combustión interna mediante un ciclo de recirculación constante del refrigerante a una temperatura de 185°F a 200°F	FF2-P-108A	Incapaz de mantener la temperatura de operación o lo hace deficientemente	MF2-P108A-4	Soporte polea del ventilador	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar soporte polea ventilador Costos estimados 180.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 1,0 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	4E	4E	4D	4C	\$ 600.000
				MF2-P108A-5	Valvula termostatica	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar valvula termostatica Costos estimados 150.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 1,0 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	4E	4E	4D	4C	\$ 600.000
				MF2-P108A-6	Sensor temperatura sucio o aterrizado	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar sensor de temperatura Costos estimados 110.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 1,0 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	4E	4E	4D	4C	\$ 600.000
				MF2-P108A-7	Radiador, panel principal presentan fugas	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar radiador Costos estimados 250.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 1,0 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	4E	4E	4D	4C	\$ 600.000

Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 35/39

 HOJA DE REGISTRO RCM VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI						PLANTA DE INYECCION DE AGUA SET DE INYECCION SISTEMA GENERACION - GENERADOR CE-108A						
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
F3-P-108A	Alimentar e inyectar la proporción correcta de combustible en las cámaras del motor de combustión interna	FF3-P-108A	Incapaz de inyectar la proporción correcta de combustible o lo hace deficientemente	MF3-P108A-1	Bomba combustible elementos internos y/o cuerpo presentan desgaste	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar y/o cambiar bomba combustible y/o cuerpo completo Costos estimados 650.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 4,0 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 4,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 2.400.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 2.400.000
				MF3-P108A-2	Inyectores presenta obstrucción por suciedad	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar inyectores Costos estimados 3.000.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 6,0 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 6,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 3.600.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 3.600.000
				MF3-P108A-3	Filtros presentan saturación	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar filtros Costos estimados 250.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 1,0 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	4E	4E	4D	4C	\$ 600.000
F4-P-108A	Suministrar constantemente aceite motor a los elementos del motor de combustión interna sometidos a fatiga dentro de una presión de 50 a 70 PSI	FF4-P-108A	Incapaz de suministrar aceite motor a los elementos internos o lo hace deficientemente	MF4-P108A-1	Bomba aceite elementos internos y/o cuerpo presentan desgaste	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar y/o cambiar bomba aceite elementos internos y/o cuerpo Costos estimados 750.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 4,0 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 4,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 2.400.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 2.400.000

Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 36/39

HOJA DE REGISTRO RCM VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI					PLANTA DE INYECCION DE AGUA SET DE INYECCION SISTEMA GENERACION - GENERADOR CE-108A							
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
F4-P-108A	Suministrar constantemente aceite motor a los elementos del motor de combustion interna sometidos a fatiga dentro de una presion de 50 a 70 PSI	FF4-P-108A	Incapaz de suministrar aceite motor a los elementos internos o lo hace deficientemente	MF4-P108A-2	Perdida de aceite por fugas	Sistema de inyeccion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Inspeccionar fugas Costos estimados 150.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 300.000
				MF4-P108A-3	Filtros presentan saturacion	Sistema de inyeccion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Inspeccionar filtros Costos estimados 250.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 1,0 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 1,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 600.000
				MF4-P108A-4	Aceite contaminado con elementos externos	Sistema de inyeccion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Inspeccionar aceite Costos estimados 200.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 12 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 3.600.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 3.600.000
				MF4-P108A-5	Sensor presion de aceite sucio o aterrizado	Sistema de inyeccion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Inspeccionar sensor de presion Costos estimados 200.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 12 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 3.600.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 3.600.000

Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 37/39

HOJA DE REGISTRO RCM VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI						PLANTA DE INYECCION DE AGUA SET DE INYECCION SISTEMA GENERACION - GENERADOR CE-108A						
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
F5-P-108A	Suministra un flujo de aire constante al interior de los cilindros del motor de combustión interna	FF5-P-108A	Incapaz de suministrar aire al interior de los cilindros o lo hace deficientemente	MF5-P108A-1	Turbocompresor y/o elementos internos presentan huelgo excesivo	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar y/o cambiar turbocompresor y/o elementos internos Costos estimados 2.500.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 6,0 Hora. FF: 1,0 fallos/año. T PPR: 6,0 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 3.600.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 3.600.000
				MF5-P108A-2	Carcasa colector de aire desacoplada	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar carcasa colector Costos estimados 2.500.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 0,5 Hora. FF: 1,0 fallos/año. T PPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año	NO	4E	4E	5D	4C	\$ 300.000
				MF5-P108A-3	Filtro aire saturado	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar filtro aire Costos estimados 200.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 0,5 Hora. FF: 1,0 fallos/año. T PPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año	NO	4E	4E	5D	4C	\$ 300.000
F6-P-108A	Suministra el flujo de corriente eléctrica para el arranque del motor del motor de combustión interna y accesorios	FF6-P-108A	Incapaz de suministrar flujo eléctrico para el arranque del motor o lo hace deficientemente	MF6-P108A-1	Baterías descargadas	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar baterías Costos estimados 500.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 1 Hora. FF: 1,0 fallos/año. T PPR: 1 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 600.000 \$/año	NO	4E	4E	4D	4C	\$ 600.000

Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 38/39

HOJA DE REGISTRO RCM VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI						PLANTA DE INYECCION DE AGUA SET DE INYECCION SISTEMA GENERACION - GENERADOR CE-108A						
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
F6P-108A	Suministra el flujo de corriente electrica para el arranque del motor del motor de combustion interna y accesorios	FF6-P-108A	Incapaz de suministrar flujo electrico para el arranque del motor o lo hace deficientemente	MF6-P108A-2	Conexiones electricas sueltas	Sistema de inyeccion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Inspeccionar conexiones electricas Costos estimados 200.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año	NO	4E	4E	5D	4C	\$ 300.000
				MF6-P108A-3	Bornes de bateria sulfatados	Sistema de inyeccion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Inspeccionar bornes bateria Costos estimados 80.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año	NO	4E	4E	5D	4C	\$ 300.000
				MF6-P108A-4	Motor de arranque aislado electricamente	Sistema de inyeccion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Inspeccionar motor de arranque Costos estimados 1.200.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 1,5 Hora. FF: 2 fallos/año. TPPR: 1,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 1.800.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 1.800.000
				MF6-P108A-5	Alternador no carga sistema electrico	Sistema de inyeccion opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyeccion No generan daños físicos Inspeccionar alternador Costos estimados 200.000 \$/h No requiere repuesto. Duracion de la actividad 0,5 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año	NO	4E	4E	5D	4C	\$ 300.000


Fuente: Los Autores

Resultados del análisis de modos y efectos de falla (AMEF), estación Cohembi. Parte 39/39

HOJA DE REGISTRO RCM VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA SAS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI						PLANTA DE INYECCION DE AGUA SET DE INYECCION SISTEMA GENERACION - GENERADOR CE-108A						
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Humano	Riesgo Económico	Riesgo Imagen	Valor del riesgo económico
F6-P-108A	Suministra el flujo de corriente eléctrica para el arranque del motor de combustión interna y accesorios	FF6-P-108A	Incapaz de suministrar flujo eléctrico para el arranque del motor o lo hace deficientemente	MF6-P-108A-6	Solenoides de 24V aislada eléctricamente	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar solenoide 24V Costos estimados 150.000 \$/h No requiere repuesto. Duración de la actividad 0,5 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 300.000 \$/año	NO	4E	4E	5D	4C	\$ 300.000
F7-P-108A	Transformar la energía mecánica producida por el motor de combustión interna en energía eléctrica a una frecuencia de 60Hz @ 1.800 rpm +/- 50 y un voltaje de salida de 480 V	FF7-P-108A	Incapaz de transformar energía mecánica producida por el motor en energía eléctrica o lo hace deficientemente	MF7-P-108A-1	Devanado principal sin excitación	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar devanado Costos estimados 250.000 \$/h Duración de la actividad 0,5 Hora	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 300.000
				MF7-P-108A-2	Rodamientos desgastados por operación	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Inspeccionar devanado Costos estimados 650.000 \$/h Duración de la actividad 1,5 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 900.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 900.000
				MF7-P-108A-3	Tarjeta de velocidad descalibrada	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Calibrar tarjeta Costos estimados 500.000 \$/h Duración de la actividad 0,5 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 900.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 900.000
				MF7-P-108A-4	Tarjeta de AVR descalibrada	Sistema de inyección opera normalmente ya que posee redundancia No representa amenazas contra la seguridad y medio ambiente Afecta directamente la operación del set de inyección No generan daños físicos Calibrar tarjeta Costos estimados 500.000 \$/h Duración de la actividad 0,5 Hora. FF: 1,0 fallos/año. TPPR: 0,5 horas/fallo IP: 600.000\$/h Riesgo: 900.000 \$/año	NO	4E	4E	3D	4C	\$ 900.000


Fuente: Los Autores

ANEXO C. Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 1/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO BOMBAS P-101ABC SISTEMA DE RECIBO ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCION TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS Personal Herramienta Materiales	Cod. Tarea
Inspeccion	Ingresar al CCM Identificar tablero electrico P-101A/B/C Revisar falla en panel de control Reset falla especifica Tomar lectura de voltaje y amperaje en el CCM Revisar operacion de la bomba en sitio Verificar valvulas abiertas Verificar presion de trabajo entrada y salida	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimetrica Planos electricos Manual operacion Caja de herramientas	TP-101ABC-1
Inspeccion	Ingresar al CCM Identificar tablero electrico P-101A/B/C Revisar falla en panel de control Verificar funcionamiento del motogenerador ED-108A Tomar lectura de voltaje y amperaje en el CCM Revisar operacion de la bomba en sitio Verificar presion de trabajo entrada y salida	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimetrica Planos electricos Manual operacion Caja de herramientas	TP-101ABC-2
Inspeccion	Verificar taponamiento de bomba Inspeccionar taponamiento de linea de succion Revisar operacion de la bomba en sitio Verificar temperatura de funcionamiento del equipo Verificar valvulas abiertas Verificar instrumento de presion P1101A1 P1101B1 P1101C1	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimetrica Pistola de temperatura Planos electricos Manual operacion Caja de herramientas	TP-101ABC-3
Inspeccion	Verificar taponamiento de bomba Inspeccionar taponamiento de linea de succion Revisar operacion de la bomba en sitio Verificar temperatura de funcionamiento del equipo Verificar valvulas abiertas Verificar instrumento de presion P1101A P1101B P1101C	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimetrica Pistola de temperatura Planos electricos Manual operacion Caja de herramientas	TP-101ABC-4


Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 2/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO BOMBAS P-101ABC SISTEMA DE RECIBO ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCION TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS Personal Herramienta Materiales	Cod. Tarea
Inspeccion	Ajustar acople rapido Realizar prueba de operacion, si persiste fuga Realizar cambio de acople Revisar acople entrada bomba Verificar incrustaciones y limpiar Verificar operacion	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operacion Caja de herramientas Juego de llaves	TP-101ABC-5
Inspeccion Mantenimiento Correctivo	Cerrar paso de agua por la linea a intervenir Retirar esparragos Desmontar valvula Instalar nueva valvula de bola Realizar prueba de operacion Verificar incrustaciones y limpiar Verificar operacion	2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operacion Caja de herramientas Juego de llaves Valvula de bola 4" Conexión brida ANSI 150 RF Material cuerpo y bola en acero inoxidable 316 Asiento de teflon Operacion por palanca	TP-101ABC-6
Mantenimiento Predictivo	Cerrar paso de agua por la linea a intervenir Desmontar motor Instalar motor nuevo y/o reparado Verificar operacion del motor en vacio Realizar prueba de operacion Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operacion	2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operacion Caja de herramientas Juego de llaves Motor electrico 15HP Trifasico 1800 rpm 230/460V Frame 132M Marca WEG Modelo TE-30 Fabricado en Brasil Peso 73 Kg	TP-101ABC-7
Mantenimiento Predictivo	Cerrar paso de agua por la linea a intervenir Desmontar bomba Instalar eje nuevo y/o montar un conjunto completo Verificar operacion de la bomba en vacio Realizar prueba de operacion Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operacion	2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operacion Caja de herramientas Juego de llaves Eje acero al carbon AISI 1045	TP-101ABC-8


Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 3/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO BOMBAS P-101ABC SISTEMA DE RECIBO ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCION TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS Personal Herramienta Materiales	Cod. Tarea
Mantenimiento Predictivo	Cerrar paso de agua por la línea a intervenir Desmontar acople Instalar conjunto acople y/o montar estrella Verificar operación de la bomba en vacío Realizar prueba de operación Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operación	Anual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operación Caja de herramientas Juego de llaves Acople tipo estrella NC1 diametro 25 mm	TP-101ABC-9
Mantenimiento Preventivo	Cerrar paso de agua por la línea a intervenir Desmontar sello mecanico Verificar operación de la bomba en vacío Realizar prueba de operación Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operación	Bimensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operación Caja de herramientas Juego de llaves Sello mecánico de cartucho simple tipo 4610 marca John Crane de 2-1/8" de diametro interior, con caras en carburo de silicio y elastómeros en Viton	TP-101ABC-10
Mantenimiento Preventivo	Cerrar paso de agua por la línea a intervenir Desmontar bomba Instalar rodamientos Verificar operación de la bomba en vacío Verificar graseras de lubricación Realizar prueba de operación Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operación	Bimensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operación Caja de herramientas Juego de llaves Rodamiento bolas lado Ext 6032 Rodamiento angular Int 6935	TP-101ABC-11
Mantenimiento Preventivo	Cerrar paso de agua por la línea a intervenir Desmontar motor Instalar rodamientos y/o conjunto motor Verificar operación de la bomba en vacío Realizar prueba de operación Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operación	Anual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operación Caja de herramientas Juego de llaves Rodamiento de bolas DI 25 mm Sellado ZZ	TP-101ABC-12

Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 4/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO BOMBAS P-101ABC SISTEMA DE RECIBO ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCION TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS Personal Herramienta Materiales	Cod. Tarea
Mantenimiento Preventivo	Cerrar paso de agua por la línea a intervenir Desmontar bomba Instalar impulsor y/o conjunto motor Verificar operación de la bomba en vacío Realizar prueba de operación Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operación	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operación Caja de herramientas Juego de llaves Impulsor en bronce Ref 1704	TP-101ABC-13
Mantenimiento Predictivo	Cerrar paso de agua por la línea a intervenir Realizar inspeccion de tubería por ultrasonido Realizar prueba de operación Ejecutar actividad anualmente	2 Años	Operador de turno Tecnico especializado Procedimiento específico de la tarea Permiso de trabajo y ATS Manual operación Instrumentos de medición por ultrasonido Caja de herramientas Juego de llaves	TP-101ABC-14
Mantenimiento Correctivo	Cerrar paso de agua por la línea a intervenir Desmontar bomba Aplicar soldadura Montar bomba Verificar atineación del equipo		Operador de turno Soldador Procedimiento específico de la tarea Permiso de trabajo soldadura y ATS Manual operación Instrumentos de medición por ultrasonido	TP-101ABC-15
Inspeccion	Cerrar paso de agua por la línea a intervenir Ajustar esparragos Cambiar esparragos si se requiere Abrir valvulas y verificar fugas	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento específico de la tarea Permiso de trabajo soldadura y ATS Manual operación Esparragos 5/8"x4" RO	TP-101ABC-16
Inspeccion	Tomar muestra y analizar Ajustar inyeccion de quimica Evaluar resultados Realizar ajuste en inyeccion	Diario	Operador de turno Quimico Procedimiento específico de la tarea Permiso de trabajo productos quimicos y ATS Manual operación	TP-101ABC-17


Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 5/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO BOMBAS P-103AB SISTEMA DE BOMBAS BOOSTER ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCION TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS Personal Herramienta Materiales	Cod. Tarea
Inspeccion	Ingresar al CCM Identificar tablero electrico P-103A/B Revisar falla en panel de control Reset falla especifica Tomar lectura de voltaje y amperaje en el CCM Revisar operaci3n de la bomba en sitio Verificar valvulas abiertas Verificar presi3n de trabajo entrada y salida	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimetrica Planos electricos Manual operaci3n Caja de herramientas	TP-10/AB-1
Inspeccion	Ingresar al CCM Identificar tablero electrico P-103A/B Revisar falla en panel de control Reset falla especifica Verificar funcionamiento del motogenerador ED-108A Tomar lectura de voltaje y amperaje en el CCM Revisar operaci3n de la bomba en sitio Verificar presi3n de trabajo entrada y salida	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimetrica Planos electricos Manual operaci3n Caja de herramientas	TP-10/AB-2
Inspeccion	Verificar taponamiento de bomba Inspeccionar taponamiento de linea de succi3n Revisar operaci3n de la bomba en sitio Verificar temperatura de funcionamiento del equipo Verificar valvulas abiertas Verificar instrumento de presi3n PI103A1 PI103B1	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimetrica Pistola de temperatura Planos electricos Manual operaci3n Caja de herramientas	TP-10/AB-3
Inspeccion	Verificar taponamiento de bomba Inspeccionar taponamiento de linea de succi3n Revisar operaci3n de la bomba en sitio Verificar temperatura de funcionamiento del equipo Verificar valvulas abiertas Verificar instrumento de presi3n PDI103A PI103B	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimetrica Pistola de temperatura Planos electricos Manual operaci3n Caja de herramientas	TP-10/AB-4


Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 6/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO BOMBAS P-103AB SISTEMA DE BOMBAS BOOSTER ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCION TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS Personal Herramienta Materiales	Cod. Tarea
Inspeccion Mantenimiento Correctivo	Cerrar paso de agua por la linea a intervenir Retirar espargos Desmontar valvula Instalar nueva valvula de bola Realizar prueba de operaci3n Verificar incrustaciones y limpiar Verificar operaci3n	2 a3os	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operaci3n Caja de herramientas Juego de llaves Valvula de bola 4" Conexi3n bridaada ANSI 150 RF Material cuerpo y bola en acero inoxidable 316 Asiento de teflon Operaci3n por palanca	TP-10/AB-5
Mantenimiento Predictivo	Cerrar paso de agua por la linea a intervenir Desmontar motor Instalar motor nuevo y/o reparado Verificar operaci3n del motor en vaci3o Realizar prueba de operaci3n Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operaci3n	2 a3os	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operaci3n Caja de herramientas Juego de llaves Motor electrico 20HP Trifasico 1800 rpm Referencia 22764 Marca WEG NEMA 256JM Clase B	TP-10/AB-6
Inspeccion	Ingresar al CCM Identificar tablero electrico P-103A/B Revisar falla en panel de control Reset falla especifica Tomar lectura de voltaje y amperaje en el CCM Revisar operaci3n de la bomba en sitio Verificar valvulas abiertas Verificar presi3n de trabajo entrada y salida	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimetrica Planos electricos Manual operaci3n Caja de herramientas	TP-10/AB-7
Inspeccion	Ingresar al CCM Identificar tablero electrico P-103A/B Revisar falla en panel de control Reset falla especifica Tomar lectura de voltaje y amperaje en el CCM Revisar operaci3n de la bomba en sitio Verificar valvulas abiertas Verificar presi3n de trabajo entrada y salida	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimetrica Planos electricos Manual operaci3n Caja de herramientas	TP-10/AB-8


Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 7/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO BOMBAS P-103AB SISTEMA DE BOMBAS BOOSTER ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCION TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS Personal Herramienta Materiales	Cod. Tarea
Mantenimiento Preventivo	Cerrar paso de agua por la linea a intervenir Desmontar bomba Instalar tornillo Verificar operación del motor en vacio Realizar prueba de operación Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operación	Anual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operación Caja de herramientas Tornillo 1/2NC-x 1-1/2 INOXID Ref 02230	TP-101AB-9
Mantenimiento Preventivo	Cerrar paso de agua por la linea a intervenir Desmontar bomba Cambiar acople Verificar operación del motor en vacio Realizar prueba de operación Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operación	2 años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operación Caja de herramientas Acople Ref 98009	TP-101AB-10
Mantenimiento Preventivo	Cerrar paso de agua por la linea a intervenir Desmontar bomba Cambiar sello mecanico Verificar operación del motor en vacio Realizar prueba de operación Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operación	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operación Caja de herramientas Sello mecanico 1-1/2" Tipo 1 INPAC Ref 00031	TP-101AB-11
Mantenimiento Preventivo	Cerrar paso de agua por la linea a intervenir Desmontar bomba Cambiar anillo de friccion Verificar operación del motor en vacio Realizar prueba de operación Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operación	Anual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operación Caja de herramientas Anillo de friccion ref 30647	TP-101AB-12


Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 8/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO BOMBAS P-103AB SISTEMA DE BOMBAS BOOSTER ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCION TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS Personal Herramienta Materiales	Cod. Tarea
Mantenimiento Preventivo	Cerrar paso de agua por la linea a intervenir Desmontar bomba Cambiar anillo cuadrado caucho Verificar operación del motor en vacio Realizar prueba de operación Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operación	Anual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operación Caja de herramientas Anillo cuadrado caucho HC ref 21297	TP-101AB-13
Mantenimiento Preventivo	Cerrar paso de agua por la linea a intervenir Desmontar bomba Cambiar camisa eje Verificar operación del motor en vacio Realizar prueba de operación Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operación	Anual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operación Caja de herramientas Camisa eje inoxidable 3025HCE 254/324JM Ref 30653	TP-101AB-14
Mantenimiento Preventivo	Cerrar paso de agua por la linea a intervenir Desmontar bomba Cambiar impulsor Verificar operación del motor en vacio Realizar prueba de operación Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operación	Anual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operación Caja de herramientas Impulsor FE ref 26821	TP-101AB-15
Mantenimiento Predictivo	Cerrar paso de agua por la linea a intervenir Realizar inspeccion de tubería por ultrasonido Realizar prueba de operación Ejecutar actividad anualmente	2 años	Operador de turno Tecnico especializado Procedimiento específico de la tarea Permiso de trabajo y ATS Manual operación Instrumentos de medición por ultrasonido Caja de herramientas Juego de llaves	TP-101AB-16


Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 9/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO BOMBAS P-103AB SISTEMA DE BOMBAS BOOSTER ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISIÓN	DESCRIPCIÓN TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS Personal Herramienta Materiales	Cod. Tarea
Inspeccion Mantenimiento Correctivo	Cerrar paso de agua por la linea a intervenir Desmontar bomba Aplicar soldadura Montar bomba Verificar alineacion del equipo		Operador de turno Soldador Procedimiento especifico de la tarea Permiso de trabajo soldadura y ATS Manual operación Equipo de soldadura Soldadura niquel 100	T-P-101AB-17
Inspeccion	Tomar muestra y analizar Ajustar inyeccion de quimica Evaluar resultados Realizar ajuste en inyeccion	Diario	Operador de turno Quimico Procedimiento especifico de la tarea Permiso de trabajo productos quimicos y ATS Manual operación	T-P-101AB-18


Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 10/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO BOMBAS P-104AB SISTEMA DE FILTRACION ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISIÓN	DESCRIPCIÓN TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS Personal Herramienta Materiales	Cod. Tarea
Inspeccion	Ingresar al CCM Identificar tablero electrico P-104A/B Revisar falla en panel de control Reset falla especifica Tomar lectura de voltaje y amperaje en el CCM Revisar operación de la bomba en sitio Verificar valvulas abiertas Verificar presion de trabajo entrada y salida	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimetrica Planos electricos Manual operación Caja de herramientas	T-P-104AB-1


Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 11/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO BOMBAS P-104AB SISTEMA DE FILTRACION ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCION TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS Personal Herramienta Materiales	Cod. Tarea
Inspeccion	Ingresar al CCM Identificar tablero electrico P-104A/B Revisar falla en panel de control Reset falla especifica Verificar funcionamiento del motogenerador ED-108A Tomar lectura de voltaje y amperaje en el CCM Revisar operaci3n de la bomba en sitio Verificar presi3n de trabajo entrada y salida	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimetrica Planos electricos Manual operaci3n Caja de herramientas	T-P-104AB-2
Inspeccion	Verificar taponamiento de bomba Inspeccionar taponamiento de linea de succi3n Revisar operaci3n de la bomba en sitio Verificar temperatura de funcionamiento del equipo Verificar valvulas abiertas Verificar instrumento de presi3n PI104A1 PI104A2	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimetrica Pistola de temperatura Planos electricos Manual operaci3n Caja de herramientas	T-P-104AB-3
Mantenimiento Predictivo	Cerrar paso de agua por la linea a intervenir Desmontar motor Instalar motor nuevo y/o reparado Verificar operaci3n del motor en vacio Realizar prueba de operaci3n Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operaci3n	2 a3os	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operaci3n Caja de herramientas Juego de llaves Motor electrico 3HP E-7.5 3.500 184JM 220/440-3 ref 13958	T-P-104AB-4


Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 12/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO BOMBAS P-104AB SISTEMA DE FILTRACION ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCION TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS Personal Herramienta Materiales	Cod. Tarea
Mantenimiento Preventivo	Cerrar paso de agua por la linea a intervenir Desmontar bomba Cambiar acople Verificar operaci3n del motor en vacio Realizar prueba de operaci3n Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operaci3n	2 a3os	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operaci3n Caja de herramientas Acople Ref 22023	T-P-104AB-5
Mantenimiento Preventivo	Cerrar paso de agua al lavador externo Desmontar bridas Realizar limpieza interna Retirar solidos y/o elementos externos Realizar prueba de operaci3n	Anual	Operador de turno Cuadrilla de limpieza Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operaci3n Elementos de limpieza	T-P-104AB-6
Inspeccion	Verificar lineas de entrada al tanque Inspeccionar valvulas Verificar funcionamiento de bombas booster P-103AB Realizar prueba de operaci3n	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operaci3n	T-P-104AB-7
Inspeccion	Verificar funcionamiento variador de velocidad Comprobar suministro electrico Identificar falla, realizar reset al equipo Realizar prueba de operaci3n	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimetrica Planos electricos Manual operaci3n Caja de herramientas	T-P-104AB-8


Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 13/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO BOMBAS P-104AB SISTEMA DE FILTRACION ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCION TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS Personal Herramienta Materiales	Cod. Tarea
Mantenimiento Preventivo	Cerrar paso de agua por la linea a intervenir Desmontar bomba Cambiar sello mecanico Verificar operaci3n del motor en vacio Realizar prueba de operaci3n Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operaci3n	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operaci3n Caja de herramientas Sello mecanico 1-1/4 T1 0120SBP4R Ref 00050	T-P-104AB-9
Mantenimiento Preventivo	Cerrar paso de agua por la linea a intervenir Desmontar bomba Cambiar anillo de friccion Verificar operaci3n del motor en vacio Realizar prueba de operaci3n Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operaci3n	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operaci3n Caja de herramientas Anillo de friccion ref 30647	T-P-104AB-10
Mantenimiento Preventivo	Cerrar paso de agua por la linea a intervenir Desmontar bomba Cambiar anillo cuadrado caucho Verificar operaci3n del motor en vacio Realizar prueba de operaci3n Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operaci3n	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operaci3n Caja de herramientas Anillo cuadrado caucho HC ref 21297	T-P-104AB-11
Mantenimiento Preventivo	Cerrar paso de agua por la linea a intervenir Desmontar bomba Cambiar camisa eje Verificar operaci3n del motor en vacio Realizar prueba de operaci3n Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operaci3n	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operaci3n Caja de herramientas Camisa eje inoxidable BR 1-1/4 motor 213/215J Ref 23764	T-P-104AB-12


Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 14/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO BOMBAS P-104AB SISTEMA DE FILTRACION ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCION TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS Personal Herramienta Materiales	Cod. Tarea
Mantenimiento Preventivo	Cerrar paso de agua por la linea a intervenir Desmontar bomba Cambiar impulsor Verificar operaci3n del motor en vacio Realizar prueba de operaci3n Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operaci3n	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operaci3n Caja de herramientas Impulsor FE ref 37750	T-P-104AB-13
Mantenimiento Correctivo	Cerrar paso de agua por la linea a intervenir Desmontar bomba Aplicar soldadura Montar bomba Verificar alineacion del equipo		Operador de turno Soldador Procedimiento especifico de la tarea Permiso de trabajo soldadura y ATS Manual operaci3n Equipo de soldadura Soldadura niquel 100	T-P-104AB-14
Mantenimiento Preventivo	Cerrar paso de agua por la linea a intervenir Desmontar bomba Instalar tornillo Verificar operaci3n del motor en vacio Realizar prueba de operaci3n Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operaci3n	Anual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operaci3n Caja de herramientas Tornillo 3/8 X 1-1/2 NC inoxidable Ref 02247	T-P-104AB-15
Inspeccion	Tomar muestra y analizar Ajustar inyeccion de quimica Evaluar resultados Realizar ajuste en inyeccion	Diario	Operador de turno Quimico Procedimiento especifico de la tarea Permiso de trabajo productos quimicos y ATS Manual operaci3n	T-P-104AB-16


Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 15/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO BOMBAS P-105AB SISTEMA DE INYECCION ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCIÓN TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS Personal Herramienta Materiales	Cod. Tarea
Inspeccion	Revisar falla en panel de control Reset falla especifica Inspeccionar niveles fluidos, combustible y fugas Inspeccionar suministro de energia Realizar prueba en vacio	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimetrica Planos electricos Manual operación Caja de herramientas	T-P-105AB-1
Inspeccion	Revisar falla en panel de control Reset falla especifica Inspeccionar niveles fluidos, combustible y fugas Inspeccionar suministro de energia Realizar prueba en vacio	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimetrica Planos electricos Manual operación Caja de herramientas	T-P-105AB-2
Inspeccion Mantenimiento Predictivo	Verificar equipo Verificar componentes internos afectados Cambiar bielas Realizar pruebas en vacio y con carga Revisar operación de inyeccion	Semanal 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operación Caja de herramientas Herramienta especializada Bielas (3) ref 998-810000-007	T-P-105AB-3
Inspeccion Mantenimiento Preventivo Mantenimiento Predictivo	Inspeccionar equipo Verificar componentes internos afectados Cambiar cigueñal Realizar pruebas en vacio y con carga Revisar operación de inyeccion	Semanal Anual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimetrica Manual operación Caja de herramientas Herramienta especializada Cigueñal (3) ref 008-023061-348	T-P-105AB-4


Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 16/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO BOMBAS P-105AB SISTEMA DE INYECCION ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCIÓN TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS Personal Herramienta Materiales	Cod. Tarea
Inspeccion Mantenimiento Preventivo Mantenimiento Predictivo	Inspeccionar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar rodamientos Realizar pruebas en vacio y con carga Revisar operación de inyeccion	Semanal Anual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimetrica Planos electricos Manual operación Caja de herramientas Herramienta especializada Rodamientos ref 002-023230-359	T-P-105AB-5
Inspeccion Mantenimiento Preventivo Mantenimiento Predictivo	Inspeccionar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar pony road Realizar pruebas en vacio y con carga Revisar operación de inyeccion	Semanal Anual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimetrica Planos electricos Manual operación Caja de herramientas Herramienta especializada Pony road	T-P-105AB-6
Inspeccion Mantenimiento Preventivo Mantenimiento Predictivo	Inspeccionar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar plungers Realizar pruebas en vacio y con carga Revisar operación de inyeccion	Semanal Anual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimetrica Planos electricos Manual operación Caja de herramientas Herramienta especializada Plungers 2 3/4" Ref AAC-114989-E24	T-P-105AB-7
Inspeccion Mantenimiento Preventivo Mantenimiento Predictivo	Inspeccionar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar retenedores Realizar pruebas en vacio y con carga Revisar operación de inyeccion	Semanal Anual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Manual operación Caja de herramientas Herramienta especializada Retenedores ref 145-318418-999	T-P-105AB-8


Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 17/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO BOMBAS P-105AB SISTEMA DE INYECCION ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCIÓN TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS Personal Herramienta Materiales	Cod. Tarea
Inspeccion Mantenimiento Preventivo Mantenimiento Predictivo	Verificar equipo	Semanal	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Manual operación Caja de herramientas Elementos de limpieza	TP-P-105AB-9
	Desmontar tapas	Anual		
	Limpiar lavador externo Limpiar componente internos Inspeccionar componentes internos Monitorear operación de inyeccion	2 Años		
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Verificar equipo	Semanal	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Manual operación Caja de herramientas Elementos de limpieza 1.268 kg cascara de nuez	TP-P-105AB-10
	Desmontar tapas	Anual		
	Cambiar cascara de nuez Limpiar componente internos disminuir frecuencia de retrolavados Inspeccionar componentes internos Monitorear operación de inyeccion	2 Años		
Inspeccion Mantenimiento Preventivo Mantenimiento Predictivo	Verificar equipo	Semanal	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operación Caja de herramientas Herramienta especializada Juego de valvulas	TP-P-105AB-11
	Inspeccionar componentes internos afectados	Anual		
	Cambiar valvulas de admision y escape Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operación de inyeccion	2 Años		
Inspeccion Mantenimiento Preventivo Mantenimiento Predictivo	Verificar equipo	Semanal	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operación Caja de herramientas Herramienta especializada Juego de seguidores, asientos o guias	TP-P-105AB-12
	Inspeccionar componentes internos afectados	Anual		
	Cambiar seguidores, asientos o guias Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operación de inyeccion	2 Años		


Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 18/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO BOMBAS P-105AB SISTEMA DE INYECCION ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCIÓN TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS Personal Herramienta Materiales	Cod. Tarea
Inspeccion Mantenimiento Preventivo Mantenimiento Predictivo	Verificar equipo	Semanal	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operación Caja de herramientas Herramienta especializada Juego de camisas, pistones, empaquetaduras	T-P-105AB-13
	Inspeccionar componentes internos afectados	Anual		
	Cambiar camisas, pistones, empaquetaduras Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operación de inyeccion	2 Años		
Inspeccion Mantenimiento Preventivo Mantenimiento Predictivo	Verificar equipo	Semanal	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operación Caja de herramientas Herramienta especializada Compresor de aire	TP-P-105AB-14
	Inspeccionar componentes internos afectados	Anual		
	Cambiar compresor de aire Cambiar anillos, camisas, pistones, empaquetaduras Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operación de inyeccion	2 Años		
Inspeccion Mantenimiento Preventivo Mantenimiento Predictivo	Verificar equipo	Semanal	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operación Caja de herramientas Herramienta especializada Enfriador de aceite	TP-P-105AB-15
	Inspeccionar componentes internos afectados	Anual		
	Cambiar enfriador de aceite Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operación de inyeccion	2 Años		
Inspeccion Mantenimiento Preventivo Mantenimiento Predictivo	Verificar equipo	Semanal	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operación Caja de herramientas Herramienta especializada Bomba refrigerante	TP-P-105AB-16
	Inspeccionar componentes internos afectados	Anual		
	Cambiar bomba refrigerante Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operación de inyeccion	2 Años		


Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 19/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO BOMBAS P-105AB SISTEMA DE INYECCION ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCIÓN TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS Personal Herramienta Materiales	Cod. Tarea
Inspeccion Mantenimiento Preventivo Mantenimiento Predictivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar rodamientos polea Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operación de inyeccion	Semanal Anual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operación Caja de herramientas Herramienta especializada Rodamientos polea	TP-105AB-17
Inspeccion Mantenimiento Preventivo Mantenimiento Predictivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar correas ventilador Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operación de inyeccion	Semanal Anual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operación Caja de herramientas Herramienta especializada Correas	TP-105AB-18
Inspeccion Mantenimiento Preventivo Mantenimiento Predictivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar soporte polea ventilador Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operación de inyeccion	Semanal Anual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operación Caja de herramientas Herramienta especializada Soporte polea	TP-105AB-19
Inspeccion Mantenimiento Preventivo Mantenimiento Predictivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar valvula termostatica Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operación de inyeccion	Semanal Anual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operación Caja de herramientas Herramienta especializada Valvula termostatica	TP-105AB-20


Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 20/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO BOMBAS P-105AB SISTEMA DE INYECCION ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCIÓN TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS Personal Herramienta Materiales	Cod. Tarea
Inspeccion Mantenimiento Preventivo Mantenimiento Predictivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar sensor de temperatura Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operación de inyeccion	Semanal Anual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operación Caja de herramientas Herramienta especializada Sensor de temperatura	TP-105AB-21
Inspeccion Mantenimiento Preventivo Mantenimiento Predictivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar conexiones, mangueras, tuberias Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operación de inyeccion	Semanal Anual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operación Caja de herramientas Herramienta especializada Conexiones, mangueras, tuberias	TP-105AB-22
Inspeccion Mantenimiento Preventivo Mantenimiento Predictivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar bomba combustible Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operación de inyeccion	Semanal Anual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operación Caja de herramientas Herramienta especializada Bomba combustible	TP-105AB-23
Inspeccion Mantenimiento Preventivo Mantenimiento Predictivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar inyectores Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operación de inyeccion	Semanal Anual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operación Caja de herramientas Herramienta especializada Juego de inyectores	TP-105AB-24

Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 21/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO BOMBAS P-105AB SISTEMA DE INYECCION ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCIÓN TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS Personal Herramienta Materiales	Cod. Tarea
Inspeccion Mantenimiento Preventivo Mantenimiento Predictivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar filtros Realizar pruebas en vacío y con carga Monitorear operación de inyección	Semanal Anual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operación Caja de herramientas Herramienta especializada filtros de combustible	TP-105AB25
Inspeccion Mantenimiento Preventivo Mantenimiento Predictivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar bomba aceite Realizar pruebas en vacío y con carga Monitorear operación de inyección	Semanal Anual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operación Caja de herramientas Herramienta especializada Bomba aceite	TP-105AB26
Inspeccion Mantenimiento Preventivo Mantenimiento Predictivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar conexiones, mangueras y tuberías Realizar pruebas en vacío y con carga Monitorear operación de inyección	Semanal Anual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operación Caja de herramientas Herramienta especializada Conexiones, mangueras, tuberías	TP-105AB27
Inspeccion Mantenimiento Preventivo Mantenimiento Predictivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar filtros Realizar pruebas en vacío y con carga Monitorear operación de inyección	Semanal Anual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operación Caja de herramientas Herramienta especializada filtros de aceite	TP-105AB28


Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 22/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO BOMBAS P-105AB SISTEMA DE INYECCION ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCIÓN TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS Personal Herramienta Materiales	Cod. Tarea
Inspeccion Mantenimiento Preventivo Mantenimiento Predictivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Análisis de aceite Realizar pruebas en vacío y con carga Monitorear operación de inyección	Semanal Anual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operación Caja de herramientas Herramienta especializada Prueba de analisis de aceite	TP-105AB29
Inspeccion Mantenimiento Preventivo Mantenimiento Predictivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar sensor de aceite Realizar pruebas en vacío y con carga Monitorear operación de inyección	Semanal Anual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operación Caja de herramientas Herramienta especializada Sensor de aceite	TP-105AB30
Inspeccion Mantenimiento Preventivo Mantenimiento Predictivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar turbocompresor Realizar pruebas en vacío y con carga Monitorear operación de inyección	Semanal Anual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operación Caja de herramientas Herramienta especializada Turbocompresor	TP-105AB31
Inspeccion Mantenimiento Preventivo Mantenimiento Predictivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Ajustar carcasa colector Realizar pruebas en vacío y con carga Monitorear operación de inyección	Semanal Anual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operación Caja de herramientas	TP-105AB32


Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 23/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO BOMBAS P-105AB SISTEMA DE INYECCION ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCIÓN TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS Personal Herramienta Materiales	Cod. Tarea
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar filtro de aire Realizar pruebas en vacío y con carga Monitorear operación de inyección	Semanal	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operación Caja de herramientas Filtro de aire	T-P-105AB-33
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Inspeccionar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar baterías Realizar pruebas en vacío y con carga Monitorear operación de inyección	Semanal Anual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimetrica Planos electricos Manual operación Caja de herramientas Baterías 24V	T-P-105AB-34
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Inspeccionar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Ajustar conexiones electricas Realizar pruebas en vacío y con carga Monitorear operación de inyección	Diario Semanal	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimetrica Planos electricos Manual operación Caja de herramientas Cables, cinta, terminales	T-P-105AB-35
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Inspeccionar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar bornes bateria Realizar pruebas en vacío y con carga Monitorear operación de inyección	Semanal 2 años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operación Caja de herramientas Bornes bateria	T-P-105AB-36


Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 24/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO BOMBAS P-105AB SISTEMA DE INYECCION ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCIÓN TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS Personal Herramienta Materiales	Cod. Tarea
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Inspeccionar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar motor de arranque Realizar pruebas en vacío y con carga Monitorear operación de inyección	Semanal Anual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operación Caja de herramientas Motor de arranque 24V	T-P-105AB-37
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Inspeccionar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar alternador Realizar pruebas en vacío y con carga Monitorear operación de inyección	Semanal Anual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operación Caja de herramientas Alternador 24V	T-P-105AB-38
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Inspeccionar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar solenoide Realizar pruebas en vacío y con carga Monitorear operación de inyección	Semanal Anual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operación Caja de herramientas Cambiar solenoide 24V	T-P-105AB-39


Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 25/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO BOMBAS P-106AB SISTEMA DE DECANTACION ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCION TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS Personal Herramienta Materiales	Cod. Tarea
Inspeccion	Ingresar al CCM Identificar tablero electrico P-106A/B Revisar falla en panel de control Reset falla especifica Tomar lectura de voltaje y amperaje en el CCM Revisar operacion de la bomba en sitio Verificar valvulas abiertas Verificar presion de trabajo entrada y salida	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimetrica Planos electricos Manual operacion Caja de herramientas	T-P-106AB-1
Inspeccion	Ingresar al CCM Identificar tablero electrico P-103A/B Revisar falla en panel de control Reset falla especifica Verificar funcionamiento del motogenerador ED-108A Tomar lectura de voltaje y amperaje en el CCM Revisar operacion de la bomba en sitio Verificar presion de trabajo entrada y salida	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimetrica Planos electricos Manual operacion Caja de herramientas	T-P-106AB-2
Inspeccion	Verificar taponamiento de bomba Inspeccionar taponamiento de linea de succion Revisar operacion de la bomba en sitio Verificar temperatura de funcionamiento del equipo Verificar valvulas abiertas Verificar instrumento de presion PI106A1 PI104B1	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimetrica Pistola de temperatura Planos electricos Manual operacion Caja de herramientas	T-P-106AB-3
Inspeccion	Verificar taponamiento de bomba Inspeccionar taponamiento de linea de succion Revisar operacion de la bomba en sitio Verificar temperatura de funcionamiento del equipo Verificar valvulas abiertas Verificar instrumento de presion PD1106A PI106B	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimetrica Pistola de temperatura Planos electricos Manual operacion Caja de herramientas	T-P-106AB-4


Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 26/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO BOMBAS P-106AB SISTEMA DE DECANTACION ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCION TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS Personal Herramienta Materiales	Cod. Tarea
Mantenimiento Preventivo	Cerrar paso de agua por la linea a intervenir Desmontar motor Instalar motor nuevo y/o reparado Verificar operacion del motor en vacio Realizar prueba de operacion Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operacion	2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operacion Caja de herramientas Juego de llaves Motor electrico 3HP E-5.0 3.500 184JM 220/440-3 ref 13979	T-P-106AB-5
Mantenimiento Preventivo	Cerrar paso de agua por la linea a intervenir Desmontar bomba Cambiar acople Verificar operacion del motor en vacio Realizar prueba de operacion Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operacion	2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operacion Caja de herramientas Acople Ref 22023	T-P-106AB-6
Mantenimiento Preventivo	Inspeccionar lineas de entrada al tanque Inspeccionar valvulas Verificar valvulas abiertas tanque filtro cascara de nuez Realizar prueba de operacion	2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operacion	T-P-106AB-7
Mantenimiento Preventivo	Cerrar paso de agua por la linea a intervenir Desmontar bomba Cambiar sello mecanico Verificar operacion del motor en vacio Realizar prueba de operacion Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operacion	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operacion Caja de herramientas Sello mecanico 1-1/4 T1 0120SBP4R Ref 00050	T-P-106AB-8


Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 27/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO BOMBAS P-106AB SISTEMA DE DECANTACION ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCION TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS Personal Herramienta Materiales	Cod. Tarea
Mantenimiento Preventivo	Cerrar paso de agua por la linea a intervenir Desmontar bomba Cambiar anillo cuadrado caucho Verificar operaci3n del motor en vacio Realizar prueba de operaci3n Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operaci3n	Anual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operaci3n Caja de herramientas Anillo cuadrado caucho HC ref 24202	T-P-106AB-9
Mantenimiento Preventivo	Cerrar paso de agua por la linea a intervenir Desmontar bomba Cambiar camisa eje Verificar operaci3n del motor en vacio Realizar prueba de operaci3n Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operaci3n	Anual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operaci3n Caja de herramientas Camisa eje inoxidable BR 1-1/4 motor 213/215J Ref 23764	T-P-106AB-10
Mantenimiento Preventivo	Cerrar paso de agua por la linea a intervenir Desmontar bomba Cambiar impulsor Verificar operaci3n del motor en vacio Realizar prueba de operaci3n Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operaci3n	Anual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operaci3n Caja de herramientas Impulsor FE ref 37712	T-P-106AB-11
Mantenimiento Correctivo	Cerrar paso de agua por la linea a intervenir Desmontar bomba Aplicar soldadura Montar bomba Verificar alineaci3n del equipo		Operador de turno Soldador Procedimiento especifico de la tarea Permiso de trabajo soldadura y ATS Manual operaci3n Equipo de soldadura Soldadura niquel 100	T-P-106AB-12


Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 28/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO BOMBAS P-106AB SISTEMA DE DECANTACION ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCION TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS Personal Herramienta Materiales	Cod. Tarea
Mantenimiento Preventivo	Cerrar paso de agua por la linea a intervenir Desmontar bomba Instalar tornillo Verificar operaci3n del motor en vacio Realizar prueba de operaci3n Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operaci3n	Anual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operaci3n Caja de herramientas Tornillo 3/8 X 1-1/4 NC inoxidable Ref 02215	T-P-106AB-13
Mantenimiento Preventivo	Tomar muestra y analizar Ajustar inyeccion de quimica Evaluar resultados Realizar ajuste en inyeccion	Diario	Operador de turno Quimico Procedimiento especifico de la tarea Permiso de trabajo productos quimicos y ATS Manual operaci3n	T-P-106AB-14

Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 29/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO BOMBAS P-106C SISTEMA DE DECANTACION ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCIÓN TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS Personal Herramienta Materiales	Cod. Tarea
Inspeccionar	Ingresar al CCM Identificar tablero electrico P-106C Revisar falla en panel de control Reset falla especifica Tomar lectura de voltaje y amperaje en el CCM Revisar operación de la bomba en sitio Verificar valvulas abiertas Verificar presion de trabajo entrada y salida	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimetrica Planos electricos Manual operación Caja de herramientas	T-P-106C-1


Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 30/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO BOMBAS P-106C SISTEMA DE DECANTACION ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCIÓN TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS Personal Herramienta Materiales	Cod. Tarea
Inspeccionar	Ingresar al CCM Identificar tablero electrico P-103A/B Revisar falla en panel de control Reset falla especifica Verificar funcionamiento del motogenerador ED-108A Tomar lectura de voltaje y amperaje en el CCM Revisar operación de la bomba en sitio Verificar presion de trabajo entrada y salida	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimetrica Planos electricos Manual operación Caja de herramientas	T-P-106C-2
Inspeccionar	Cerrar paso de agua por la linea a intervenir Desmontar motor Instalar motor nuevo y/o reparado Verificar operación del motor en vacio Realizar prueba de operación Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operación	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operación Caja de herramientas Juego de llaves Motor electrico 2HP ref 25291	T-P-106C-3
Mantenimiento Preventivo	Cerrar paso de agua por la linea a intervenir Desmontar bomba Cambiar acople Verificar operación del motor en vacio Realizar prueba de operación Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operación	2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operación Caja de herramientas Acople Ref 19589	T-P-106C-4
Inspeccionar	Inspeccionar lineas de entrada al tanque Inspeccionar valvulas Verificar valvulas abiertas tanque filtro cascara de nuez Realizar prueba de operación	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operación	T-P-106C-5


Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 31/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO BOMBAS P-106C SISTEMA DE DECANTACION ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCION TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS Personal Herramienta Materiales	Cod. Tarea
Mantenimiento Preventivo	Cerrar paso de agua por la linea a intervenir Desmontar bomba Cambiar sello mecanico Verificar operación del motor en vacio Realizar prueba de operación Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operación	2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operación Caja de herramientas Sello mecanico 5/8" T06 0610SBP4RS Ref 00049	T-P-106C-6
Mantenimiento Preventivo	Cerrar paso de agua por la linea a intervenir Desmontar bomba Cambiar impulsor Verificar operación del motor en vacio Realizar prueba de operación Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operación	2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operación Caja de herramientas Impulsor FE ref 23440	T-P-106C-7
Mantenimiento Preventivo	Cerrar paso de agua por la linea a intervenir Desmontar bomba Cambiar sello mecanico Verificar operación del motor en vacio Realizar prueba de operación Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operación	2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operación Caja de herramientas Empaque O ref 159	T-P-106C-8

Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 32/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO BOMBAS P-106C SISTEMA CARGUE DE CRUDO ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCION TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS Personal Herramienta Materiales	Cod. Tarea
Inspeccion	Identificar tablero electrico P-107A/B/C/D Revisar falla en panel de control Reset falla especifica Tomar lectura de voltaje y amperaje en el tablero electrico Revisar operación de la bomba en sitio Verificar valvulas abiertas Verificar presion de trabajo entrada y salida	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimetrica Planos electricos Manual operación Caja de herramientas	T-P-107ABCD-1
Inspeccion	Identificar tablero electrico P-107A/B/C/D Revisar falla en panel de control Reset falla especifica Verificar funcionamiento del motogenerador ED-108A Tomar lectura de voltaje y amperaje en el tablero electrico Revisar operación de la bomba en sitio Verificar presion de trabajo entrada y salida	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimetrica Planos electricos Manual operación Caja de herramientas	T-P-107ABCD-2
Inspeccion	Verificar botonera Tomar lectura de tension Revisar falla en panel de control Realizar cambio de componentes electricos Realizar pruebas de mandos Verificar operación de cargue	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimetrica Pistola de temperatura Planos electricos Manual operación Caja de herramientas Botonera colgante de ocho posiciones	T-P-107ABCD-3
Mantenimiento Preventivo	Inspeccionar arrancador estrella Tomar lectura de tension Revisar falla en panel de control Realizar cambio de componentes electricos Realizar pruebas del sistema Verificar operación de cargue	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimetrica Pistola de temperatura Planos electricos Manual operación Caja de herramientas Arrancador suave - Interruptor magnetico guardamotores - contactores	T-P-107ABCD-4


Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 33/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO BOMBAS P-106C SISTEMA CARGUE DE CRUDO ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCION TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS Personal Herramienta Materiales	Cod. Tarea
Mantenimiento Preventivo	Cerrar paso de crudo por la linea a intervenir Inspeccionar acople flexible Cambiar y/o ajustar tornillos acople Realizar prueba de operación Verificar operación de cargue	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operación Caja de herramientas Juego de llaves Acople flexible espaciador marca TB WOODS SC9	T-P-107ABCD-5
Mantenimiento Preventivo	Cerrar paso de crudo por la linea a intervenir Desmontar motor Instalar motor nuevo y/o reparado Verificar operación del motor en vacio Realizar prueba de operación Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operación Verificar operación de cargue	2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operación Caja de herramientas Juego de llaves Motor de 25 HP, 1800 RPM, 460 V variador de frecuencia, marca TECO WESTINGHOUSE	T-P-107ABCD-6
Mantenimiento Preventivo	Cerrar paso de crudo por la linea a intervenir Desmontar bomba Instalar eje nuevo Verificar operación de la bomba en vacio Realizar prueba de operación Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operación Verificar operación de cargue	2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operación Caja de herramientas Juego de llaves Eje Ref 24002-01-41A Mat 4140	T-P-107ABCD-7
Mantenimiento Preventivo	Cerrar paso de crudo por la linea a intervenir Desmontar sello mecanico Instalar sello mecanico Verificar operación de la bomba en vacio Realizar prueba de operación Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operación Verificar operación de cargue	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operación Caja de herramientas Juego de llaves Sello mecánico de cartucho simple tipo 4610 marca John Crane de 2-1/8" de diámetro interior, con caras en carburo de silicio y elastómeros en Vitón	T-P-107ABCD-8

Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 34/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO BOMBAS P-106C SISTEMA CARGUE DE CRUDO ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCION TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS Personal Herramienta Materiales	Cod. Tarea
Mantenimiento Preventivo	Cerrar paso de crudo por la linea a intervenir Desmontar bomba Instalar rodamientos Verificar operación de la bomba en vacio Verificar graseras de lubricacion Realizar prueba de operación Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operación Verificar operación de cargue	2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operación Caja de herramientas Juego de llaves Rodamientos axial SKF 7310 BECBM Rodamiento radial SKF 6311	T-P-107ABCD-9
Mantenimiento Preventivo	Cerrar paso de crudo por la linea a intervenir Desmontar bomba Instalar impulsor Verificar operación de la bomba en vacio Realizar prueba de operación Verificar temperatura, voltaje y amperaje de operación Verificar operación de cargue	2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operación Caja de herramientas Juego de llaves Impulsor en acero inoxidable ref L21275-60-N6	T-P-107ABCD-10
Mantenimiento Preventivo	Aislar fluido por la linea de By pass Desmontar tapa filtro Realizar limpieza del filtro Montar tapa filtro Cerrar By pass Verificar operación de cargue	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos electricos Manual operación Caja de herramientas Juego de llaves	T-P-107ABCD-11
Mantenimiento Correctivo	Cerrar paso de crudo por la linea a intervenir Desmontar bomba Aplicar soldadura Montar bomba Verificar alineacion del equipo		Operador de turno Soldador Procedimiento específico de la tarea Permiso de trabajo soldadura y ATS Manual operación Equipo de soldadura Soldadura niquel 100	T-P-107ABCD-12

Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 35/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO GENERADOR CE-108A SISTEMA GENERACION ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCION TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS	Cod. Tarea
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar valvulas de admision y escape Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operacion de inyeccion	Mensual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operacion Caja de herramientas Herramienta especializada Juego de valvulas	T-P-108A-1
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar seguidores, asientos o guias Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operacion de inyeccion	Mensual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operacion Caja de herramientas Herramienta especializada Juego de seguidores, asientos o guias	T-P-108A-2
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar camisas, pistones, empaquetaduras Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operacion de inyeccion	Mensual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operacion Caja de herramientas Herramienta especializada Juego de camisas, pistones, empaquetaduras	T-P-108A-3
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar compresor de aire Cambiar anillos, camisas, pistones, empaquetaduras Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operacion de inyeccion	Mensual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operacion Caja de herramientas Herramienta especializada Compresor de aire	T-P-108A-4

Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 36/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO GENERADOR CE-108A SISTEMA GENERACION ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCION TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS	Cod. Tarea
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar enfriador de aceite Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operacion de inyeccion	Mensual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operacion Caja de herramientas Herramienta especializada Enfriador de aceite	T-P-108A-5
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar bomba refrigerante Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operacion de inyeccion	Mensual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operacion Caja de herramientas Herramienta especializada Bomba refrigerante	T-P-108A-6
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar rodamientos polea Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operacion de inyeccion	Mensual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operacion Caja de herramientas Herramienta especializada Rodamientos polea	T-P-108A-7
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar correas ventilador Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operacion de inyeccion	Mensual Trimestral	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operacion Caja de herramientas Herramienta especializada Correas	T-P-108A-8

Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 37/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO GENERADOR CE-108A SISTEMA GENERACION ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCION TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS	Cod. Tarea
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar soporte polea ventilador Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operacion de inyeccion	Mensual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operacion Caja de herramientas Herramienta especializada Soporte polea	TP-108A-9
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar valvula termostatica Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operacion de inyeccion	Mensual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operacion Caja de herramientas Herramienta especializada Valvula termostatica	TP-108A-10
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar sensor de temperatura Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operacion de inyeccion	Mensual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operacion Caja de herramientas Herramienta especializada Sensor de temperatura	TP-108A-11
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar conexiones, mangueras, tuberias Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operacion de inyeccion	Mensual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operacion Caja de herramientas Herramienta especializada Conexiones, mangueras, tuberias	TP-108A-12

Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 38/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO GENERADOR CE-108A SISTEMA GENERACION ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCION TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS	Cod. Tarea
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar bomba combustible Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operacion de inyeccion	Mensual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operacion Caja de herramientas Herramienta especializada Bomba combustible	TP-108A-13
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar inyectores Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operacion de inyeccion	Mensual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operacion Caja de herramientas Herramienta especializada Juego de inyectores	TP-108A-14
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar filtros Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operacion de inyeccion	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operacion Caja de herramientas Herramienta especializada Filtros de combustible	TP-108A-15
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar bomba aceite Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operacion de inyeccion	Mensual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operacion Caja de herramientas Herramienta especializada Bomba aceite	TP-108A-16

Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 39/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO GENERADOR CE-108A SISTEMA GENERACION ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCIÓN TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS	Cod. Tarea
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar conexiones, mangueras y tuberías Realizar pruebas en vacío y con carga Monitorear operación de inyección	Mensual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operación Caja de herramientas Herramienta especializada Conexiones, mangueras, tuberías	T-P-108A-17
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar filtros Realizar pruebas en vacío y con carga Monitorear operación de inyección	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operación Caja de herramientas Herramienta especializada filtros de aceite	T-P-108A-18
Inspeccion Mantenimiento Predictivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Analisis de aceite Realizar pruebas en vacío y con carga Monitorear operación de inyección	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operación Caja de herramientas Herramienta especializada Prueba de analisis de aceite	T-P-108A-19
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar sensor de aceite Realizar pruebas en vacío y con carga Monitorear operación de inyección	Mensual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operación Caja de herramientas Herramienta especializada Sensor de aceite	T-P-108A-20


Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 40/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO GENERADOR CE-108A SISTEMA GENERACION ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCIÓN TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS	Cod. Tarea
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar turbocompresor Realizar pruebas en vacío y con carga Monitorear operación de inyección	Mensual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operación Caja de herramientas Herramienta especializada Turbocompresor	T-P-108A-21
Inspeccion Mantenimiento Correctivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Ajustar carcasa colector Realizar pruebas en vacío y con carga Monitorear operación de inyección	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operación Caja de herramientas	T-P-108A-22
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar filtro de aire Realizar pruebas en vacío y con carga Monitorear operación de inyección	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operación Caja de herramientas Filtro de aire	T-P-108A-23
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar baterías Realizar pruebas en vacío y con carga Monitorear operación de inyección	Mensual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimétrica Planos electricos Manual operación Caja de herramientas Baterías 24V	T-P-108A-24

Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 41/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO GENERADOR CE-108A SISTEMA GENERACION ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCION TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS	Cod. Tarea
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Ajustar conexiones electricas Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operaci3n de inyeccion	Mensual	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimetrica Planos electricos Manual operaci3n Caja de herramientas Cables, cinta, terminales	T-P-108A-25
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar bornes bateria Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operaci3n de inyeccion	Mensual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operaci3n Caja de herramientas Bornes bateria	T-P-108A-26
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar motor de arranque Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operaci3n de inyeccion	Mensual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operaci3n Caja de herramientas Motor de arranque 24V	T-P-108A-27
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar alternador Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operaci3n de inyeccion	Mensual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operaci3n Caja de herramientas Alternador 24V	T-P-108A-28

Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 42/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO GENERADOR CE-108A SISTEMA GENERACION ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCION TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS	Cod. Tarea
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar solenoide Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operaci3n de inyeccion	Mensual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Planos mecanicos Manual operaci3n Caja de herramientas Cambiar solenoide 24V	T-P-108A-29
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos desajustados o aislados Inspeccionar voltaje residual Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operaci3n de inyeccion	Mensual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimetrica Planos electricos Manual operaci3n Caja de herramientas Diodos, varistores rectificadores	T-P-108A-30
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Cambiar rodamientos Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operaci3n de inyeccion	Mensual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimetrica Planos electricos Manual operaci3n Caja de herramientas Rodamientos	T-P-108A-31


Fuente: Los Autores

Programa de mantenimiento desarrollado a partir del RCM. 43/43

 PLAN DE MANTENIMIENTO GENERADOR CE-108A SISTEMA GENERACION ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI - SET DE INYECCION				
TIPO DE DECISION	DESCRIPCION TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS	Cod. Tarea
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Calibrar tarjeta Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operaci3n de inyeccion	Mensual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimetrica Planos electricos Manual operaci3n Caja de herramientas Tarjeta de velocidad	T-P-108A-32
Inspeccion Mantenimiento Preventivo	Verificar equipo Inspeccionar componentes internos afectados Calibrar tarjeta Realizar pruebas en vacio y con carga Monitorear operaci3n de inyeccion	Mensual 2 Años	Operador de turno Tecnico electromecanico Procedimiento de la tarea Permiso de trabajo y ATS Pinza amperimetrica Planos electricos Manual operaci3n Caja de herramientas Tarjeta AVR	T-P-108A-33


Fuente: Los Autores

ANEXO D. Inventario de repuestos críticos a partir del RCM. 1/4

 LISTADO DE REPUESTOS EQUIPOS CRITICOS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI				
Item	Sistema	Equipo	Repuestos	Unidades
1	SET DE INYECCION SISTEMA DE RECIBO	P-101ABC	Valvula de bola 4" - Conexión bridada ANSI 150 RF - Material cuerpo y bola en acero inoxidable 316 - Asiento de teflon - Operacion por palanca	8
2			Motor eléctrico 15HP - Trifasico 1800 rpm 230/460V Frame 132M - Marca WEG Modelo TE-30 - Fabricado en Brasil Peso 73 Kg	4
3			Eje acero al carbon AISI 1045	4
4			Acople tipo estrella NC1 diametro 25 mm	4
5			Sello mecánico de cartucho simple tipo 4610 marca John Crane de 2-1/8" de diámetro interior, con caras en carburo de silicio y elastómeros en Vitón	4
6			Rodamiento bolas lado Ext 6032 - Rodamiento angular Int 6935	4
7			Rodamiento de bolas DI 25 mm Sellado ZZ	4
8			Impulsor en bronce Ref 1704	4
9			Esparragos 5/8"x4" RO	4
10	SET DE INYECCION SISTEMA BOMBAS BOOSTER	P-103AB	Motor electrico 20HP - Trifasico 1800 rpm Referencia 22764 - Marca WEG - NEMA 256JM Clase B	4
11			Tornillo 1/2NC-x 1-1/2 INOXID Ref 02230	4
12			Acople Ref 98009	4
13			Sello mecanico 1-1/2" Tipo 1 INPAC Ref 00031	4
14			Anillo de friccion ref 30647	4
15			Anillo cuadrado caucho HC ref 21297	4
16			Camisa eje inoxidable 3025HCE 254/324JM Ref 30653	4
17			Impulsor FE ref 26821	4


Fuente: Los Autores

Inventario de repuestos críticos a partir del RCM. 2/4

 LISTADO DE REPUESTOS EQUIPOS CRITICOS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI				
Item	Sistema	Equipo	Repuestos	Unidades
18	SET DE INYECCION SISTEMA BOMBAS INYECCION	P-105AB	Bielas (3) ref 998-810000-007	3
19			Cigüeñal (3) ref 008-023061-348	1
20			Rodamientos ref 002-023230-359	4
21			Pony road	4
22			Plungers 2 3/4" Ref AAC-114989-E24	3
23			Retenedores ref 145-318418-999	4
24			1.268 kg cascara de nuez	1
25			Juego de valvulas	6
26			Juego de seguidores, asientos o guias	6
27			Juego de camisas, pistones, empaquetaduras	6
28			Compresor de aire	1
29			Enfriador de aceite	1
30			Bomba refrigerante	1
31			Rodamientos polea	1
32			Correas	4
33			Soporte polea	1
34			Valvula termostatica	1
35			Sensor de temperatura	1


Fuente: Los Autores

Inventario de repuestos críticos a partir del RCM. 3/4

 LISTADO DE REPUESTOS EQUIPOS CRITICOS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI				
Item	Sistema	Equipo	Repuestos	Unidades
36	SET DE INYECCION SISTEMA BOMBAS INYECCION	P-105AB	Conexiones, mangueras, tuberías	1
37			Bomba combustible	1
38			Juego de inyectores	1
39			Filtros de combustible	6
40			Bomba aceite	1
41			Conexiones, mangueras, tuberías	1
42			Filtros de aceite	1
43			Sensor de aceite	1
44			Turbocompresor	1
45			Filtro de aire	6
46			Baterías 24V	2
47			Bornes batería	4
48			Motor de arranque 24V	1
49			Alternador 24V	1
50			Solenoide 24V	1
51	SET DE INYECCION SISTEMA DE DECANACION	P-106AB	Motor electrico 3HP - E-5.0 3.500 184JM 220/440-3 - ref 13979	1
52			Acople Ref 22023	1
53			Sello mecanico 1-1/4 T1 0120SBP4R Ref 00050	1
54			Anillo cuadrado caucho HC ref 21297	1
55			Camisa eje inoxidable BR 1-1/4 motor 213/215J - Ref 23764	1
56			Impulsor FE ref 37712	1
57			Tornillo 3/8 X 1-1/4 NC inoxidable Ref 02215	1

Fuente: Los Autores

Inventario de repuestos críticos a partir del RCM. 4/4

 LISTADO DE REPUESTOS EQUIPOS CRITICOS ESTACION DE PRODUCCION COHEMBI				
Item	Sistema	Equipo	Repuestos	Unidades
58	SET DE INYECCION SISTEMA DE DECANACION	P-106C	Motor electrico 2HP - ref 25291	1
59			Acople Ref 19589	1
60			Sello mecanico 5/8" T06 0610SBP4RS - Ref 00049	1
61			Impulsor FE ref 23440	1
62			Empaque O ref 159	1
63	SISTEMA DE PRODUCCION	P-107ABCD	Botonera colgante de ocho posiciones	1
64			Arrancador suave - Interruptor magnetico - guardamotores - contactores	1
65			Acople flexible espaciador - marca TB WOODS SC9	1
66			Motor de 25 HP, 1800 RPM, 460 V - variador de frecuencia, marca TECO WESTINGHOUSE	1
67			Eje Ref 24002-01-41A Mat 4140	1
68			Sello mecánico de cartucho simple tipo 4610 marca John Crane de 2-1/8" de diámetro interior, con caras en carburo de silicio y elastómeros en Vitón	6
69			Rodamientos axial SKF 7310 BECBM - Rodamiento radial SKF 6311	2
70			Impulsor en acero inoxidable ref L21275-60-N6	1
71	SISTEMA DE GENERACION	CE-108A	Juego de valvulas	1
72			Juego de seguidores, asientos o guías	1
73			Juego de camisas, pistones, empaquetaduras	1
74			Compresor de aire	1
75			Enfriador de aceite	1
76			Bomba refrigerante	1
77			Rodamientos polea	1
78			Correas	6
79			Soporte polea	1

Fuente: Los Autores