

DISEÑO DE ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO PARA EL
SISTEMA ELECTRICO DEL CONGLOMERADO DE UNIDADES DE
BOMBEO – CLUSTER EN SOLUCION SHELTER PARA EL CAMPO
QUIFA DE PACIFIC RUBIALES ENERGY

JORGE AUGUSTO CAMACHO BONILLA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FALCULTAD DE INGENIERIAS FÍSICO – MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2014

DISEÑO DE ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO PARA EL
SISTEMA ELECTRICO DEL CONGLOMERADO DE UNIDADES DE
BOMBEO – CLUSTER EN SOLUCION SHELTER PARA EL CAMPO
QUIFA DE PACIFIC RUBIALES ENERGY

JORGE AUGUSTO CAMACHO BONILLA

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

Director: JORGE ERIC MARTINEZ
Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FALCULTAD DE INGENIERIAS FÍSICO – MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2014

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi Esposa e hijos

A tu paciencia y comprensión, por el período que dedique a mis estudios sacrificando nuestro tiempo en familia. Por tu bondad y sacrificio me inspiraste a ser mejor para tí, ahora puedo decir que esta monografía lleva mucho de tí, gracias por estar siempre a mi lado, María Eugenia,

A La Empresa

Por darme la oportunidad de especializarme profesionalmente, y algunos compañeros y amigos, por colaborar con cambios en los llamados de turno que se cruzaban con las clases.

A mi Asesor

Eric Martínez, por los consejos y aportes realizados, apoyado en su gran experiencia, me enfocó la mejor forma de desarrollarlo y obtener los resultados esperados al trabajo.

CONTENIDO

INTRODUCCION	12
1. MARCO CONTEXTUAL	13
2. MARCO TEORICO	17
2.1 GESTION DE ACTIVOS	17
2.2 ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO	17
2.2.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO	17
2.2.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO	18
2.2.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO	18
2.2.4 RCM	18
2.2.5 TPM	19
3. LEVANTAMIENTO INFORMACION DE EQUIPOS Y SISTEMAS EN CAMPO	20
3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS	20
3.1.1 AGENTE LIMPIO	20
3.1.2 AIRE ACONDICIONADO	23
3.1.3 INTERRUPTORES	23
3.1.4 LOGICA DE SINCRONISMO	25
3.1.5 PM810	26
3.1.6 SURGELOGIC	27
3.1.7 TRANSFORMADOR Y SERVICIOS AUXILIARES	28
3.1.8 UPS	29
3.2 CLASIFICACIÓN POR TIPO DE EQUIPOS	29
3.3 RECOPIACIÓN DE ESTADÍSTICAS: HISTÓRICOS DE MANTENIMIENTO Y FALLAS PRESENTADAS.	32
3.4 DIFERIDAS CAUSADAS POR FALLAS DEL SISTEMA SHELTER	34
3.5 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO RECOMENDADAS POR LOS FABRICANTES.	36
3.5.1 AGENTE LIMPIO	36
3.5.2 AIRE ACONDICIONADO	41
3.5.3 TABLEROS E INTERRUPTORES	43
3.5.4 LOGICA DE SINCRONISMO	44
3.5.5 PM810	44

3.5.6	SURGELOGIC	45
3.5.7	TRANSFORMADOR Y SERVICIOS AUXILIARES	46
3.5.8	UPS	46
3.6	RESUMEN ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO RECOMENDADAS POR LOS FABRICANTES.	48
4.	CALCULO DE LA CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS	50
5.	PROPUESTA	54
5.1	DISEÑAR EL MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO PARA EL SISTEMA ELÉCTRICO DEL CONGLOMERADO DE UNIDADES DE BOMBEO.	54
6.	FORMALIZAR PLANES DE MANTENIMIENTO DEL SHELTER ELÉCTRICO.	56
6.1	DESCRIPCIÓN DE LA HOJA DE RUTA DEL SHELTER (TIEMPOS ESTIMADOS, FRECUENCIAS DE EJECUCIÓN Y RECURSOS REQUERIDOS.	56
6.2	ESTABLECER EL BALANCE SCORECARD CON LA CUAL SE HARÁ EL SEGUIMIENTO A LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO.	57
7.	EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO.	58
8.	CONCLUSIONES	60
	BIBLIOGRAFIA	61
	ANEXOS	62

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro de cargas Eléctrico del Shelter	24
Tabla 2. Clasificación Equipos padre – Equipos hijo	31
Tabla 3. Clasificación de las fallas	33
Tabla 4. Resumen estadísticas históricas de fallas por ubicación técnica	33
Tabla 5. Dif. Causadas por Equipos del Shelter de sincronismo del 2012	35
Tabla 6. Dif. Causadas por Equipos del Shelter de sincronismo del 2013	36
Tabla 7. Resumen Mantenimientos Aire Acondicionado	42
Tabla 8. Parámetros presiones y temperaturas de func..Refrig. 22	43
Tabla 9. Resumen plan de mantenimiento propuesto por los fabricantes	48
Tabla 10. Suma criterios 1000 puntos	50
Tabla 11. Análisis de Criticidad Equipos Shelter Eléctrico	51
Tabla 12. Costos de la estrategia mantenimiento Gavetas eléctricas	57
Tabla 13. Costos de la estrategia mantenimiento agente limpio	57
Tabla 14. Costos de la estrategia mantenimiento Aire Acondicionado	57
Tabla 15. Costos de la estrategia mantenimiento UPS	58

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	13
FIGURA 2. BATERÍA 4, CENTRO DE PROCESAMIENTO DE PETRÓLEO.....	14
FIGURA 3. FOTOGRAFÍA AÉREA DE PLATAFORMA DE PERFORACIÓN.....	15
FIGURA 4. EQUIPOS QUE CONFORMAN UN SHELTER DE EXTRACCIÓN	15
FIGURA 5. BATERÍA DE PROCESAMIENTO DE PETRÓLEO.....	16
FIGURA 6. DETALLE CCM DE SINCRONISMO ELÉCTRICO	21
FIGURA 7. SISTEMA DE AGENTE LIMPIO (SCI).....	22
FIGURA 8. AIRES ACONDICIONADOS	23
FIGURA 9. INTERRUPTORES MASTER PACK.....	24
FIGURA 10. PLC (PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER).....	25
FIGURA 11. PM810 POWER LOGIC.....	26
FIGURA 12. SURGELOGIC	27
FIGURA 13. TRANSFORMADOR DE SERVICIOS.....	28
FIGURA 14. UPS.....	29
FIGURA 15. UBICACIONES TÉCNICAS CAMPO QUIFA	29
FIGURA 16. GRAFICA FALLAS POR EQUIPO	32
FIGURA 17. DIFERIDAS GENERADAS EN EL AÑO 2012	34
FIGURA 18. DIFERIDAS GENERADAS EN EL AÑO 2013	35
FIGURA 19. PROCESO EN LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO	54
FIGURA 20. CICLO DE MEJORAMIENTO EN MANTENIMIENTO	55
FIGURA 21. BALANCE SCORECARD	57

RESUMEN

TITULO: DISEÑO DE ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO PARA EL SISTEMA ELECTRICO DEL CONGLOMERADO DE UNIDADES DE BOMBEO – CLUSTER EN SOLUCION SHELTER PARA EL CAMPO QUIFA DE PACIFIC RUBIALES ENERGY.

AUTOR: JORGE AUGUSTO CAMACHO BONILLA

PALABRAS CLAVES: ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO, CENTRO CONTROL DE MOTORES, EQUIPOS ELECTRICOS, SHELTER ELECTRICO, FACILIDAD PRODUCCION DE PETROLEO, HOJA DE RUTA, CRITICIDAD EQUIPOS.

DESCRIPCION O CONTENIDO:

Esta monografía se enfoca en la implementación de estrategias para el mantenimiento de los Shelter eléctricos ubicados en los Cluster de producción de los conglomerados de las unidades de bombeo de petróleo del campo Quifa; surge como necesidad de estructurar integralmente la ejecución de tácticas de mantenimiento, establecidas para los equipos que lo componen, en donde se involucran técnicas predictivas, cuyo fin es detectar fallas potenciales y preventivas según las recomendaciones de los fabricantes, con el fin de reducir al máximo las diferidas.

Se inicia con el levantamiento de indagación de catálogos de los equipos entregados por los fabricantes; posteriormente se hace análisis de las fallas presentadas en los diferentes equipos que lo componen, las cuales al no estar creadas en el sistema de software el CMMS (SAP), pierde aporte de información importante y de trazabilidad; como punto de mejora, se hace el registro de fallas, simultáneamente durante el tiempo de operación se usa la técnica de termografía, para la corrección de puntos calientes, evitando paradas o fallas catastróficas.

Finalmente, con la investigación recopilada en el marco teórico y levantamiento de información se llega a una propuesta que nos genera una promesa de valor, donde encontramos las hojas de ruta, asignación de recursos (Horas Hombre, repuestos, Herramientas), cronograma de mantenimiento, Balance Scorecard y la evaluación económica de la propuesta.

* Monografía

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Director: Jorge Eric Martínez

SUMMARY

TITLE: DESIGN OF A MAINTENANCE STRATEGY FOR THE ELECTRICAL SYSTEM PUMPING UNITS CLUSTER - CLUSTER IN SOLUTION QUIFA SHELTER FOR THE FIELD OF PACIFIC ENERGY RUBIALES.

AUTHOR: JORGE AUGUSTO CAMACHO BONILLA

KEYWORDS: STRATEGY OF MAINTENANCE, ENGINE CONTROL CENTER, ELECTRICAL EQUIPMENT SHELTER ELECTRICAL, PRODUCTION FACILITY OIL, ROADMAP, CRITICALITY EQUIPMENT.

SUBJECT OR DESCRIPTION:

This paper focuses on the implementation of a strategy for the maintenance of electrical Shelter Cluster located in the production of clusters of pumping units in Quifa oil field, the need arises to fully structure the execution of strategies maintenance for equipment set it up, which involves predictive techniques in order to detect potential faults and preventive as recommended by the manufacturer, this in order to minimize deferred.

Beginning with the collection of information catalogs of equipment delivered by the manufacturers, continuing failure analysis presented in the different teams that make up the system , finding the point of registration of such improvement , as evidenced by not being created the equipment in the CMMS (SAP) failures are not registered lost traceability of these that can provide important information, as well as during the time of operation is using the technique of major giving us thermography information regarding correcting hot spots found and corrected avoiding shutdowns or catastrophic failure.

Finally, with the information gathered in the theoretical framework and survey information will reach a given that yields a promise of value, we find roadmaps, allocation of resources (man hours, parts, tools), maintenance schedule, Balance Score Card and economic evaluation of the proposal.

* Monograph

** Faculty of engineering physical. School of mechanical engineering. Specialization in management of maintenance. Director: Jorge Eric Martinez

INTRODUCCION

Pacific Rubiales es una Corporación Internacional, que ha venido fortaleciendo sus unidades de negocios, con objetivos operacionales, estratégicos y financieros, en el bloque de petróleos, donde su finalidad está enfocada en la exploración, explotación y comercialización del producto; su visión está en ser la empresa más grande en la producción del hidrocarburo, con un barril más limpio y menos incidentes; esto lo ha logrado creciendo rápida y exitosamente, al aumentar su producción, áreas y empleados.

Ha expandido su alcance geográfico a países diferentes de Colombia y Canadá; el crecimiento se ha notado con el aumento de producción, que ha pasado de cerca de 17.000 Barriles de Aceite día (BOPD), en junio de 2007 a 310.000 Barriles en 2014. Cuenta con cuatro Unidades de Negocios: Meta Petroleum Corp., Pacific Stratus Energy, Pacific Perú y Pacific Fuels. Trabaja en la implementación de estrategias, que lo lleve a garantizar una buena gestión de activos, confiabilidad y disponibilidad de equipos, ha avanzado en diferentes áreas, orientados en la matriz de la excelencia de mantenimiento, actualmente con 52.4 puntos y este año su meta es alcanzar los 65 puntos.

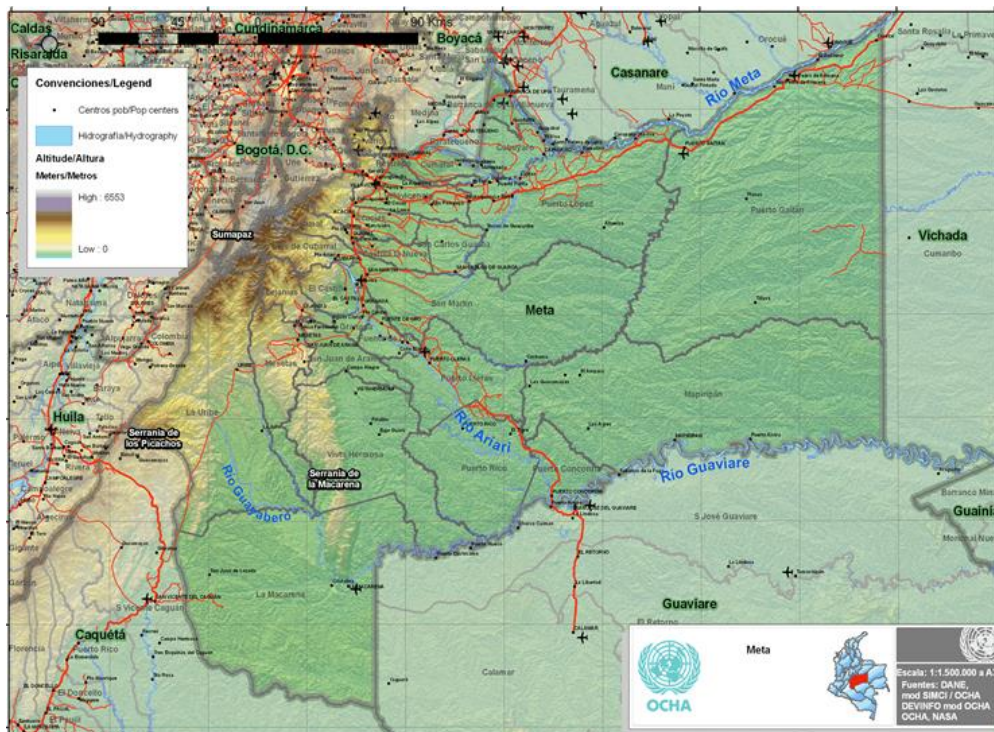
El caso de Quifa, campamento que pertenece a la unidad de negocio de Meta Petroleum Corp., ubicado en municipio de Puerto Gaitán, departamento del Meta, (Colombia), cuenta con una producción de 60.000 BOPD siendo el tercer campo a nivel nacional en producción de hidrocarburos.

El propósito de este documento, es desarrollar estrategias de mantenimiento para los Shelter de sincronismo de los pozos productores de petróleo, ubicados en el campo Quifa; ya que en este momento no existe un plan de mantenimiento definido, estas actividades son realizadas de manera correctiva y aunque se ejecutan algunas preventivas como limpieza, inspección visual rutinaria, no cuentan con un programa preestablecido. Es justamente esa necesidad de especificar, definir criterios, tipo y plan de mantenimiento para cada aparato, que se crea esta monografía, con lo que se logra, optimizar presupuesto y recursos sin sacrificar confiabilidad y disponibilidad de equipos, obteniendo mantenimiento preventivo, correctivo o predictivo, con rutinas claras de inspección y tomas de mediciones de calidad de energía, termografía, ultrasonido u otra técnica que sea efectiva para evitar o mejor aún anticiparse a las fallas.

1. MARCO CONTEXTUAL

En la Cuenca de los Llanos Orientales, se encuentra el Campo Quifa, el cual ECOPETROL -Empresa Colombiana de Petróleos –concedió a Pacific Rubiales Energy Co. – PREC para su explotación y administración, debido al éxito de su equipo de exploración y explotación en la región andina; se crea la necesidad de desplegar estrategias para rastrear la zona, y así incrementar las reservas; aumentando la producción de hidrocarburo en Colombia. En el año 2010, la compañía adquirió 1609 kilómetros de sísmica 2D y 431 kilómetros de sísmica 3D; junto con 13.133 kilómetros de alta resolución. Concentró sus esfuerzos en la exploración de los bloques Quifa, CFE-6, Guama, Topoyaco, Creciente, y Bugarviles. Gracias a los datos obtenidos, se pudo detectar la presencia de crudo pesado en el Campo Quifa.

Figura 1. Ubicación geográfica



Fuente http://www.colombiassh.org/site/IMG/png/Meta_A3.png

El área de explotación y desarrollo Quifa, es un campo relativamente nuevo en sus instalaciones; con una producción de 60.000 BOPD, está localizado en la jurisdicción del municipio de Puerto Gaitán, departamento del Meta. Aquí se realiza la actividad de exploración, explotación y producción de petróleo; una vez se cumple la producción, a continuación pasa a Batería 4, zona donde se encauza el fluido que sale de los pozos para extraer el crudo, inmediatamente es enviada a

Ecopetrol al centro de almacenamiento y bombeo “Oleoducto De Los Llanos” en sus siglas ODL.

Figura 2. Batería 4, Centro de procesamiento de petróleo.



Fuente el autor

El proceso comienza con la exploración; se realiza una búsqueda a través de la sísmica, en el que se mapea el subsuelo, con el objeto de evaluar la viabilidad de presencia de yacimientos petrolíferos, para dar inicio a la perforación en los lugares donde se tenga una mayor probabilidad de extraer petróleo; una vez se tenga definida la ubicación, será construida la plataforma, luego de esto puede empezar, todo el trabajo de perforación, allí mismo se hace un pozo vertical y hasta 7 pozos más horizontales, con el objetivo de abarcar la mayor área posible del yacimiento.

Estas plataformas se les llama Clúster, son los lugares en donde se hacen las perforaciones, dependiendo de lo que han arrojado las pruebas realizadas, se determina si se hace uno o más pozos en una misma plataforma, en el fondo de cada pozo se instala una bomba ESP (Electric Submerge Pump), la energía es suministrada por generación local con un máximo de cuatro generadores de 500kw, los cuales alimentan con acometidas al Shelter (contenedor tipo petrolero que contiene el sistema eléctrico), el sincronismo, se realiza con tarjetas Gencon, los generadores son suministrados por un contratista que realiza el mantenimiento y operación.

Figura 3. Fotografía aérea de plataforma de perforación.



Fuente: el autor

En el Shelter de sincronismo, encontramos los interruptores que efectúan el cierre una vez el generador este sincronizado con el sistema, por medio del Gencon se realiza el sincronismo y reparto de carga; se tiene proyectado y cuenta con la facilidad de operar con la red eléctrica, que está en construcción, el CCM, barraje de distribución; un interruptor principal alimenta otro Shelter por medio de una acometida, donde están ubicados los variadores de velocidad para las bombas de fondo, tiene un transformador de servicios que alimenta unas gavetas para valores como aire acondicionado, alumbrado y tomas; el control tiene como respaldo una UPS para el caso de ausencia de energía.

Figura 4. Equipos que conforman un Shelter de extracción.



Fuente: El autor

Una vez los pozos fluyen, se hace el conexionado mecánico a un manifold común para todos los pozos, para ser enviado el fluido por medio de una línea principal llamada troncal, a la facilidad de tratamiento con el fin de ser separado el aceite, del agua, en un tanque llamado FWKO (Free Water Knock Out), de donde se envía el agua, al tanque Skim tank o skimming tank (tanques separadores) con el fin de retirarle por gravedad el aceite, después pasa a un sistema de filtrado para mejorar las condiciones del agua y ser enviada por medio de tubería a unos pozos, donde se puede inyectar el agua, son llamados PAD de inyección.

Figura 5. Batería de procesamiento de petróleo.



Fuente: el autor

En el caso del aceite, se pasa a un tanque de cabeza, por medio de este se le garantiza flujo a una bombas que lo envían a Intercambiadores, crudo – crudo, intercambiadores crudo – vapor; por medio de vapor les suministra temperatura para ayudar a la deshidratación y así, poder mejorar la calidad del aceite, para que finalmente pueda ser enviado al Oleoducto De Los Llanos y pueda ser vendido.

El Departamento de Mantenimiento está constituido por un Superintendente, tres supervisores, uno para cada disciplina (Eléctrica, Mecánica, Automatización y control), tres técnicos para cada área, el área eléctrica debe atender las facilidades de la Batería 4, los 22 Shelter de periferias que existen actualmente, asimismo se tiene proyectado el montaje de otros Shelter; Cabe anotar que la producción en un Clúster es en promedio 35.000 BFPD (Barriles de fluido por día), de los cuales son 3.200 BOPD. (Barriles de aceite por día)

2. MARCO TEORICO

2.1 GESTION DE ACTIVOS

Recientemente, se le ha dado la importancia necesaria a la gestión de activos, dedicando grandes esfuerzos a su desarrollo y generando cambios en la cultura organizacional de las empresas, superando la visión tradicional, que consideraba el área de mantenimiento, como un gasto, que limitaba la operación; ahora con la nueva visión, se ve como una unidad de apoyo que añade valor al negocio, prologando y garantizando las condiciones operacionales de los equipos.

Esto lleva al área de mantenimiento a enfocarse en el mejoramiento continuo, incorporando nuevas estrategias, llevándolo a revisar y analizar resultados, valorando la efectividad e identificando puntos de mejora que le permitan obtener mejores resultados.

Es fundamental en la gestión de activos involucrar a otras áreas como son producción y proyectos (ingeniería) para transformar el conocimiento en uso práctico, identificando nuevas tecnologías, metodologías y normativas.

2.2 ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO

Como estrategia es importante implementar técnicas que nos permitan extender la vida de los equipos, la confiabilidad y bajar costos, entre las que se encuentran las siguientes:

2.2.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO. Esta técnica consiste en dejar que un equipo funcione hasta el punto que no puede desempeñar normalmente su función, una vez falle se somete a la reparación, hasta dejarlo en las condiciones operativas para las cuales fue instalado, para que nuevamente pueda operar hasta que falle¹, se usa para equipos no críticos del sistema con el fin de no ocasionar problemas en la línea de producción.

¹ MANTENIMIENTO PREVENTIVO, Carlos Ramón González Bohórquez, pág. 18

2.2.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO. Esta técnica es basada en el mantenimiento que se le realiza a los equipos de una planta planificada y programada anticipadamente, con base en inspecciones periódicas y debidamente establecidas según la naturaleza de cada máquina, encaminada a descubrir posibles defectos que puedan ocasionar paradas intempestivas de los equipos, o daños mayores que afecten la vida útil de los equipos². Durante el mantenimiento se realizan un grupo de acciones, operaciones, donde se incluyen limpieza, lubricación, inspección, conservación, reparaciones y mejoras, las cuales llevan a preservar la vida útil del activo.

2.2.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO. Consiste en determinar el punto futuro de falla de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente puede reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle. Así, el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza³. El concepto fundamenta que las máquinas darán un tipo de aviso antes que fallen y este mantenimiento trata de percibir los síntomas para después tomar acciones, por medio de ensayos no destructivos, como pueden ser análisis de aceite, análisis de desgaste de partículas, medida de vibraciones, medición de temperaturas, termografías, etc.

2.2.4 RCM. El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad RCM, es una metodología para determinar los requerimientos de mantenimiento de los activos físicos en su contexto operacional, que permiten definir de forma sistemática, las estrategias de mantenimiento para equipos, sistemas y activos, que lleva a las organizaciones a mejorar la confiabilidad de sus instalaciones con mejores resultados en aspectos de seguridad, medioambientales y de productividad⁴.

El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad RCM, como herramienta estructurada de análisis a partir de la información específica de los equipos y la experiencia de los usuarios, trata de determinar qué tareas de mantenimiento son las más efectivas y así mejorar la confiabilidad de los sistemas relacionados con la seguridad y disponibilidad, previniendo sus fallas y minimizando los costos de mantenimiento.

² MANTENIMIENTO PREVENTIVO, Carlos Ramón González Bohórquez, pág. 11-12

³ MANTENIMIENTO PREVENTIVO, Carlos Ramón González Bohórquez, pág. 21

⁴ MANTENIMIENTO PREVENTIVO, Carlos Ramón González Bohórquez, pág. 33

2.2.5 TPM. Es un sistema diseñado para mantener los equipos en el punto de máxima efectividad operativa, mientras que el mantenimiento preventivo se preocupa por que el equipo siga en producción, adicional la idea es que lo haga de la mejor manera posible. Se enfoca en cinco ideas fundamentales, de cuya correcta interpretación y aplicación dependen el éxito de los programas de mantenimiento productivo total⁵.

⁵ MANTENIMIENTO PREVENTIVO, Carlos Ramón González Bohórquez, pág. 26

3. LEVANTAMIENTO INFORMACION DE EQUIPOS Y SISTEMAS EN CAMPO

Según el procedimiento implementado en la empresa se debe realizar una recopilación de información a la que se le llama dossier de documentación, de los equipos instalados en campo, la cual es almacenada en el centro de documentación, en los que se observan tres secciones, que responden al nombre de :

M1, DATOS DE DISEÑO, Suministro, Transporte y Puesta en Servicio de Centros de Control de Motores CCM'S para Clúster de Producción en Campo Quifa.

M2, DATOS DE CERTIFICACION, Suministro, Transporte y Puesta en Servicio de Centros de Control de Motores CCM'S para Clúster de Producción en Campo Quifa.

N1, DATOS DE INSTALACION, OPERACION Y MANTENIMIENTO, Suministro, Transporte y Puesta en Servicio de Centros de Control de Motores CCM'S para Clúster de Producción en Campo Quifa.

Dentro de las especificaciones técnicas solicitadas al fabricante, se le solicito que albergara CCM, RTU del Scada Eléctrico, UPS, Equipos de comunicaciones, entre los que incluye el CCM esta las Celdas de alimentación principal, de generación, de carga, servicios auxiliares y red regulada para los diseños eléctricos de las facilidades, debe incluir los servicios auxiliares como alumbrado, tomas, aire acondicionado.

Entre los sistemas que están incluidos dentro del Shelter tenemos los siguientes:

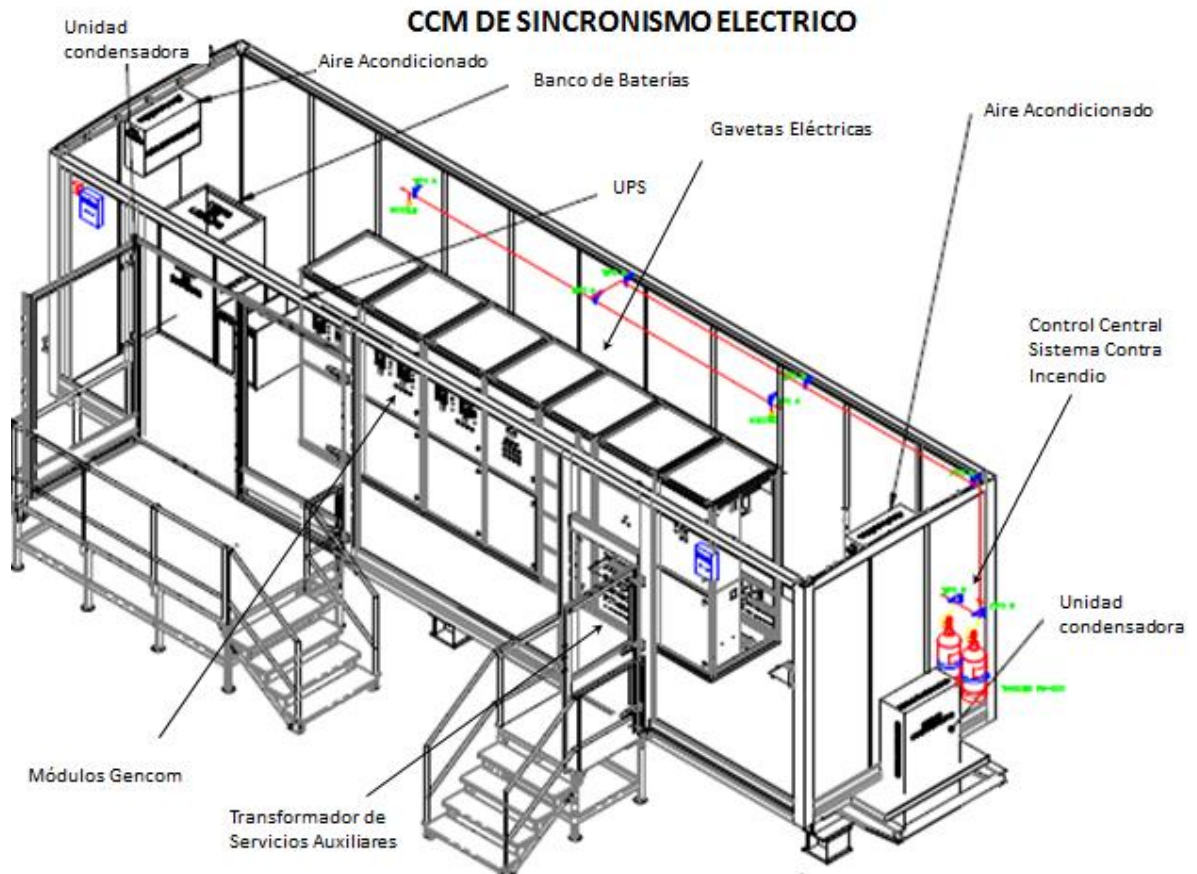
3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS

3.1.1 AGENTE LIMPIO. Características Fundamentales Del Agente Extintor:

El sistema contra incendios con agente limpio - FM-200 se basa, en un programa hidráulico de flujo desarrollado por Hughes Associates Inc. El

programa predice el flujo de dos fases del agente y el nitrógeno, a través de una red de tuberías. La información detallada del recinto se incorpora y se calcula con dicho software los elementos necesarios, como son el tamaño de los tanques, el tamaño de las boquillas, el tamaño de los orificios de las boquillas, la presión media de la boquilla, y el tiempo de descarga. Como los cálculos de diseño de sistemas son fundamentales para el éxito del sistema de extinción, sólo Pyro-Chem y personal capacitado por el fabricante están autorizados a realizar los cálculos del sistema.

Figura 6. Detalle CCM de Sincronismo Eléctrico.



Fuente: El autor

El presente diseño con agente limpio FM-200 de extinción de incendios es un sistema diseñado de conformidad con la Norma 2001 de la NFPA (Sistemas de extinción de incendios con agente limpio) y es apto para suprimir incendios Clase A, B, C. La eficacia del agente limpio FM 200 en combatir el fuego, se basa en la

absorción de calor en un 80% y por medios químicos un 20% (reacción del radical de flúor con la llama).

Está compuesto por los siguientes elementos:

- Sistema de Detección (Detectores y Accesorios).
- Sistema de Alarma (Señales Audiovisuales).
- Sistema de extinción (cilindro con agente extintor, válvulas, tubería y boquillas de descarga).
- Tablero de control.

Figura 7. Sistema de Agente Limpio (SCI).



Fuente: El autor

3.1.2 AIRE ACONDICIONADO. El sistema de aire acondicionado o climatización de espacio de la caseta modular, deberá estar equipado con dos unidades de aire acondicionado de 440VAC – 480 VAC, cada una dimensionada para operar y asumir la carga térmica de toda la caseta, cuando una unidad falle la unidad de respaldo dispondrá de la capacidad de enfriamiento necesaria para controlar la temperatura y asumir la carga térmica del espacio; las unidades de aire acondicionado no es visible desde el exterior, lo cual dificultará actos vandálicos sobre las mismas.

Están compuestos los siguientes elementos:

- Equipo de aire acondicionado
- Mini Split - HI WALL 24000 BTU / H
- Condensadora vertical R-22 + Consola pared YHCA24FSAADK

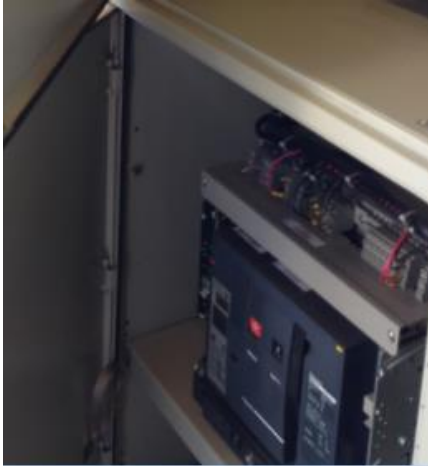
Figura 8. Aires Acondicionados



Fuente: El autor

3.1.3 INTERRUPTORES. Las unidades gavetas que conforman el CCM, de tipo fijo, se tendrá en cuenta que los interruptores magnéticos serán del tipo extraíble sobre chasis; Estas gavetas deberán contener todos los elementos tales como interruptores y demás elementos auxiliares requeridos para que cada unidad pueda operar correcta y seguramente para así cumplir su función. Compact NSX100 a 630 A Interruptores automáticos de caja moldeada Interruptores-seccionadores Medida y comunicación y Compact NSX100/160/250F (36 kA 380/415 V).

Figura 9. Interruptores Master Pack



Fuente: El autor

El CCM tendrá las siguientes interconexiones eléctricas e interruptores, (Tabla 1), para lo cual el proveedor deberá dejar las perforaciones en los barrajes que faciliten su conexionado:

Tabla 1. Cuadro de cargas Eléctrico del Shelter

Cubículo	Servicio	Capacidad Cubículo	Capacidad Interruptor (A)	Conductor Mínimo
C1-1	Tablero Regulado 208/120 V	4 KVA	3 X 30A	1 (3X8 AWG + 1X8 AWG)
C1-2	Protección UPS	4 KVA	3 X 10A	1 (3X8 AWG + 1X8 AWG)
C1-2	UPS 4 KVA	4 KVA		1 (3X8 AWG + 1X8 AWG)
C2-1	Tablero Normal 220/120 V	25 KVA	3 X 100A	1 (3X4 AWG + 1X4 AWG)
C2-2	Reserva	40 KVA	3 X 40A	
C2-3	Protección TR2 - 25 KVA	25 KVA	3 X 40A	1 (3X8 AWG + 1X8 AWG)
C2-4	Transformador TR2 - 25 KVA	25 KVA		
C3-1	Medición y Control Alimentador SICCP			
C3-2	Int. Protección Carga SICCP	1530 KVA	3 X 2295A	3 (6X500 MCM) + 1 (6X500 MCM)
C4-1	Medición y Control de la Llegada del Transformador de 1600 KVA			
C4-2	Interruptor de Transformador de 1600 KVA Lado de Baja Tensión	1600 KVA	3 X 2410A	3 (6X500 MCM) + 1 (6X500 MCM)
C5-1	Medición y Control de los Generadores No 1 y 2 de 500 KW			
C5-2	Acometida Generador No 1 Acometida Generador No 2	500 KW 500 KW	3 X 630A 3 X 630A	3 (2X250 MCM) + 1 (1X250 MCM) 3 (2X250 MCM) + 1 (1X250 MCM)
C6-1	Medición y Control de los Generadores No 3 y 4 de 500 KW			
C6-2	Acometida Generador No 3 Acometida Generador No 4	500 KW 500 KW	3 X 630A 3 X 630A	3 (2X250 MCM) + 1 (1X250 MCM) 3 (2X250 MCM) + 1 (1X250 MCM)

C7-1	Medición y Control de los Generadores No 5 y 6 de 500 KW			
C7-2	Acometida Generador No 5 Acometida Generador No 6	500 KW 500 KW	3 X 630A 3 X 630A	3 (2X250 MCM) + 1 (1X250 MCM) 3 (2X250 MCM) + 1 (1X250 MCM)

Fuente: El autor

3.1.4 LOGICA DE SINCRONISMO. El automático, realizara transferencia automática cuando: el selector manual/automático del PLC, interruptores principales, y de los seis generadores se encuentren en la posición automático y contenga las secuencia lógicas, para realizar la tarea de transferencia, cuando la energía de la alimentación principal falle, dándose orden de desconexión de los interruptores Principales de red y la posterior conexión del grupo electrógeno, compuesto de seis generadores cuyo funcionamiento será controlado a través del microprocesador GENCON II PRO, con autonomía para realizar las supervisiones de sincronismo, presencia de tensión, y demás protecciones del generador.

En esta opción de operación, el PLC tiene como prioridad la Red. Ante la falla de la Red todos los Generadores que estén en la posición Automático arrancan y toman la carga. El primer Gencon que cierre su interruptor es el Maestro y los demás Gencon lo siguen, volviéndose Esclavos. No hay control de Generadores por demanda de carga, es decir que sin importar la carga, las máquinas se van a quedar conectadas al bus.

Figura 10. PLC (Programmable Logic Controller)



Fuente: El autor

Al retornar la Red, el Generador Maestro y sus Esclavos se igualan en condiciones de voltaje y frecuencia con la Red, al igualarse las condiciones el interruptor de Red se cierra y empieza la rampa de descarga, al terminar esta rampa, los interruptores de los Generadores se abren y los Generadores trabajan en vacío por un tiempo programado. Al finalizar esta temporización se apagan y quedan listos para un nuevo corte.

3.1.5 PM810. La central de medida es un dispositivo multifuncional, de instrumentación digital, de adquisición de datos y de control; puede sustituir distintos medidores, relés, transductores y otros componentes. La central de medida se puede instalar en varios lugares de un edificio.

Figura 11. PM810 Power Logic



Fuente: El autor

Esta central de medida está equipada con comunicación RS485 para su integración en cualquier sistema de control y supervisión de potencia. Sin embargo, el System Manager™ Software (SMS) de Power Logic, desarrollado expresamente para controlar y supervisar la potencia, es el sistema más indicado para las funciones avanzadas de la central de medida.

Esta central de medida es un medidor de rms real capaz de medir con una precisión excepcional altas cargas no lineales. Su sofisticada técnica de muestreo

permite realizar mediciones rms reales y precisas hasta el armónico de orden 63. Es posible ver más de 50 valores de medición, además de datos máximos y mínimos, directamente en la pantalla o de forma remota con el software.

3.1.6 SURGELOGIC. Los efectos causados por una descarga atmosférica y los transitorios internos son bien conocidos, la falla de un equipo electrónico en una zona de alto nivel isocerámico puede ser fácilmente atribuido a la descarga atmosférica.

Transitorios de menor magnitud, pero más frecuentes, son producidos dentro de la instalación por equipos en continuo arranque y paro; estos fenómenos pueden afectar procesos automatizados o hacer que las cargas finales muestren fallas de funcionamiento, programación o pérdida de memoria.

Figura 12. Surgelogic



Fuente: El Autor

Los transitorios pueden entrar por varias partes, La mayor protección debe ser suministrada en la acometida, un segundo nivel de protección debe ubicarse en tableros y puntos clave como áreas de contabilidad, laboratorios, cuartos de cómputo. Protección adicional debe ser suministrada a equipos altamente sensibles y esenciales para la institución.

El Surgelogic tipo EMA es un supresor de transitorios construido con módulos individuales por fase. Su conexión es en paralelo, cuenta con un circuito de

supresión multi-etapas formado por MOV' es bidireccionales de 34mm de diámetro [1,18 pulga], de acción rápida y comprobación de campo.

El sistema permite los modos de supresión: Línea a Línea (L-L), Línea a Neutro (L-N), Línea a Tierra (L-T) y Neutro a Tierra (N-T). Cada modo de supresión tiene un fusible individual de 200 kA y usa circuitos con cortes térmicos que permiten aislar el supresor y asegurar su desconexión, en caso de daño del varistor durante sobretensiones severas, aun cuando se localice en sistemas de alta corriente de falla.

Los elementos de supresión son encapsulados en un material aprobado por UL, para brindar un aspecto adicional de protección. Un filtro de seguimiento de forma de onda se adiciona para dar un alto nivel de atenuación del ruido de EMI/RFI. Se incluye un sistema de monitoreo estándar para indicar el estado del equipo por medio de LED's por fase, alarma audible con silenciador y contactos secos.

3.1.7 TRANSFORMADOR Y SERVICIOS AUXILIARES. El Shelter cuenta con un transformador de 440/220:120 Voltios con el fin de suministrar energía para los servicios auxiliares, que son los equipos que operan con este nivel de tensión como son alumbrado interno y perimetral, tomas, UPS, Aires acondicionado, control, entre otros servicios.

Figura 13. Transformador de Servicios



Fuente: El autor

3.1.8 UPS. Las UPS Unidades de suministro de energía ininterrumpida que cuenta el Shelter con el fin de garantizar el suministro de energía a equipos electrónicos, evitando daños o fallas ocasionados por alteraciones que se pueden presentar en el fluido eléctrico por picos de corrientes, caídas de tensión, entre otras. Este consta de un módulo central de regulación y el banco de baterías.

Figura 14. UPS





Fuente: el Autor

3.2 CLASIFICACIÓN POR TIPO DE EQUIPOS

Como primera medida debemos iniciar clasificando los equipos con el fin de poder organizar la información y poder hacer una buena gestión de activos apoyados en el estándar de la PAS 55 es la Especificación British Standard Disponible al Público.

La gestión optimizada de activos físicos, provee las definiciones claras y la especificación de 28 requerimientos para establecer y auditar un sistema de gestión integrado y optimizado a lo largo del ciclo de vida para todo tipo de activo físico.

Figura 15. Ubicaciones técnicas campo Quifa

Visualizar ubicación técnica: Lista de estructura			
 Detalles completos 			
Ubic.téc.	META	Válido de	02.12.2013
Denominación	Metapetroleum		
▼ META	Metapetroleum		
▶ META- PF2	Campo Guaduas PF2		
▼ META-QUIFA	Campo Quifa		
▶ META-QUIFA-BAT 4	Centro Facilidades Produccion Bateria 4		
▶ META-QUIFA-LININ	Lineas de Inyeccion		
▶ META-QUIFA-LINPR	Lineas de Produccion		
• META-QUIFA-PAD 1	PAD de Inyeccion 1		
▶ META-QUIFA-PAD 3	PAD de Inyeccion 3		
▶ META-QUIFA-PSTAR	Proyecto STAR		
▶ META-QUIFA-QF NN	Quifa Norte-Norte		
▼ META-QUIFA-QF SW	Quifa Suroeste		
• META-QUIFA-QF SW-DES	Descargadero SW		
▼ META-QUIFA-QF SW-POZ	Cluster Quifa Suroeste		
▼ META-QUIFA-QF SW-POZ-CQF005	Cluster Quifa 005		
▶ 8000002176	Automatización Quifa 005		
• 8000002177	Manifold Quifa 005		
• 8000002223	Shelter Variadores Quifa 005		
• 8000002224	Shelter Electrico Quifa 005		
• 8000002427	910-PRE-0682 Moto-Generador		
• 8000002428	910-PRE-1007 Moto-Generador		
• 8000002429	910-PRE-1027 Moto-Generador		
▶ META-QUIFA-QF SW-POZ-CQF007	Cluster Quifa 007		
▶ META-QUIFA-QF SW-POZ-CQF008	Cluster Quifa 008		
▶ META-QUIFA-QF SW-POZ-CQF009	Cluster Quifa 009		
▶ META-QUIFA-QF SW-POZ-CQF010	Cluster Quifa 010		
▶ META-QUIFA-QF SW-POZ-CQF011	Cluster Quifa 011		
• META-QUIFA-QF SW-POZ-CQF012	Cluster Quifa 012		
▶ META-QUIFA-QF SW-POZ-CQF013	Cluster Quifa 013		
▶ META-QUIFA-QF SW-POZ-CQF031	Cluster Quifa 031		
▶ META-QUIFA-QF SW-POZ-CQF032	Cluster Quifa 032		
▶ META-QUIFA-QF SW-POZ-CQF036	Cluster Quifa 036		
▶ META-QUIFA-QF SW-POZ-CQF038	Cluster Quifa 038		
▶ META-QUIFA-QF SW-POZ-CQF040	Cluster Quifa 040		
▶ META-QUIFA-QF SW-POZ-CQF041	Cluster Quifa 041		
▶ META-QUIFA-QF SW-POZ-CQF045	Cluster Quifa 045		
▶ META-QUIFA-QF SW-POZ-CQF048	Cluster Quifa 048		
▶ META-QUIFA-QF SW-POZ-CQF049	Cluster Quifa 049		
▶ META-QUIFA-QF SW-POZ-CQF052	Cluster Quifa 052		
▶ META-QUIFA-QF SW-POZ-CQF053	Cluster Quifa 053		
▶ META-QUIFA-QF SW-POZ-CQF085	Cluster Quifa 085		
▶ META-QUIFA-QF SW-POZ-CQF113	Cluster Quifa 113		
▶ META-QUIFA-QF SW-POZ-CQF114	Cluster Quifa 114		
▶ META-QUIFA-QF SW-POZ-CQF115	Cluster Quifa 115		
▶ META-QUIFA-QF SW-POZ-CQF116	Cluster Quifa 116		
▶ META-QUIFA-QF SW-POZ-CQF118	Cluster Quifa 118		

Fuente: El autor

La actual y reconocida internacionalmente PAS 55 está demostrando ser la esencial, clara y objetiva definición de todo lo requerido para demostrar

competencia, establecer prioridades de mejora y capitalizar dichas mejoras, lograr conexiones claras entre los planes estratégicos organizacionales y el trabajo real diario y las realidades de los activos.

En la empresa se tiene implementado el estándar para algunos equipos que tenemos en el campo, para el caso de los Shelter de sincronismo haciendo una reunión con el área de confiabilidad se definió hacerlo de la siguiente manera:

Una vez ubicados en el Shelter se definen los siguientes equipos padres:

- UPS
- SCI (sistema Contra Incendio o Agente Limpio)
- Aires Acondicionado
- Gaveta 1
- Gaveta 2
- Gaveta 3
- Gaveta 4
- Gaveta 5
- Gaveta 6
- Gaveta 7
- Gaveta 8

Y dentro de cada equipo padre tendremos equipos hijos:

Tabla 2. Clasificación Equipos padre – Equipos hijo

Gaveta	Equipo Padre	Equipo Hijo
C1-1	Gaveta 1	Tablero Regulado 208/120 V
C1-2		Protección UPS
C1-2		UPS 4 KVA
C2-1	Gaveta 2	Tablero Normal 220/120 V
C2-2		Reserva
C2-3		Protección TR2 - 25 KVA
C2-4		Transformador TR2 - 25 KVA
C3-1	Gaveta 3	medición y Control Alimentador SICCP
C3-2		Int. Protección Carga SICCP
C4-1	Gaveta 4	medición y Control de la Llegada del Transformador de 1600 KVA
C4-2		Interrupción de Transformador de 1600 KVA Lado de Baja Tensión

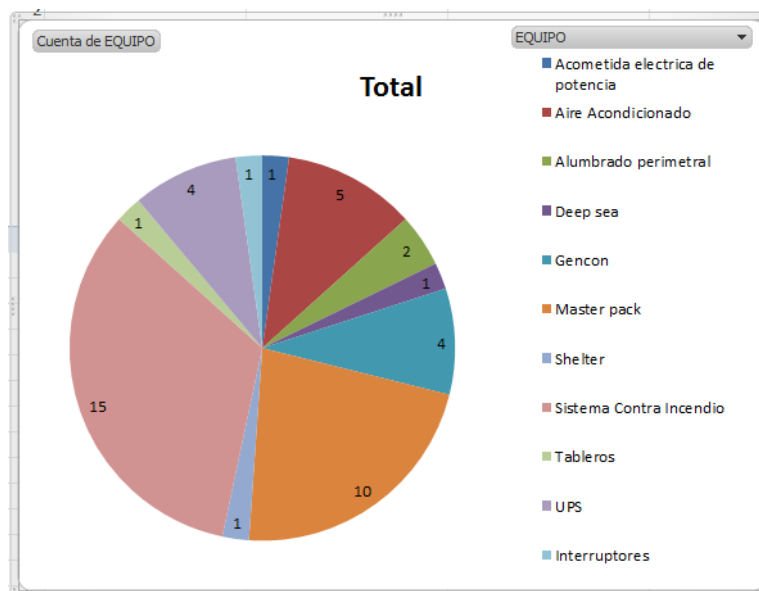
C5-1	Gaveta 5	medición y Control de los Generadores No 1 y 2 de 500 KW
C5-2		Acometida Generador No 1 Acometida Generador No 2
C6-1	Gaveta 6	medición y Control de los Generadores No 3 y 4 de 500 KW
C6-2		Acometida Generador No 3 Acometida Generador No 4
C7-1	Gaveta 7	medición y Control de los Generadores No 5 y 6 de 500 KW
C7-2		Acometida Generador No 5 Acometida Generador No 6
C8-1	Gaveta 8	medición y Control de los Generadores No 7 y 8 de 500 KW
C8-2		Acometida Generador No 7 Acometida Generador No 8

Fuente: El autor

3.3 RECOPIACIÓN DE ESTADÍSTICAS: HISTÓRICOS DE MANTENIMIENTO Y FALLAS PRESENTADAS.

Durante el levantamiento de información, el número de fallas presentadas en los equipos que componen el Shelter eléctrico, en el tiempo que llevan en operación se evidencio que no se hallaron todos los eventos ocurridos, debido a la falta de estrategias preestablecidas, además no queda un registro de fallas, esto se produce por no estar creadas en el software, específicamente en el CMMS con el que cuenta la empresa, con mucha dificultad se logró recopilar información, aunque sabemos que no representa ni el 20% de los sucesos presentados, si nos da un indicio de ellas:

Figura 16. Grafica fallas por equipo



Fuente: El autor

Tabla 3. Clasificación de las fallas

Equipos	Numero de fallas
Acometida eléctrica de potencia	1
Aire Acondicionado	5
Alumbrado perimetral	2
Deep sea	1
Gencon	4
Master pack	10
Shelter	1
Sistema Contra Incendio	15
Tableros	1
UPS	4
Interruptores	1
Total general	45

Fuente: El autor

Tabla 4. Resumen estadísticas históricas de fallas por ubicación técnica

Shelter	número de fallas
Proyecto Star	1
Todos	3
Cluster QF-38	8
Cluster QF-45	3
Cluster QF-119	1
Cluster QF-48	2
Cluster QF-41	3
Cluster QF-5	9
Cluster QF-11	3
Cluster QF-7	2
Cluster QF-8	2
Cluster QF-53	2
Cluster QF-10	4
Cluster QF-36	2
Total general	45

Fuente: El Autor

3.4 DIFERIDAS CAUSADAS POR FALLAS DEL SISTEMA SHELTER

A raíz de las fallas presentadas en el sistema del Shelter eléctrico, se han generado diferidas durante el período de operación, desde el 2012 año en que entró en funcionamiento hasta 2013; En este periodo se han causado importantes pérdidas, precisamente con la implementación de la estrategia propuesta por esta monografía, se logra un punto de mejora, perfeccionando confiabilidad y la disponibilidad del sistema.

Es así, que para el año 2012 se generaron 2.969 Barriles de aceite en diferidas, dejando de extraer ese mismo número de barriles, incluso hasta octubre de 2013, fecha en el que se creó el reporte, ya se había llegado a 10.495 Barriles de aceite de diferidas. Este costo es muy alto y afecta exageradamente los indicadores de mantenimiento de la empresa. Lo podemos apreciar en la figura 17 y 18 y en las tablas 5 y 6

Figura 17. Diferidas generadas en el año 2012



Fuente: El autor

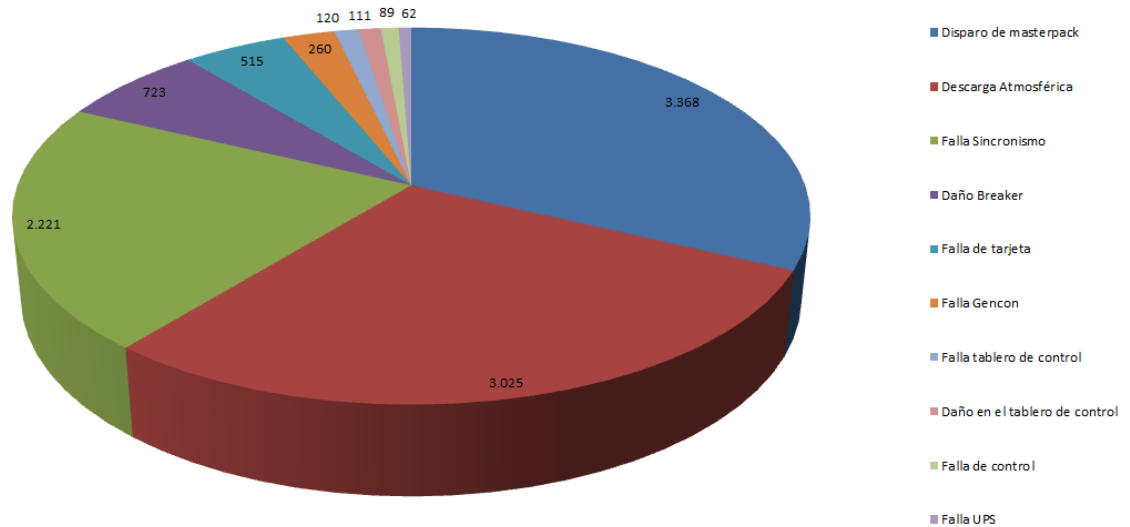
Tabla 5. Diferidas Causadas por Equipos del Shelter de sincronismo del 2012

Descripción	Diferidas 2012
Disparo de master pack	1.816
Falla Sincronismo	476
Cambio de tarjeta de control	205
Falla Gencon	170
Falla en tablero de control	127
Daño en el tablero de control	95
Falla Tarjeta IOB	49
Falla de protecciones	31
Total general	2.969

Fuente: el autor

Figura 18. Diferidas generadas en el año 2013

Diferidas 2013



Fuente: El autor

Tabla 6. Diferidas Causadas por Equipos del Shelter de sincronismo del 2013

Descripción	Diferidas 2013
Disparo de master pack	3.368
Descarga Atmosférica	3.025
Falla Sincronismo	2.221
Daño Breaker	723
Falla de tarjeta	515
Falla Gencon	260
Falla tablero de control	120
Daño en el tablero de control	111
Falla de control	89
Falla UPS	62
Total general	10.495

Fuente: El autor

Asimismo, se puede verificar, el alto costo que tiene las diferidas para la compañía; al tomar el valor del dólar en \$ 1.900 pesos y el valor del barril, que a la fecha es de US\$ 90, se advierten pérdidas en pesos Colombianos por valor de \$ 507'699.000 para el año 2012 y hasta octubre del 2013, la cuantía en pérdidas era de \$ 1.794'645.000.

3.5 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO RECOMENDADAS POR LOS FABRICANTES.

3.5.1 AGENTE LIMPIO. En el manual del fabricante encontramos las siguientes recomendaciones para realizar el mantenimiento del sistema:

Inspección

La inspección es un rápido chequeo para asegurar que el sistema es operable.

Está diseñado para dar una seguridad razonable que el sistema está cargado y operará en caso de ser necesario. Está concebido de tal manera que el panel del sistema no tiene falsas alarmas y que no se aprecian daños físicos obvios condición para prevenir operación. El valor de la inspección depende de la frecuencia y el cuidado con los que se realizan. El sistema debe ser inspeccionado

a intervalos regulares mensuales o a una mayor frecuencia cuando las circunstancias lo requieren.

El siguiente chequeo visual se debe realizar durante una inspección al sistema de FM-200:

1. Visualmente inspeccione el área de riesgo para verificar que esta no ha sido cambiada. Observe diferentes combustibles, nuevo equipamiento, puertas de bloqueo, puertas abiertas o dámetros.
2. Chequee los detectores para asegurarse que están en su lugar, no tienen la cubierta protectora, no están cubiertos con polvo, grasa, pintura o cualquiera otra sustancia contaminante.
3. Chequee todas las estaciones manuales para asegurarse que no han sido alteradas e inhabilitadas para uso.
4. Chequee todas las señales audiovisuales por daños, polvo, corrosión, etc.
5. Chequee que todas las tuberías están aseguradas al igual que las boquillas; así mismo que no estén cubiertas con polvo, grasa o pintura y que no existen bloqueos estructurales en las descargas.
6. Inspeccione visualmente todos los componentes del sistema por signos de daños, desconexiones o partes perdidas, corrosión, etc.
7. Chequee el manómetro de cada uno de los cilindros de FM-200 para verificar que se encuentran en un rango operable.
8. Verifique que todos los switches de presión están en su lugar y en la posición correcta –no operada.
9. Visualmente verifique que el panel y los dispositivos de descarga operan apropiadamente.
10. Realice cualquier otro chequeo que pueda ser requerido por la “Autoridad que Tiene Jurisdicción”.
11. Visualmente chequee el cableado del actuador eléctrico que se encuentra en la válvula selectora, para asegurarse que no está desconectado.
12. Registre que el sistema ha sido inspeccionado, respalde con fotos y haga firmar documento soporte. Informe a todo el personal involucrado.

Mantenimiento Anual

El sistema debe recibir mantenimiento a intervalos regulares no superiores a un año o cuando el especialista lo determine de acuerdo a una inspección. (Excepto la presión de los cilindros que debe ser inspeccionada cada seis meses de acuerdo con NFPA 2001). El mantenimiento debe ser un chequeo detallado del sistema. Está diseñado para dar la máxima seguridad de que el sistema operará de forma efectiva y segura. Debe incluir un examen completo y cualquier reparación, recarga o recambio, que sea necesario. Con él se puede revelar si es necesario efectuar una prueba hidrostática a los cilindros. El procedimiento listado en esta sección se refiere a las actividades mínimas que son necesarias para mantener el sistema. Si las circunstancias lo ameritan, debe seguirse un procedimiento adicional para garantizar el rendimiento del sistema. Asegúrese que todo el personal involucrado con el mantenimiento ha sido informado antes de empezar. Este puede incluir al propietario del sistema, personal de seguridad, Departamento local de bomberos o brigada de emergencia y todo aquel personal que pueda ser afectado con este procedimiento al dejar por fuera el sistema. Lleve un registro detallado de todo lo realizado, fotografíe en caso de ser necesario.

1. Asegúrese que el riesgo protegido no ha tenido ninguna variación referente al diseño original. Mientras efectúa este chequeo verifique la presencia de nuevos riesgos, diferentes combustibles, etc.
2. Chequee todas las boquillas para asegurarse que están instaladas en su lugar y que tienen el orificio apropiado y en el lugar apropiado (verifique las medidas con los resultados del diseño original). Verifique la presencia de corrosión o daños mecánicos y asegúrese que no presenten obstrucciones internas ni externas.
3. Chequee el estado general de las tuberías para confirmar que estén aseguradas apropiadamente a los soportes y que todos los elementos de unión estén firmemente apretados.
4. Asegúrese que todas las señales estén en su sitio, adecuadamente instaladas, que sean legibles y que no presenten daños.
5. Chequee todos los “brackets” de los cilindros. Cerciórese que todos los cilindros estén asegurados a éstos, que estén libres de corrosión, sin daños y sin pérdida de elementos.
6. Chequee el estado de todos los cilindros. Busque signos de daños o corrosión, y chequee en cada cilindro la fecha de la última prueba hidrostática. (NFPA 2001

establece que “Los cilindros que han estado en servicio continuo sin haber sido descargados deben ser sometidos a una completa inspección visual externa cada 5 años o más frecuentemente si es requerido). La inspección visual debe ser acorde al párrafo C-6: “Compressed Gas Association” sección 3; excepto cuando los cilindros necesiten ser vaciados o estampados bajo presión.

7. Chequee que la presión de cada cilindro se encuentre dentro de los límites máximos permisibles; mediante verificación de la ubicación de la aguja del manómetro dentro del rango identificado con color verde.

8. Verifique el peso del cilindro lleno. Podrá encontrar el peso de cada cilindro estampado al tanque; si la pérdida de peso es superior al 5% proceda a recargarlo. Use una báscula adecuada.

9. Chequee la condición de todas las mangueras de descarga. Verifique la presencia de problemas tales como abrasivos o efectos climáticos (cuarteaduras, etc.). Asegúrese que todas las mangueras estén debidamente conectadas. Todas las mangueras deben ser testeadas hidrostáticamente cada cinco años.

10. Chequee el estado de todos los actuadores completando el siguiente procedimiento:

a. Remueva todos los actuadores de los cilindros y déjelos así hasta la última etapa del mantenimiento.

b. Para los actuadores manuales, verifique el estado de cada uno de ellos y asegúrese que operan libremente. Cuando termine, resetéelos e instale el pin de seguridad para asegurar que está reseteado. No los instale en la válvula del cilindro.

Nota importante: Instalar los actuadores sin haber sido reseteados ocasionará una descarga no programada de FM-200.

c. Para los actuadores eléctricos, verifique que estén adecuadamente alambrados y conectados. No los instale en la válvula del cilindro

Nota importante: para verificar el accionamiento real de los actuadores eléctricos debe programarse un accionamiento manual que probablemente llevará al accionamiento de todo el sistema de alarmas de la empresa. Coordinar con el personal involucrado.

11. Chequee todos los switches de presión, revise la presencia de daños estructurales o efectos corrosivos. Asegúrese que están adecuadamente alambrados e instalados.

12. Chequee todos los switches del sistema con el fin de garantizar que trabajarán adecuadamente. Esto debe incluir: switches de mantenimiento, switches de aborto, switches principal-reserva, etc. Cuando termine, asegúrese que todos están en su posición correcta.

¡Advertencia!

Antes de proceder con el paso 11, asegúrese que todos los actuadores eléctricos hayan sido removidos de todos los cilindros.

13. Chequee la condición del panel de control en busca de señales falsas, corrosión o daños. En este punto, la prueba del panel se refiere a un apropiado sistema de control manual AUTOPULSE.

14. Verifique el correcto estado de carga de las baterías; cambie si se requiere.

15. Chequee todos los detectores. Asegúrese que están en su sitio, limpios y sin daños. En caso de requerirse, chequee la sensibilidad de cada uno siguiendo las instrucciones del fabricante.

16. Chequee todas las estaciones manuales. Asegúrese que están en su lugar, que no están bloqueadas o dañadas. Opere cada estación manual para asegurarse que operan adecuadamente con el panel de control. Resetee cada estación manual después de accionada y bloquéela con el sello de inspección visual.

Nota importante: Dejar accionada una estación manual o no bloqueada podría ocasionar que al momento de restablecer el sistema, el panel lo interprete como una señal real y ordene la descarga del gas FM-200.

17. Mientras chequea el funcionamiento de detectores y estaciones manuales, inspeccione el funcionamiento de cada instrumento de la alarma vinculadas a cada uno de los dispositivos mencionados anteriormente. Chequee la condición de alarma y verifique que operan apropiadamente cuando son energizadas. Resetee el circuito de alarmas después de cada operación.

18. Resetee el sistema completo. Esto incluye el panel de control, todos los actuadores, detectores, alarmas, cartuchos de actuadores, dispositivos de

descarga de gas, switches de presión. Después que todos los componentes han sido reseteados, reinstale los actuadores en las válvulas de los cilindros.

19. Registre que el mantenimiento ha sido realizado como lo requería la “Autoridad que tiene jurisdicción”. Notifique a todo el personal que el mantenimiento ha concluido y que el sistema ha regresado a su estado normal. Haga firmar el documento soporte del mantenimiento.

Reinicio del sistema

Después de efectuada una descarga, o si el sistema ha sido probado por mantenimientos, los elementos electromecánicos deben ser restituidos a su posición original.

Importante: Nunca instale los actuadores eléctricos accionados encima de cilindros que estén cargados de FM-200; pues ocasionará una descarga incontrolada de gas.

Siga atentamente las siguientes instrucciones:

1. Desconecte el actuador manual y el actuador eléctrico.
2. Resetee el actuador manual de manera manual e inserte nuevamente el pin de seguridad.
3. Resetee el actuador eléctrico con la herramienta destinada para este fin (Esta se encuentra adherida al mismo actuador).
4. Ensamble nuevamente el sistema: Actuador manual -> Actuador eléctrico e instale.

Atención: Se deberá verificar en el panel de control, que no existan alarmas activadas antes de ensamblar el actuador eléctrico.

3.5.2 AIRE ACONDICIONADO. El manual del equipo De Aire Acondicionado Tipo Mini-Split recomienda las siguientes actividades de mantenimiento:

Tabla 7. Resumen Mantenimientos Aire Acondicionado

ITEM	ACTIVIDAD	PROCEDIMIENTO	ESTADO NORMA	PERIODO	OBSERVACIONES
1	CONDICIONES GENERALES	INSPECCIONAR VISUALMENTE ESTADO GENERAL DEL EQUIPO. CONEXIONES, RUIDOS EXTRAÑOS, OXIDACIONES.	CONDICIONES NORMALES EXTERIORES DE LOS COMPONENTES CONEXIONES BIEN HECHAS Y AUSENCIA DE RUIDOS	BIMESTRAL	LIMPIEZA TOTAL DE LA UNIDAD, LAVADO DE SERPENTINES
		REVISAR ESTADO DE AISLAMIENTO TERMICO			BALANCEO DEL SISTEMA
		REVISAR ELEMENTOS DE SUJETACION Y ANTIVIBRACION			REVISAR LIBERTAD DE ROTACION DE LOS VENTILADORES
		REVISION DE PINTURA	PINTURA EN BUEN ESTADO		REVISION Y LIMPIEZA DE LA BANDEJA DE CONDENSADOS
		REVISION DE COJINETES DEL MOTOR ELECTRICO	COMPROBAR DESGASTE	SEMESTRAL	CAMBIO SI ES NECESARIO
2	CONDICIONES ELECTRICAS	TOMAR LECTURAS DE CORRIENTES Y VOLTAJES DE CONSUMO DEL MOTOR ELECTRICO Y EL COMPRESOR	COMPARAR DATOS CON LOS DE PLACA O CATALOGOS DE FABRICANTES	BIMENSUAL	REVISION Y CAMBIO DE ESCOBILLAS DEL MOTOR ELECTRICO
		REVISAR AJUSTES Y LIMPIEZA DE DISPOSITIVOS DE PROTECCION		SEMESTRAL	
3	CONDICIONES DE PRESION TEMPERATURAS Y CALIDADES DEL AIRE DE TRABAJO	SI EL COMPRESOR DISPONE DE VALVULA(S) DE SERVICIO, MEDIR PRESIONES	COMPARA CON LOS DATOS DE LA TABLA 4 H.R. PROMEDIO 50%	BIMENSUAL	COMPROBAR FUNCIONAMIENTO DEL TUBO CAPILAR LIMPIEZA DEL CONTACTO DEL TERMOSTATO
		TOMAR LECTURAS DE TEMPERATURAS DE BS Y BH DEL ESPACIO REFRIGERADO Y A LA SALIDA DE LOS SERPENTINES			
		DETERMINAR LA H.R. DEL ESPACIO REFRIGERADO			
		MEDIR LOS CAUDALES DE AIRE A LA SALIDA DE LOS SERPENTINES		SEMESTRAL	

Fuente: Dossier de construcción Shelter

NOTAS.

1. Las actividades o mediciones contempladas en las presentes instrucciones se consideran generales para todas las marcas. Estas se deben complementar con las recomendaciones del fabricante o ajustar a las características de cada equipo.

2. En la estación terminal o nodo alterno en donde se cuenta con personal técnico, los trabajos se deben ejecutar mensualmente.

3. En el caso que el equipo al cual se le va a practicar las labores de mantenimiento preventivo, no cuente con los dispositivos o unidades a los que se les solicita ejecutar una labor, esta actividad o medición no se debe tener en cuenta.

Tabla 8. Parámetros presiones y temperaturas de funcionamiento con refrigerante 22

DESCRIPCION	PARAMETROS
PRESION DE SUCCION O DE BAJA (*)	62 / 69 PSIG (4,36 / 4,85 KG/CM2)
PRESION DE DESCARGA O DE ALTA (*)	196 / 260 PSIG (13,8 / 18,3 KG/CM2)
SUPER HEAT (SOBRECALENTAMIENTO)	6 / 12 F (3 / 7 C)
TEMPERATURA DESCARGA COMPRESOR	137 / 158 F (58 / 70 C)
TEMPERATURA CARTER COMPRESOR	140 / 145 F (60 / 83 C)

(*) La variación depende de la altura sobre el nivel del mar (asnm) a mayor asnm menor presión atmosférica.

Fuente: Dossier de construcción Shelter

3.5.3 TABLEROS E INTERRUPTORES. Con el fin de conservar en buen estado funcional los interruptores principales y derivados, contactores, botoneras, y en general todos los elementos que integran un tablero, se realiza el servicio de mantenimiento preventivo, el cual consiste en la revisión física, limpieza general, apriete de conexiones, así como pruebas mecánicas y eléctricas. Se debe realizar utilizando el equipo de seguridad y herramienta adecuada, así como equipo de medición correspondiente, como también debe se recomienda realizar el mantenimiento de los tableros anualmente, dentro de las actividades que se deben realizar tenemos:.

- Registro de datos del tablero correspondiente.
- Maniobras de des-energización y puesta a tierra.
- Revisión y limpieza del gabinete, cables, aisladores, interruptores electromagnéticos, termomagnéticos y demás componentes que integran el tablero.

- Revisión del sistema de tierras y apriete de conexiones en general.
- Pruebas de operación mecánica de interruptor(es) principal(es) y derivados.
- Medición de resistencia de aislamiento de interruptores electromagnéticos (megóhmetro).
- Medición de resistencia de contactos (micro-óhmetro) del interruptor principal e interruptores electromagnéticos.
- Revisión final, retiro de puesta a tierra y energización.

Adicionalmente a los interruptores se recomienda las siguientes actividades adicionales:

- Limpieza, lubricación, reapriete de conexiones mecánicas y eléctricas.
- Pruebas de resistencia de aislamiento para verificar las condiciones dieléctricas.
- Pruebas de resistencia de contactos para verificar conexión uniforme de dichos contactos.
- Pruebas a la unidad de disparo (relevador) para verificar los tiempos de disparo del interruptor.

3.5.4 LOGICA DE SINCRONISMO. Aunque el fabricante no habla de un plan de mantenimiento al controlador, si se evidencia la necesidad de recalibrar los parámetros de operación, debido a que el Gencon interactúa por medio de señales para poder gobernar la velocidad y voltaje de los generadores, estos son equipos que presentan una gran cantidad de variables que cambian constantemente, a razón de situaciones de combustible, filtración, calibración en general muchos factores.

3.5.5 PM810. Asimismo, en el manual del capítulo de mantenimiento del PM810 dice “La central de medida no contiene componentes que requieran mantenimiento por parte del usuario. Para reparar la central de medida póngase en contacto con su distribuidor más cercano. No abra la central de medida. Si se abre la central de medida se anula la garantía”; por esta observación la recomendación para este elemento, solo será de programar inspecciones y verificación de operación.

3.5.6 SURGELOGIC. Esta sección trata, de la carátula en la que se hace el monitoreo local de los equipos Surgelogic, que se conforman con módulos de supresión por fase o por sistema, por lo tanto es aplicable a equipos EMA, EBA, Surgelogic I-Line, Tablero Auto soportado y Tablero Grado Electrónico y Cómputo.

En la carátula se integran LED's por Fase que indican el estado del supresor por medio de un código de colores, también se integra una Alarma Audible con botón de silencio y los Interruptores de prueba del sistema de monitoreo.

Cuando el equipo se conecta a la red eléctrica se encienden los LED's de monitoreo en color verde, indicando que el equipo está listo para iniciar su trabajo de protección contra transitorios. Se cuenta con un LED y un botón de prueba por cada fase, para evaluar el sistema de monitoreo. Cuando se presiona algún botón de prueba, el LED de la fase asociada cambia de color verde a color rojo y se activa una alarma audible, esto permite verificar que en caso de una falla real el sistema de monitoreo tenga un comportamiento adecuado.

Ya en condiciones de trabajo, si una condición anormal apareciera en el equipo (por ejemplo que se agote la capacidad de supresión de los módulos), la alarma empieza a sonar y el LED de la fase asociada cambia automáticamente a color rojo, entonces el equipo necesitará servicio por personal calificado.

La alarma podrá ser silenciada presionando el botón junto al símbolo:

Sin embargo el LED continuará iluminado hasta que las condiciones de seguridad hayan sido restablecidas.

Cuando los Módulos de Supresión han cubierto su labor de proteger contra transitorios, llegan al final de su vida útil. Para alcanzar este estado, existen muchas variables tales como el número de transitorios que han suprimido, la frecuencia con que estos han aparecido y la intensidad de los mismos.

Cuando la cerámica de Varistores de óxidos Metálicos llega al final de su vida útil, la cerámica se queda en un estado de baja impedancia y es entonces cuando los fusibles internos de protección contra sobre corriente desconectan los varistores agotados. Cuando los módulos de supresión quedan desconectados se presenta un cambio en la carátula frontal del equipo que muestra que el módulo debe ser sustituido por completo, ya que no cuentan con refacciones internas.

Estos módulos de supresión pueden ser cambiados fácilmente en campo, para así restituir la protección contra transitorios al 100%.

3.5.7 TRANSFORMADOR Y SERVICIOS AUXILIARES. En cuanto al mantenimiento del transformador seco los cuidados que se recomiendan esta en:

- Evitar la caída de agua por cualquier motivo sobre el transformador.
- Guardar las distancias de aislamiento al nivel de voltaje entre las partes energizadas (bobinas y terminales) a las estructuras del encerramiento y a los conductores de entrada y salida.
- Proveer la circulación de aire apropiado al gabinete donde se encuentra el transformador, para evacuar el calor y controlar la temperatura.
- Los cables o barras de acometida no deben ejercer esfuerzo mecánico sobre los terminales del transformador.
- No permitir caída de objetos sobre el transformador como: desechos de construcción, pintura, cemento, virutas, metálicos, tuercas, tornillos, herramientas, etc.

Para operación continua en ambiente limpio y seco, se recomienda realizar efectuar una limpieza y aspirado simultáneo del transformador aproximadamente cada dos años, o con mayor frecuencia si el grado de contaminación aumenta, (esta operación debe efectuarse con el equipo completamente desenergizado).

Se debe revisar las conexiones de los terminales para comprobar que estén firmemente apretados y así evitar calentamiento en el aislamiento anormales.

Si por alguna circunstancia el transformador debe permanecer desenergizado durante un largo tiempo, se recomienda colocar en el sitio una resistencia o elemento calefactor que conserve el lugar seco y evite la condensación de humedad sobre el transformador.

3.5.8 UPS. Equipos que junto con la electrónica de potencia permiten tener un suministro de energía continuo a cargas que son críticas y pueden generar disturbios o apagadas al verse interrumpida su fuente de energía eléctrica, esto se logra con topologías de UPS y cargadores de baterías en paralelo, y teniendo en buen estado las baterías las cuales asumirán la carga en alguna falla presente, entre las actividades recomendadas para su mantenimiento tenemos:

- Alarmas Presentes. Ronda Semanal.
- Ventiladores internos en Funcionamiento. Ronda Semanal.
- Temperatura del sitio. Ronda Semanal.
- Temperatura y Aspecto Baterías Cerradas. Ronda Semanal.
- Extractores presentes en Funcionamiento. Ronda semanal.
- Limpieza interna tarjetas. Cada Seis Meses.
- Medidas de Voltaje. Cada Seis Meses.
- Maniobras por ByPass y Baterías. Anual.
- Prueba de descarga de baterías. Anual.
- Medida de Impedancia de Baterías. Anual.

3.6 RESUMEN ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO RECOMENDADAS POR LOS FABRICANTES.

Tabla 9. Resumen plan de mantenimiento propuesto por los fabricantes

EQUIPO	DESCRIPCION	SEMAN	MENSU	BIMEST	TRIMES	SEMES	ANUAL
AGENTE LIMPIO	Chequeo de condiciones generales del equipo y sensores	X					
	Visualmente verifique que el panel y los dispositivos de descarga operan apropiadamente.	X					
	Verifique que todos los switches de presión están en su lugar y en la posición correcta – no operada	X					
	Chequee el estado de todos los cilindros. Busque signos de daños o corrosión						X
	Chequee que la presión de cada cilindro se encuentre dentro de los límites máximos permisibles						X
	Haga prueba funcional del sistema " tenga en cuenta retirar los actuadores para evitar una descarga"						X
AIRE ACONDICIONADO	Limpieza total de la unidad, lavado de serpentines			X			
	Balanceo del sistema			X			
	Revisar libertad de rotación de los ventiladores			X			
	Revisión y limpieza de la bandeja de condensados			X			
	Revisión de cojinetes del motor eléctrico					X	
	Tomar lecturas de corrientes y voltajes de consumo del motor eléctrico y el compresor			X			
	Revisar ajustes y limpieza de dispositivos de protección					X	
	Si el compresor dispone de válvula(s) de servicio, medir presiones			X			
	Tomar lecturas de temperaturas de bs y bh del espacio refrigerado y a la salida de los serpentines			X			
	Determinar la H.R. del espacio refrigerado			X			
	Medir los caudales de aire a la salida de los serpentines					X	
TABLEROS	Registro de datos del tablero correspondiente.						X
	Revisión y limpieza del gabinete, cables, aisladores, interruptores electromagnéticos, termomagnéticos y demás componentes que integran el tablero.						X

	Revisión del sistema de tierras y apriete de conexiones en general.						X
	Pruebas de operación mecánica de interruptor(es) principal(es) y derivados.						X
	Medición de resistencia de aislamiento de interruptores electromagnéticos (megóhmetro).						X
	Medición de resistencia de contactos (micro-ohmetro) del interruptor principal e interruptores electromagnéticos.						X
INTERRUPTORES	Limpieza, lubricación, reapriete de conexiones mecánicas y eléctricas.						X
	Pruebas de resistencia de aislamiento para verificar las condiciones dieléctricas.						X
	Pruebas de resistencia de contactos para verificar conexión uniforme de dichos contactos.						X
	Pruebas a la unidad de disparo (relevador) para verificar los tiempos de disparo del interruptor						X
LOGICA DE SINCRONISMO	Inspección	X					
PM810	Inspección	X					
SURGELOGIC	Inspección	X					
TRANSFORMADOR Y SERVICIOS AUXILIARES	Inspección	X					
	Inspección y limpieza transformador						X
	Revisión y torqueo terminales						X
UPS	Alarmas Presentes. Ronda Semanal.	X					
	Ventiladores internos en Funcionamiento. Ronda Semanal.	X					
	Temperatura del sitio. Ronda Semanal.	X					
	Temperatura y Aspecto Baterías Cerradas. Ronda Semanal.	X					
	Extractores presentes en Funcionamiento. Ronda semanal.	X					
	Limpieza interna tarjetas. Cada Seis Meses.						X
	Medidas de Voltaje. Cada Seis Meses.						X
	Maniobras por By Pass y Baterías. Anual.						X
	Prueba de descarga de baterías. Anual.						X
	Medida de Impedancia de Baterías. Anual						X

Fuente: El autor

4. CALCULO DE LA CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS

Con el fin de establecer la criticidad del sistema Shelter, usamos el método de evaluación de criticidad dentro del marco establecido por la Política de Integridad y Mantenimiento de Instalaciones de PRE.

La metodología contenida dentro del presente procedimiento es exclusiva para PRE, requiere de un buen conocimiento de los procesos e instalaciones involucradas en la evaluación, de las funciones de los sistemas y equipos asociados. Se referencia especialmente en la metodología de la norma NORSOK-Z-008:2011 y 2006 llevando las valoraciones a un nivel cuantitativo para ser usado como referente.

El procedimiento es desarrollado por PRE, acogiéndose a las mejores prácticas de la industria y normas aplicables en este sentido. Para llevar a cabo un análisis de criticidad se debe tener claridad en las especificaciones, funcionalidades de los sistemas, equipos y componentes involucrados en el análisis.

Basados en la norma NORSOK-Z-008:2011 y en los parámetros de valoración de riesgos, establecidos por el área de HSEQ, se definieron 5 criterios o áreas principales de consecuencias de falla las cuales están en concordancia con las Políticas de la Corporación.

A cada uno de los criterios se le asignó un valor máximo, cada criterio tiene un peso sobre el total de 1000 unidades. De forma corporativa se definieron los puntajes que se presentan en la Tabla 8 correspondientes a los criterios de evaluación de criticidad. Estos valores están pre-configurados en SAP-PM.

Tabla 10. Suma criterios 1000 puntos

CRITERIOS		PUNTAJE
1	Seguridad	250
2	Ambiental	250
3	Impacto al Proceso	200
4	Impacto en Mantenimiento	200
5	Calidad	100

Fuente: Manual de evaluación equipos críticos Pacific Rubiales Corp

Cada criterio tiene unos sub-criterios asociados, en donde los valores de cada uno deben sumar el valor del criterio asociado: los rangos de valores son autonomía de definición de cada campo o instalación. Estas definiciones deben ir firmadas en un documento por las Superintendencias de Producción y Mantenimiento, como

Tabla 11. Análisis de Criticidad Equipos Shelter Eléctrico

IDENTIFICACION DEL SISTEMA					Redundancia	SUB TOTAL CRITERIOS					PARAMETROS DE CRITICIDAD				
FUNCIONES	REDUCCION	EFECTOS EN LA FACILIDAD	Tiempo Critico	UP//CAP → Redundancia UP: Unidades en paralelo CAP: Capacidad por unidad	1. SEGURIDAD	2. AMBIENTAL	3. IMPACTO PROCESO	4. IMPACTO MANTENIMIENTO	5. CALIDAD	CRITERIOS CONSECUENCIA	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	REDUNDANCIA	CALCULO DE CRITICIDAD	CRITICIDAD SAP	
															Función (es) Principal(es)
SURGELOGIC	Falla Total	No protege ante descargas atmosféricas	Depende si hay tormenta	1 X 100 > A	100	0	30	83	0	213	0,4	1	85,2	C	
PM810	Falla Total	No se cuenta con medición de energía	24 Horas	1 X 100 > A	60	0	40	85	0	185	0,4	1	74	C	
Subsunciones	Sistema Contra Incendio	Falla Total	Queda vulnerable el sistema ante un incendio	Depende si hay fuego	1 X 100 > A	165	50	90	60	0	365	0,4	1	146	B
	Aire Acondicionado	Falla Total	Alta temperatura al interior del Shelter	Depende de la temperatura ambiente	1 X 100 > A	50	0	40	85	0	175	0,6	1	105	B
	Interruptores	Falla Total	Limita la capacidad de energía a los variadores	Genera diferidas inmediato	1 X 100 > A	155	0	40	93	0	288	0,6	1	172,8	B
	UPS	Falla Total	Queda sin energía regulada el sistema	24 Horas	1 X 100 > A	0	0	0	143	0	143	0,6	1	85,8	C
	Transformador y Servicios Auxiliares	Falla Total	Queda sin energía a 220/108 voltios para servicios auxiliares	24 Horas	1 X 100 > A	90	0	40	78	0	208	0,4	1	83,2	C

Fuente: El autor

Soporte, debe ser entregado al coordinador de SAP-PM para su configuración en el CMMS.

Se definen entonces, tres rangos de criticidad, los cuales están configurados en SAP-PM como indicador ABC.

Equipos Críticos / tipo A: Son equipos que deben ser priorizados dentro del proceso de generación de estrategias de mantenimiento, de manera que se analice la factibilidad de reducir las consecuencias de falla o la frecuencia de eventos. Este valor de criticidad se encuentra generalmente entre el rango del 20% de los puntajes más altos del campo productivo y en condiciones de diseño e ingeniería normales, no debe superar nunca el 50% del total de los equipos analizados.

Equipos Poco Críticos / tipo B: Son equipos donde su valor de criticidad se encuentra en el Rango medio del espectro de equipos del campo y cuyo impacto tiene unas consecuencias medianas para el Negocio.

Equipos No Críticos / tipo C: Son equipos que se encuentran en el Rango de Criticidad inferior, y cuyo impacto tienen unas consecuencias leves para el Negocio.

En la Tabla 8 tenemos el taller realizado para el Caso de los Shelter eléctricos de sincronismo de periferias, donde encontramos que los equipos más críticos tenemos en su orden la lógica de sincronismo con una criticidad 184.8, los interruptores con 172.8, Sistema contra incendio 146 y aire acondicionado con 105 puntos.

Aunque no son equipos críticos por ser unidades puntuales de producción de petróleo, están como equipos poco críticos generando un impacto con medianas consecuencias para el negocio, pero como lo vimos en el capítulo 4.3.1 las diferidas generadas si son bastante representativas y requieren realizar una estrategia de mantenimiento con el fin de reducirlas.

5. PROPUESTA

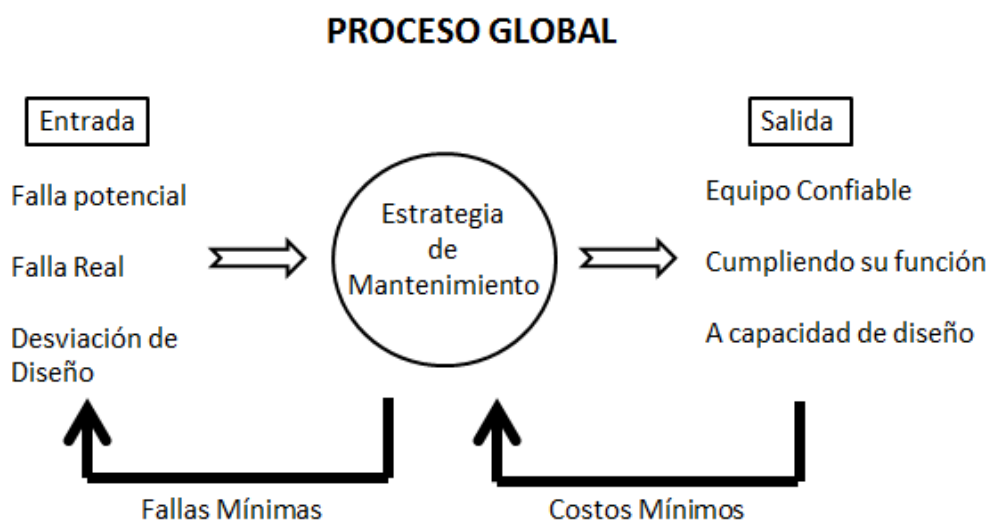
5.1 DISEÑAR EL MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO PARA EL SISTEMA ELÉCTRICO DEL CONGLOMERADO DE UNIDADES DE BOMBEO.

El modelo gerencial deberá tener en cuenta la optimización y eficiencia de los recursos, siguiendo la estrategia implementada en otros sistemas, donde se tiene un uso estructurado de planeación y programación de las actividades ejecutadas en el mantenimiento; también se involucra el mantenimiento preventivo, la optimización y mejoras del sistema.

Además, asumir los costos del mantenimiento donde se logre la promesa de valor de la implementación de la estrategia propuesta, que se evidencia en la reducción de las diferidas, mejorando la confiabilidad y disponibilidad del sistema.

Es así, que se hace necesario contar con una metodología detallada de planeación, programación y optimización de mantenimiento de los Shelter eléctricos de sincronismo de los Cluster de producción; en el que se describa a detalle, los principales elementos del proceso de mantenimiento. Ver figura 19.

Figura 19. Proceso en la Estrategia de Mantenimiento⁶



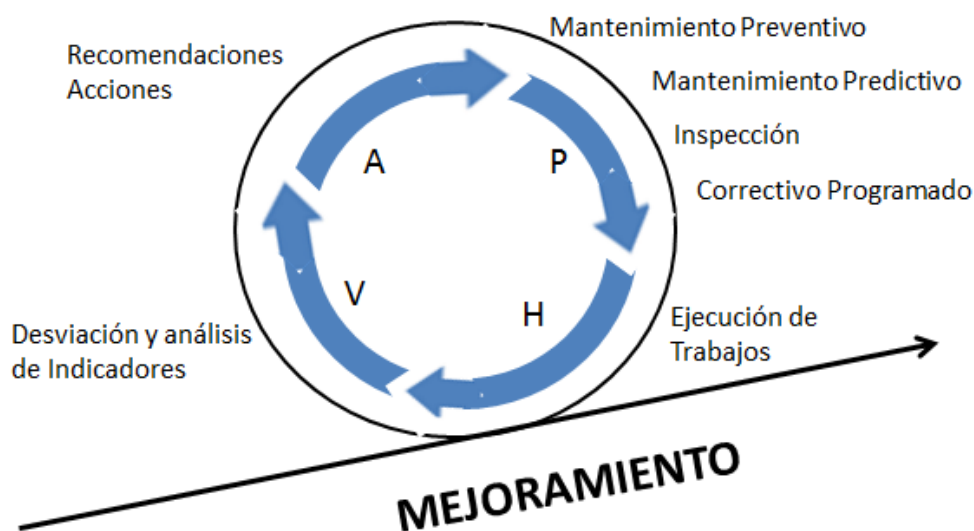
Fuente: Mantenimiento en la práctica, Pedro Silva

⁶ MANTENIMIENTO EN LA PRACTICA, Pedro Silva Ardila, pág. 45

Además, de la entrada al proceso tenemos las fallas reales, potenciales y desviaciones de diseño que se pueden presentar, con la estrategia que se quiere implementar, debemos reducir al máximo las fallas, con el fin de entregar equipos confiables, que generen las mínimas diferidas, obteniendo un costo óptimo de mantenimiento.

Dentro del proceso debemos garantizar cumplir el ciclo PHVA, ver figura 20, con el fin de lograr nuestros objetivos y garantizar un mejoramiento continuo del sistema, apoyándonos en el CMMS (Sistema Computarizado de Gerencia de mantenimiento) SAP; que se constituye en herramienta importante y sumamente efectiva, en la gestión de mantenimiento del flujo de trabajo.

Figura 20. Ciclo de Mejoramiento en Mantenimiento⁷



Fuente: Mantenimiento en la práctica, Pedro Silva

Existen técnicas del mantenimiento que son más efectivas que otras dependiendo de los tipos, clase, criticidad de los equipos, donde también interviene la probabilidad de falla.

Para el caso de los equipos eléctricos el modo de falla típico es aleatorio, ya que tiene como probabilidad de falla cualquier momento de su vida y para los demás equipos se ajustan a la curva de la bañera, donde nos muestra que tienen una alta probabilidad de fallar, aunque estén nuevos (mortalidad infantil), luego disminuye hasta donde se mantiene igual por un tiempo determinado, periodo en el que las fallas se producen aleatoriamente, hasta

⁷ MANTENIMIENTO EN LA PRACTICA, Pedro Silva Ardila, pág. 77

llegar a un punto donde nuevamente la probabilidad de falla comienza a aumentar.

La propuesta consiste, en combinar las recomendaciones de los fabricantes con un mantenimiento predictivo, donde se puedan identificar fallas potenciales por medio de termografía, que es uno de los métodos para equipos eléctricos que nos permite anticiparnos e identificar puntos calientes.

6. FORMALIZAR PLANES DE MANTENIMIENTO DEL SHELTER ELÉCTRICO.

6.1 DESCRIPCIÓN DE LA HOJA DE RUTA DEL SHELTER (TIEMPOS ESTIMADOS, FRECUENCIAS DE EJECUCIÓN Y RECURSOS REQUERIDOS.

En el mantenimiento las hojas de ruta tienen como finalidad describir los pasos de la operaciones requeridas para la ejecución del mantenimiento en los equipos, se les logra dar el nivel de detalle que se quiera; creando sub operaciones; se pueden realizar de forma secuencial, paralela o bien solapándose. Igualmente se planifica la frecuencia; mediante las hojas de ruta para equipos, podrá definir y gestionar de forma centralizada las medidas de mantenimiento de sus equipos.

También, las hojas de ruta para equipo, podrán ayudarle a preparar planes y órdenes de mantenimiento, una vez creada, en los equipos del Shelter eléctrico de sincronismo se pueden subir al CMMS SAP y alcanzar los planes definidos para el mantenimiento de estos. En el anexo A se encuentran las hojas de ruta propuestas para los Shelter eléctricos de sincronismo.

Con la hoja de ruta creada, se les asigna los recursos necesarios para realizar las actividades propuestas en la estrategia de mantenimiento, se especifica las horas hombre, requeridas para realizar las actividades, los repuestos necesarios y la herramienta necesaria para tal fin. Ver anexo A.

Finalmente, Con la información recopilada, se formaliza el cronograma propuesto de mantenimiento de los Shelter eléctrico de sincronismo, siendo el propósito optimizar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos asociados. Por lo tanto para cerrar el ciclo de mantenimiento y hacer seguimiento a los indicadores, planteo hacer un Balance Scorecard.

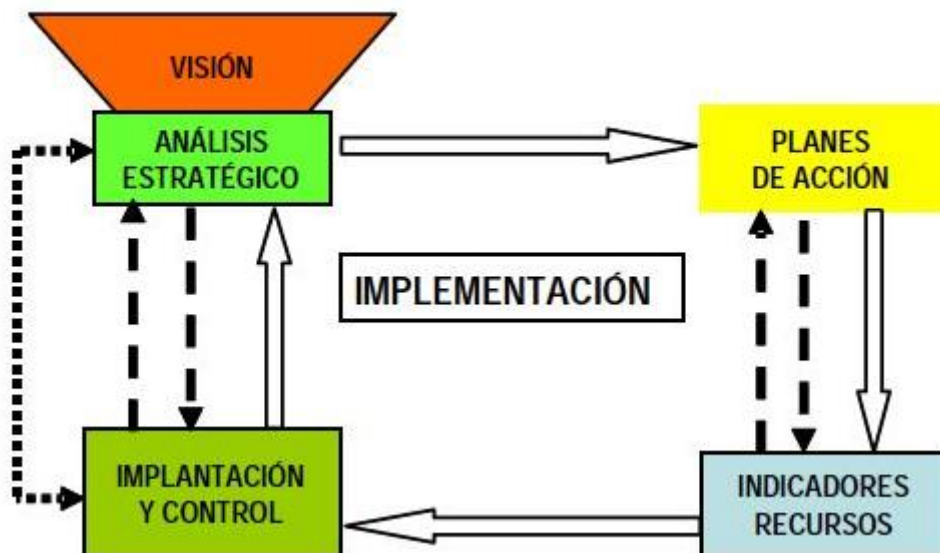
6.2 ESTABLECER EL BALANCE SCORECARD CON LA CUAL SE HARÁ EL SEGUIMIENTO A LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO.

Con el fin de validar el valor agregado, se implementa la estrategia de mantenimiento para el sistema eléctrico del conglomerado de unidades de bombeo de los Cluster, en solución Shelter del campo Quifa, propongo implementar el siguiente Balance Scorecard, siendo esta la herramienta metodológica, la que nos proporciona la estructura necesaria para un sistema de gestión y control; en el que se define los indicadores que se deben monitorear, ya sean, esfuerzos individuales, o colectivos de la empresa, todos deben estar encaminados hacia la siguiente visión y estrategia:

Visión: Reducir en un 30% anual las diferidas causadas por fallas de los equipos que componen el sistema Shelter eléctrico de sincronismo.

Estrategia Es por medio de la implementación de la metodología propuesta para mejorar la confiabilidad y disponibilidad, se debe iniciar a llevar los indicadores MTTR y MTTF, hacer un seguimiento mensual de todas la fallas presentadas, realizando RCA; en caso de tener eventos repetitivos o que nos generen diferidas por encima de 100 BOP, nos permite reducir las fallas presentadas en el sistema.

Figura 21. Balance Scorecard



Fuente: El autor

7. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO.

Para hacer la evaluación económica, se toman los resultados, obtenidos de la construcción de las hojas de ruta elaboradas para la estrategia, (ver anexo A), en el que la hoja 8. Costo de cada una de las estrategias encontramos el valor estimado de la ejecución del plan de mantenimiento anual propuesto, ver tablas 12, 13, 14 y 15.

Tabla 12. Costos de la estrategia mantenimiento Gavetas eléctricas

COSTOS DIRECTOS	UNIDAD	VALOR
HORAS HOMBRE	Pesos	\$ 10.240.000,00
MATERIALES CONSUMIBLES	Pesos	\$ 3.600.000,00
EQUIPOS ESPECIALES	Pesos	\$ -
ORDENES DE SERVICIO	Pesos	\$ 1.000.000,00
REPUESTOS	Pesos	\$ -
OTROS	Pesos	\$ -
VALOR TOTAL		\$ 14.840.000,00

Fuente: El autor

Tabla 13. Costos de la estrategia mantenimiento agente limpio

COSTOS DIRECTOS	UNIDAD	VALOR
HORAS HOMBRE	Pesos	\$ 708.000,00
MATERIALES CONSUMIBLES	Pesos	\$ 200.000,00
EQUIPOS ESPECIALES	Pesos	\$ -
ORDENES DE SERVICIO	Pesos	\$ -
REPUESTOS	Pesos	\$ -
OTROS	Pesos	\$ -
VALOR TOTAL		\$ 908.000,00

Fuente: El autor

Tabla 14. Costos de la estrategia mantenimiento Aire Acondicionado

COSTOS DIRECTOS	UNIDAD	VALOR
HORAS HOMBRE		\$ 1.056.000,00
MATERIALES CONSUMIBLES		\$ 600.000,00
EQUIPOS ESPECIALES		\$ 500.000,00
ORDENES DE SERVICIO		\$ -
REPUESTOS		\$ -
OTROS		\$ -
VALOR TOTAL		\$ 2.156.000,00

Fuente: El autor

Tabla 15. Costos de la estrategia mantenimiento UPS

COSTOS DIRECTOS	UNIDAD	VALOR
HORAS HOMBRE		\$ 1.200.000,00
MATERIALES CONSUMIBLES		\$ 600.000,00
EQUIPOS ESPECIALES		\$ 700.000,00
ORDENES DE SERVICIO		\$ -
REPUESTOS		\$ 630.000,00
OTROS		\$ 150.000,00
	VALOR TOTAL	\$ 3.280.000,00

Fuente: El autor

De esta manera, encontramos que el valor anual de la estrategia de mantenimiento para cada Shelter es de \$ 21´184.000, actualmente en el campo Quifa, existen 22 Shelter en operación, con un costo estimado anual de \$ 46.6048.000, frente a las diferidas causadas en el año 2013 en los meses comprendidos entre enero y octubre, fueron de \$ 1.794´645.000; al llevar estos valores a costo por mes y compararlos obtenemos, que el precio por mantenimiento es de \$ 38´837.333 frente a \$ 179´464.500 en pérdidas; por lo tanto tenemos una diferencia de \$ 140.627.167. Es así que para que la estrategia tenga un valor agregado, debe reducir las diferidas a 21,6%, siendo este mismo porcentaje la inversión.

8. CONCLUSIONES

- La necesidad de la implementación de la estrategia, se demostró analizando las estadísticas de fallas y diferidas presentadas; encontrando los puntos de mejora.
- Se cumplió con el objetivo de garantizar la disponibilidad y confiabilidad, a través de la estrategia de mantenimiento, dirigida a cada equipo eléctrico que compone el sistema Shelter de sincronismo de campo Quifa.
- Se realizó el levantamiento de los equipos que están en el Shelter de sincronismo, con sus referencias, capacidades y cantidades, definiendo una estructura de ubicaciones técnicas.
- se realizó el taller de criticidad de equipos; utilizando el procedimiento implementado en Pacific Rubiales, hallando entre los sistemas más críticos la lógica de sincronismo, los interruptores que nos afecta directamente las diferidas, el sistema contra incendio, aire acondicionado, aun cuando estos equipos son auxiliares, demostraron que afectan la seguridad del sistema.
- Se crearon las hojas de ruta, a los equipos que componen el sistema, definiendo los recursos necesarios para implementar la estrategia de mantenimiento propuesta.
- Se creó un Balance Scorecard, facilitando el control del proceso sistema de gestión, definiendo la visión y estrategia.
- Se cumplieron los objetivos planteados, proponiendo una estrategia de mantenimiento donde se estableció la meta de reducir las diferidas en un 30% logrando una promesa de valor con una inversión del 21,6% de las diferidas.

BIBLIOGRAFIA

ALBARRACIN AGUILLON, Pedro Ramón. Mantenimiento Predictivo. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. 2012.

EQUITRONICA S.A., Dossier Quifa 8 6-L5(10-014)

GONZÁLEZ BOHÓRQUEZ, Carlos Ramón. Mantenimiento Preventivo. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. 2006.

PABON, Hernán. Gerencia Financiera de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. 2011.

PEDRO SILVA ARDILA, Mantenimiento en la práctica, 2009

PINILLA BORRAS, Carlos. Principios de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. 2011.

PRADA ORDUZ, Héctor. Formulación y Evaluación de Proyectos. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. 2011.

PULIDO, Luis. Herramientas de Mantenimiento predictivo útil para equipo eléctrico. Jun 2002. No. 9 Available from Internet:
<http://www.mantenimientomundial.com/articulos/9herram.asp>

RODOLFO ZULUAGA, Molina. Modelo para el cuidado básico y rondas estructuradas del equipo eléctrico típico en las áreas de proceso de la gerencia refinería Barrancabermeja Ecopetrol S.A. [recurso electrónico] / 2011, 64 p.

SERGIO FERNANDO, Amaya Rojas / PINEDA SUAREZ, Álvaro Fernando. Diseño de un proceso de planeación, programación y optimización (PS&O) para el mantenimiento eléctrico de la gerencia refinería Barrancabermeja de Ecopetrol S.A. [recurso electrónico] / 2009, 81 p.

SILVA ARDILA, Pedro Eliseo. Mantenimiento en la práctica, como aplicar las teorías modernas de mantenimiento y lograr resultados, Bogotá D.C.: ACIEM, 2008, 194 p.

ANEXO A

Plantilla para construcción del plan de mantenimiento para los Shelter de sincronismo

Código: F-MTO-XXX Fecha: Nov. de 2012	 PLAN DE MANTENIMIENTO	Versión: 1
Controlado	PLAN DE MANTENIMIENTO No. xxxxxxxx	
CAMPO : CODIGO SAP: SISTEMA: SHELTER DE SINCRONISMO		
EQUIPO: CLUSTER 05 TAG: +N1, +N2, +N3, +N4, N+5, +N6		
<div style="background-color: #003366; color: white; padding: 5px; margin-bottom: 5px; text-align: center;">1- Contexto Operacional</div> <div style="background-color: #003366; color: white; padding: 5px; margin-bottom: 5px; text-align: center;">2-Hojas de Ruta por Especialidad</div> <div style="display: flex; justify-content: center; gap: 5px; margin-bottom: 5px;"> <div style="background-color: #cc0000; color: white; padding: 5px; text-align: center; font-size: 0.8em;">Elec</div> <div style="background-color: #cc0000; color: white; padding: 5px; text-align: center; font-size: 0.8em;">Mec</div> <div style="background-color: #cc0000; color: white; padding: 5px; text-align: center; font-size: 0.8em;">Ins</div> <div style="background-color: #cc0000; color: white; padding: 5px; text-align: center; font-size: 0.8em;">CBM</div> </div> <div style="background-color: #003366; color: white; padding: 5px; margin-bottom: 5px; text-align: center;">3-Resumen Estrategia de Mantenimiento</div> <div style="background-color: #003366; color: white; padding: 5px; margin-bottom: 5px; text-align: center;">4-Balance de Horas Hombre</div>		<div style="background-color: #003366; color: white; padding: 5px; margin-bottom: 5px; text-align: center;">5-Disponibilidad Máxima del Sistema</div> <div style="background-color: #003366; color: white; padding: 5px; margin-bottom: 5px; text-align: center;">6-Listado de Partes</div> <div style="background-color: #003366; color: white; padding: 5px; margin-bottom: 5px; text-align: center;">7-HSEQ</div> <div style="background-color: #003366; color: white; padding: 5px; margin-bottom: 5px; text-align: center;">8-Costos</div>
Elaboró: Equipo de Confiabilidad	Aprobó: Superintendencia de Mantenimiento	Fecha: Julio 2012
Revisó: Superintendencia de Mantenimiento		



www.pacificrubiales.com

		*Aplicar silicona y sellar la entrada a insectos y animales rastreros																	
ACTIVIDADES SINCRONISMO GENCON																			
01 40	ELEC	Toma de parámetros operacionales	Toma de parámetros: Tensión registro del sincronismo en el master A-B(vac) B-C(vac) A-C(vac) El sistema debe estar en 480vac/60,2 Hz que es lo ideal Tensión con carga de cada uno de los generadores A-B(vac) B-C(vac) A-C(vac) , Corriente de carga de cada uno de los generadores A(amp) B(amp) C(amp), KW totales de cada uno de los generadores (KW), Frecuencia de operación (Hz).	TOMPAROP	2	2,00	X									X			
01 50	ELEC	Revisión y limpieza de Gencon	Desconexión de Gencon para desarmado, revisión de tarjetas internas, limpieza, inspección física de los componentes electrónicos, aplicar correctivos y/o cambio de relé de sincronismo, re-arme del equipo.	REVLGEN	2	1										X			
01 60	ELEC	Revisión de cableado de Gencon	Verificar estado de terminales y cables en el cubículo de la celda correspondiente al control Gencon, cambiar si es necesario.	REVCGEN	2	0,2										X			
01 70	ELEC	Revisión de cableado de control	Revisión de puntos de control en el generador tales como control de velocidad, control de tensión, señal remota, fallo común y alimentación de baterías 24vdc, aplicar correctivos si es necesario.	REVCACO	2	1										X			
01 80	ELEC	Reconexión de Gencon en la celda	Normaliza conexión del Gencon para ser energizado.	RECOGEN	2	0,1										X			
RESUMEN ACTIVIDADES:																			
01 90	ELEC	Preliminares	Diligenciamiento de los Respectiveos permisos de Trabajo. Desplazamiento desde la Base (Taller hasta el CDM y al Sitio de Trabajo). Retiro en CDM de los Materiales de Limpieza.	PERMISO	1	1,40	X									X			
02 00	ELEC	Ejecución herramienta en mano	Actividad 1 Mes	EJECUCION	1	2,65	X												
02 10	ELEC	Ejecución herramienta en mano	Actividad 6 Mes	EJECUCION	1	6,35										X			
02 20	ELEC	Actividades de Logística	Actividades de alistamiento y terminación de tareas.	EJECUCION	1	0,50	X									X			
02 30	ELEC	Cierre Orden De Trabajo	Diligenciamiento de los Respectiveos Registros de Trabajo.	CIERRE	2	0,3	X									X			

Mapa general de mantenimientos en el año por Especialidad por Equipo

	Semanal	Quincenal	Mensual	Bimestral	Trimestral	Semestral	Anual
Mecánico							
Eléctrico							
Instrumentista							
CBM							

■ Inspección
■ Mantenimiento Con Equipo Detenido
■ Inspección CBM

Mapa general de mantenimientos en el año para el Sistema

Equipo		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
CELDA +N1	Elec	M	M	M	M	M	M-S	M	M	M	M	M	M-S
	Meca												
	Inst												
	CBM						S						S
CELDA +N2	Elec	M	M	M	M	M	M-S	M	M	M	M	M	M-S
	Meca												
	Inst												
	CBM						S						S
CELDA +N3	Elec	M	M	M	M	M	M-S	M	M	M	M	M	M-S
	Meca												
	Inst												
	CBM						S						S
CELDA +N4	Elec	M	M	M	M	M	M-S	M	M	M	M	M	M-S
	Meca												
	Inst												
	CBM						S						S
CELDA +N5	Elec	M	M	M	M	M	M-S	M	M	M	M	M	M-S
	Meca												
	Inst												
	CBM						S						S
CELDA +N6	Elec	M	M	M	M	M	M-S	M	M	M	M	M	M-S
	Meca												
	Inst												
	CBM						S						S

■ Inspección
■ Mantenimiento Con Equipo Detenido
■ Inspección CBM

M	Mensual
B	Bimestral
T	Trimestral
S	Semestral
A	Anual

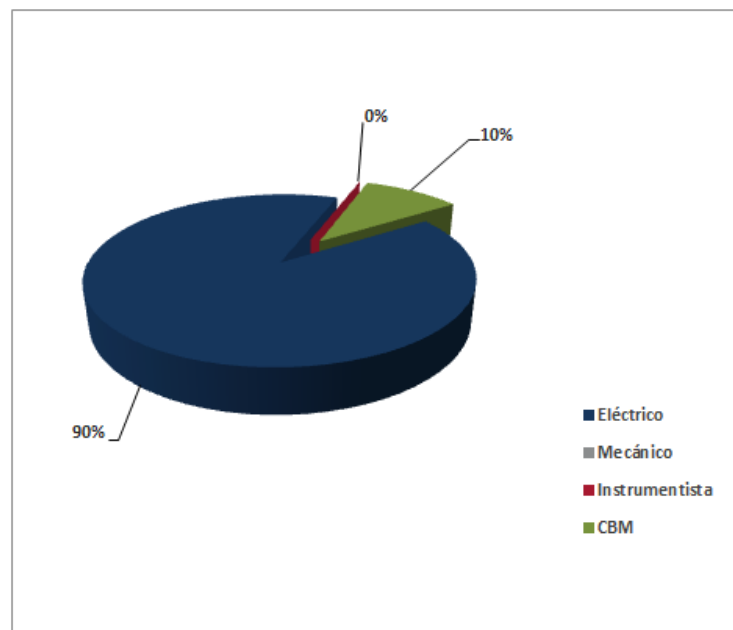
Horas Hombre por Especialidad Año

Para la ejecución de la estrategia de mantenimiento formulada y distribuida como se ilustra en la gráfica, se requiere un total de:

1024,00 horas

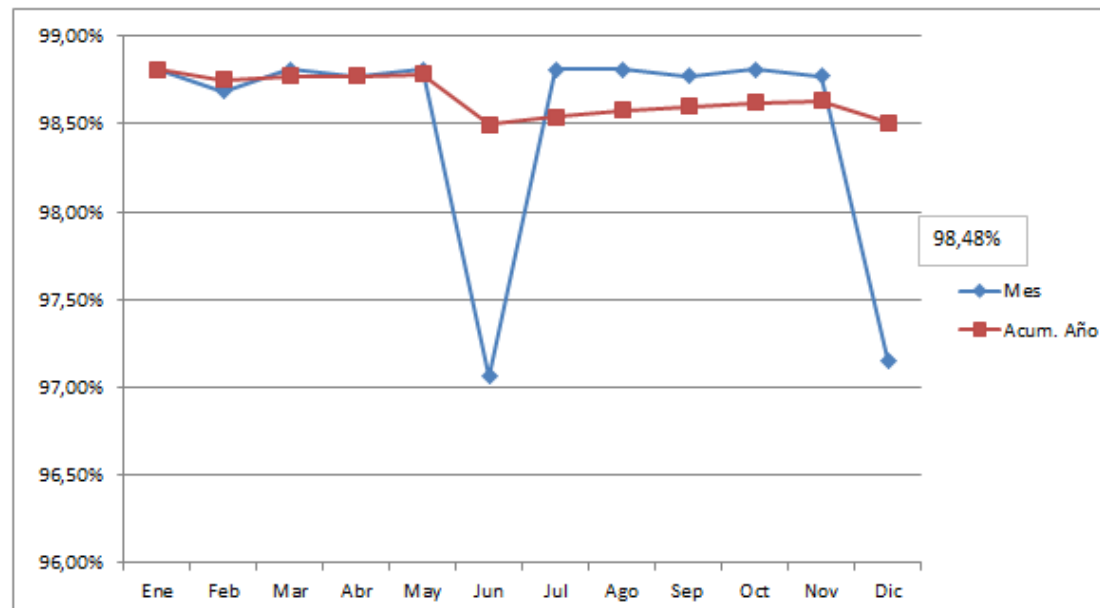
HH MECANICA	0,00
HH ELECTRICA	920,00
HH CBM	104,00
HH INSTRUMENTACION	0,00
TOTAL	1024,00

El análisis del balance de horas hombre, se realizó por cuatro disciplinas que se pueden ejecutar por tres especialistas, por ejemplo: un electromecánico, un instrumentista y el personal de CBM.



Equipo	Especialidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
CELDA +N1	Electrico	14,10	14,1	14,10	14,1	14,1	21,50	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	21,50
	Mecanico	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0,00
	Instrumentación	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0,00
	CBM	0	0	0	0	0	10,40	0	0	0	0	0	10,4
CELDA +N2	Electrico	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	21,50	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	21,50
	Mecanico	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0,00
	Instrumentación	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0,00
	CBM	0	0	0	0	0	10,4	0	0	0	0	0	10,4
CELDA +N3	Electrico	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	21,50	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	21,50
	Mecanico	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0,00
	Instrumentación	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0,00
	CBM	0	0	0	0	0	10,4	0	0	0	0	0	10,4
CELDA +N4	Electrico	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	21,50	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	21,50
	Mecanico	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0,00
	Instrumentación	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0,00
	CBM	0	0	0	0	0	10,4	0	0	0	0	0	10,4
CELDA +N5	Electrico	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	21,50	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	21,50
	Mecanico	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0,00
	Instrumentación	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0,00
	CBM	0	0	0	0	0	10,4	0	0	0	0	0	10,4

Disponibilidad máxima posible con la estrategia de mantenimiento



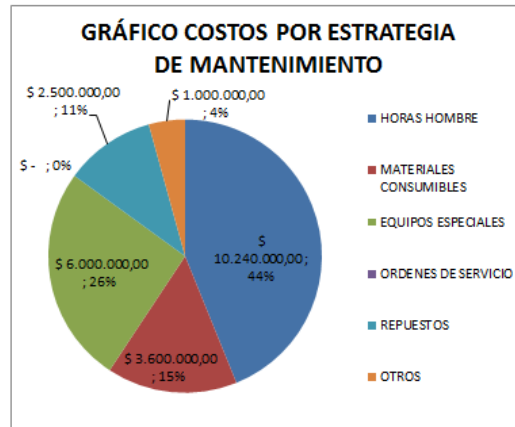
Para la estrategia de mantenimiento propuesta, se estima que para el sistema de aire comprimido de combustión in situ, la disponibilidad máxima posible en el año por intervenciones de mantenimiento preventivo es del:

98,48 %

Costos Directos asociados al mantenimiento según Especialidad de Mantenimiento

COSTOS DIRECTOS	UNIDAD	VALOR
HORAS HOMBRE	Pesos	\$ 10.240.000,00
MATERIALES CONSUMIBLES	Pesos	\$ 3.600.000,00
EQUIPOS ESPECIALES	Pesos	\$ -
ORDENES DE SERVICIO	Pesos	\$ 1.000.000,00
REPUESTOS	Pesos	\$ -
OTROS	Pesos	\$ -
VALOR TOTAL		\$ 14.840.000,00

RVACIONES _____



Código: F-MTO-XXX Fecha: Nov. de 2012		Versión: 1
Controlado	PLAN DE MANTENIMIENTO	

PLAN DE MANTENIMIENTO No. xxxxxxxx

CAMPO : EQUIPO: AIRE ACONDICIONADO CLUSTER 05
CODIGO SAP: TAG:
SISTEMA: SHELTER DE SINCRONISMO

- 1- Contexto Operacional
- 2-Hojas de Ruta por Especialidad
 - Elec
 - Mec
 - Ins
 - CBM
- 3-Resumen Estrategia de Mantenimiento
- 4-Balance de Horas Hombre



- 5-Disponibilidad Máxima del Sistema
- 6-Listado de Partes
- 7-HSEQ
- 8-Costos

Elaboró: Equipo de Confiabilidad	Aprobó: Superintendencia de Mantenimiento	Fecha: Julio 2012
Revisó: Superintendencia de Mantenimiento		



Mapa general de mantenimientos en el año por Especialidad por Equipo

	Semanal	Quincenal	Mensual	Bimestral	Trimestral	Semestral	Anual
Mecánico							
Eléctrico							
Instrumentista							
CBM							

- Inspección
- Mantenimiento Con Equipo Deterido
- Inspección CBM

Mapa general de mantenimientos en el año para el Sistema

Equipo		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
CELDA +N1	Elec	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
	Meca			T			T			T			T
	Inst												
	CBM												

- Inspección
- Mantenimiento Con Equipo Deterido
- Inspección CBM

M	Mensual
B	Bimestral
T	Trimestral
S	Semestral
A	Anual

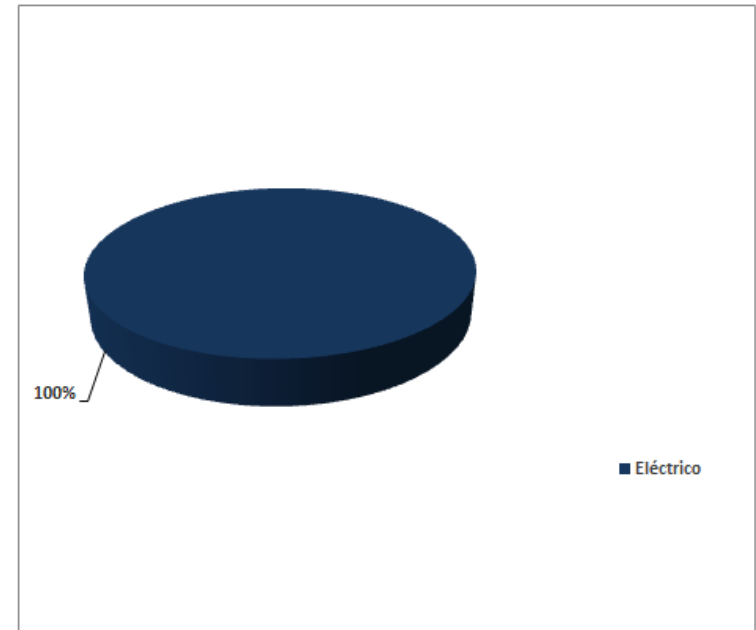
Horas Hombre por Especialidad Año

Para la ejecución de la estrategia de mantenimiento formulada y distribuida como se ilustra en la gráfica, se requiere un total de:

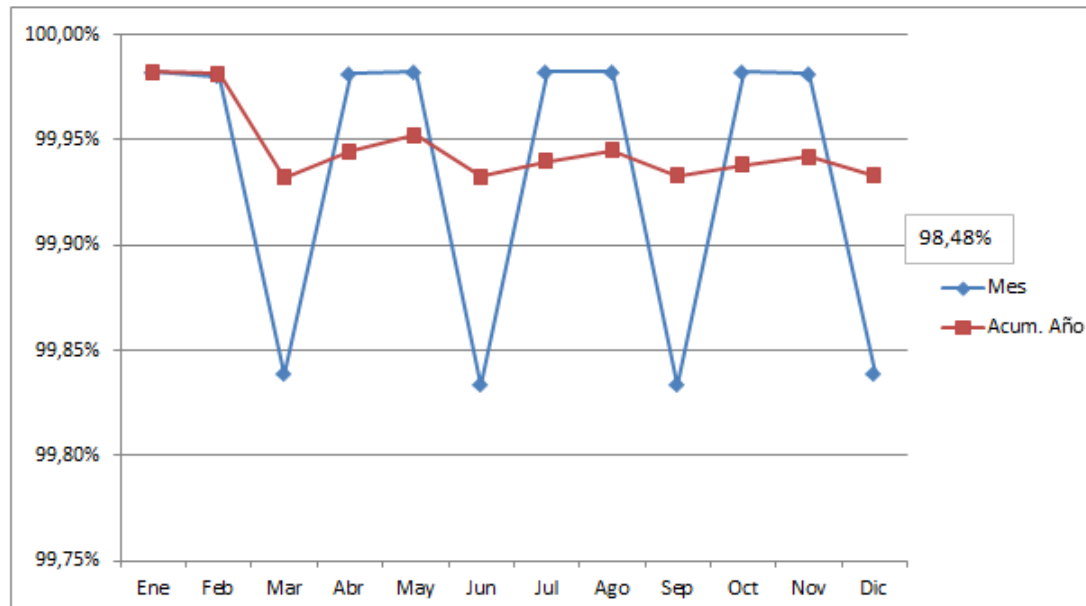
70,40 horas

HH MECANICA	0,00
HH ELECTRICA	70,40
HH CBM	0,00
HH INSTRUMENTACION	0,00
TOTAL	70,40

El análisis del balance de horas hombre, se realizó por cuatro disciplinas que se pueden ejecutar por tres especialistas, por ejemplo: un electromecánico, un instrumentista y el personal de CBM.



Disponibilidad máxima posible con la estrategia de mantenimiento



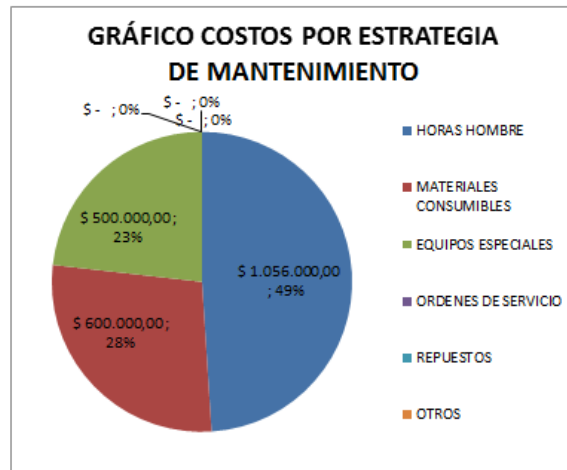
Para la estrategia de mantenimiento propuesta, se estima que para el sistema de aire comprimido de combustión in situ, la disponibilidad máxima posible en el año por intervenciones de mantenimiento preventivo es del:

98,48 %

Costos Directos asociados al mantenimiento según Especialidad de Mantenimiento

COSTOS DIRECTOS	UNIDAD	VALOR
HORAS HOMBRE		\$ 1.056.000,00
MATERIALES CONSUMIBLES		\$ 600.000,00
EQUIPOS ESPECIALES		\$ 500.000,00
ORDENES DE SERVICIO		\$ -
REPUESTOS		\$ -
OTROS		\$ -
VALOR TOTAL		\$ 2.156.000,00

RVACIONES _____



Código: F-MTO-XXX Fecha: Nov. de 2012		Versión: 1
Controlado	PLAN DE MANTENIMIENTO	

PLAN DE MANTENIMIENTO No. xxxxxxxx

CAMPO : EQUIPO: AGENTE LIMPIO SCI
CODIGO SAP: TAG:
SISTEMA:

1- Contexto Operacional

2-Hojas de Ruta por Especialidad

- Elec
- Mec
- Ins
- CBM

3-Resumen Estrategia de Mantenimiento

4-Balance de Horas Hombre



5-Disponibilidad Máxima del Sistema

6-Listado de Partes

7-HSEQ

8-Costos

Elaboró: Equipo de Confiabilidad	Aprobó: Superintendencia de Mantenimiento	Fecha: Julio 2012
Revisó: Superintendencia de Mantenimiento		



Mapa general de mantenimientos en el año por Especialidad por Equipo

	Semanal	Quincenal	Mensual	Bimestral	Trimestral	Semestral	Anual
Mecánico							
Eléctrico							
Instrumentista							
CBM							

- Inspección
- Mantenimiento Con Equipo Detenido
- Inspección CBM

Mapa general de mantenimientos en el año para el Sistema

Equipo		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
SCI AGENTE LIMPIO	Elec			T			T			T			T
	Meca												
	Inst												

- Inspección
- Mantenimiento Con Equipo Detenido
- Inspección CBM

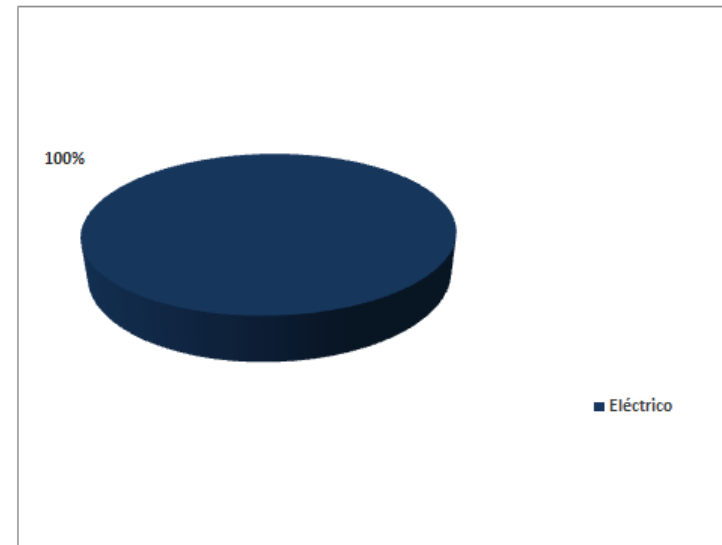
M	Mensual
B	Bimestral
T	Trimestral
S	Semestral
A	Anual

Horas Hombre por Especialidad Año

Para la ejecución de la estrategia de mantenimiento formulada y distribuida como se ilustra en la gráfica, se requiere un total de:

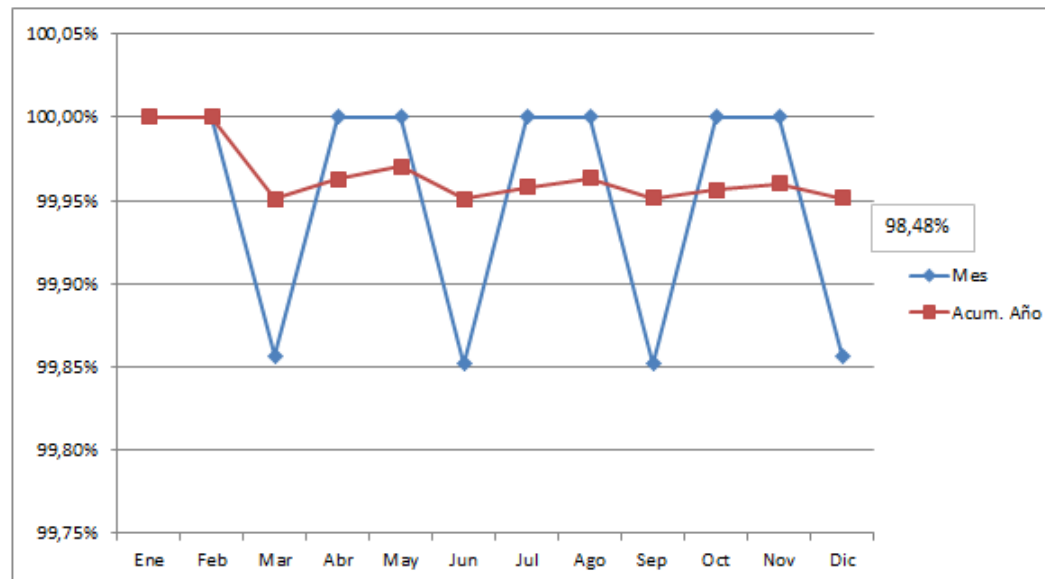
23,60 horas

HH MECANICA	0,00
HH ELECTRICA	23,60
HH INSTRUMENTACION	0,00
TOTAL	23,60



El análisis del balance de horas hombre, se realizó por cuatro disciplinas que se pueden ejecutar por tres especialistas, por ejemplo: un electromecánico, un instrumentista y el personal de CBM.

Disponibilidad máxima posible con la estrategia de mantenimiento



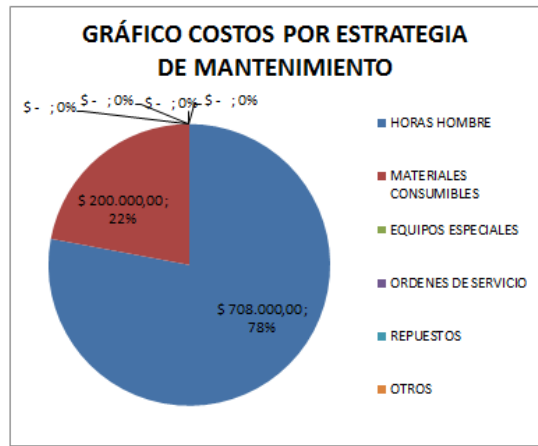
Para la estrategia de mantenimiento propuesta, se estima que para el sistema de aire comprimido de combustión in situ, la disponibilidad máxima posible en el año por intervenciones de mantenimiento preventivo es del:

98,48 %

Costos Directos asociados al mantenimiento según Especialidad de Mantenimiento

COSTOS DIRECTOS	UNIDAD	VALOR
HORAS HOMBRE		\$ 708.000,00
MATERIALES CONSUMIBLES		\$ 200.000,00
EQUIPOS ESPECIALES		\$ -
ORDENES DE SERVICIO		\$ -
REPUESTOS		\$ -
OTROS		\$ -
VALOR TOTAL		\$ 908.000,00

RVACIONES _____



Código: F-MTO-XXX Fecha: Nov. de 2012		Versión: 1
Controlado	PLAN DE MANTENIMIENTO	

PLAN DE MANTENIMIENTO No. xxxxxxxx

CAMPO : EQUIPO: UPS CLUSTER 05
CODIGO SAP: TAG:
SISTEMA: SHELTER DE SINCRONISMO

1- Contexto Operacional

2-Hojas de Ruta por Especialidad

- Elec
- Mec
- Ins
- CBM

3-Resumen Estrategia de Mantenimiento

4-Balance de Horas Hombre



5-Disponibilidad Máxima del Sistema

6-Listado de Partes

7-HSEQ

8-Costos

Elaboró: Equipo de Confiabilidad	Aprobó: Superintendencia de Mantenimiento	Fecha: Julio 2012
Revisó: Superintendencia de Mantenimiento		



Mapa general de mantenimientos en el año por Especialidad por Equipo

	Semanal	Quincenal	Mensual	Bimestral	Trimestral	Semestral	Anual		
Mecánico									
Eléctrico									
Instrumentista									
CBM									

- Inspección
- Mantenimiento Con Equipo Detenido
- Inspección CBM

Mapa general de mantenimientos en el año para el Sistema

Equipo		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
CELDA +N1	Elec	M	M	M-S	M	M	M	M	M	M-S	M	M	M
	Meca												
	Inst												
	CBM												

- Inspección
- Mantenimiento Con Equipo Detenido
- Inspección CBM

M	Mensual
B	Bimestral
T	Trimestral
S	Semestral
A	Anual

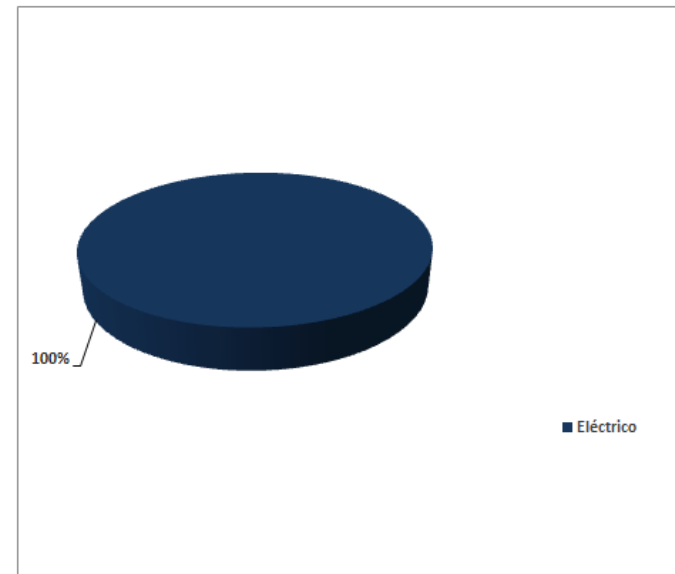
Horas Hombre por Especialidad Año

Para la ejecución de la estrategia de mantenimiento formulada y distribuida como se ilustra en la gráfica, se requiere un total de:

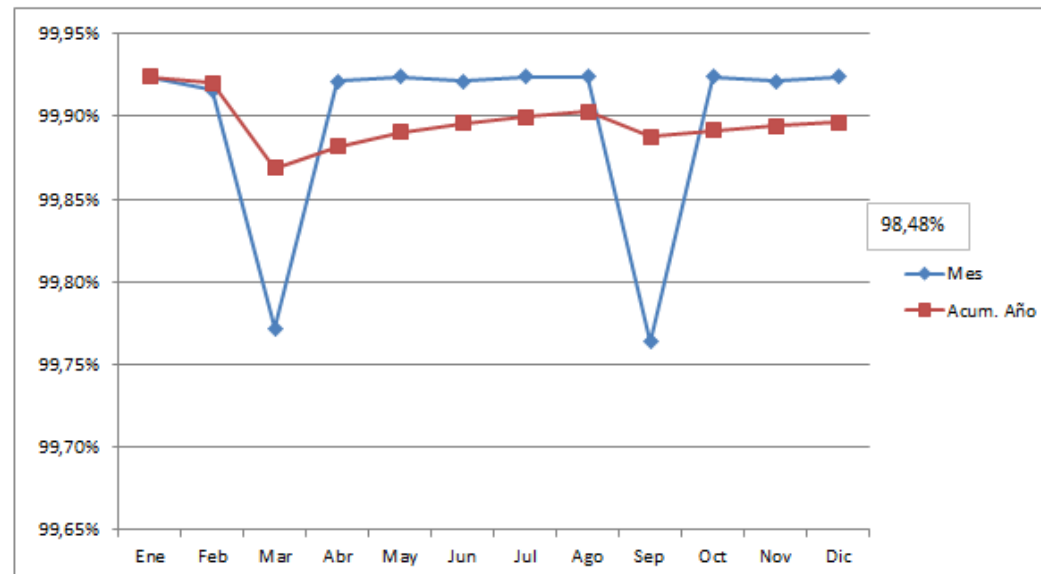
80,00 horas

HH MECANICA	0,00
HH ELECTRICA	80,00
HH CBM	0,00
HH INSTRUMENTACION	0,00
TOTAL	80,00

El análisis del balance de horas hombre, se realizó por cuatro disciplinas que se pueden ejecutar por tres especialistas, por ejemplo: un electromecánico, un instrumentista y el personal de CBM.



Disponibilidad máxima posible con la estrategia de mantenimiento



Para la estrategia de mantenimiento propuesta, se estima que para el sistema de aire comprimido de combustión in situ, la disponibilidad máxima posible en el año por intervenciones de mantenimiento preventivo es del:

98,48 %

Costos Directos asociados al mantenimiento según Especialidad de Mantenimiento

COSTOS DIRECTOS	UNIDAD	VALOR
HORAS HOMBRE		\$ 1.200.000,00
MATERIALES CONSUMIBLES		\$ 600.000,00
EQUIPOS ESPECIALES		\$ 700.000,00
ORDENES DE SERVICIO		\$ -
REPUESTOS		\$ 630.000,00
OTROS		\$ 150.000,00
	VALOR TOTAL	\$ 3.280.000,00

RVACIONES _____

