

**MANTENIMIENTO EFICIENTE EN EQUIPOS PARA TRATAMIENTO CRUDO
CONVENCIONAL**

JOSE DAVID CAMACHO PEÑA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
ESPECIALIZACIÓN EN PRODUCCION DE HIDROCARBUROS
BUCARAMANGA**

2015

**MANTENIMIENTO EFICIENTE EN EQUIPOS PARA TRATAMIENTO CRUDO
CONVENCIONAL**

JOSE DAVID CAMACHO PEÑA

**Monografía para optar al título de
Especialista en producción de Hidrocarburos**

**Director
Ing. Nicolás Santos Santos**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
ESPECIALIZACIÓN EN PRODUCCION DE HIDROCARBUROS
BUCARAMANGA**

2015

CONTENIDO

INTRODUCCION.....	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
2. OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GENERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
3. MARCO DE REFERENCIA.....	16
3.1 SISTEMA DE MANTENIMIENTO	16
3.1.1 Equipos:.....	19
4. ANALISIS DE ESTADO DE MANTENIMIENTO.....	24
4.1 MANTENIMINETO EN CAMPO.....	24
4.2 RENDIMINETO ACTUAL DE LOS EQUIPOS.....	28
4.3 PLANES DE MANTENIMIENTO ACTUALES:	30
5. MANTENIMIENTO EFICIENTE	31
5.1 PROPUESTA DE MANTENIMINETO	31
5.1.1 Personal de mantenimiento.	31
5.1.1.1 Funciones y perfiles.	32
5.1.2 El sistema de mantenimiento	34
5.1.3 Documentos.....	37
5.1.4 Capacitación y entrenamiento.....	39
6. VIABILIDAD ECONOMICA DEL PROYECTO.....	41
6.1 COSTOS DE IMPLEMENTACION.....	43

7. RECOMENDACIONES.....	46
8. CONCLUSIONES.....	47
BIBLIOGRAFIA.....	49

LISTA DE GRAFICOS

Grafico 1.	Free wáter knock out.	19
Grafico 2.	. <i>Gunbarrels</i>	20
Grafico 3.	Tratadores de flujo horizontal.....	21
Grafico 4.	Calentador de fuego Indirecto.	22
Grafico 5.	Tratador térmico horizontal.	23
Grafico 6.	Elementos primarios de trabajo.....	25
Grafico 7.	Principales causas para mantenimiento.....	26
Grafico 8.	Porcentajes en eficiencia de los sistemas.....	29
Grafico 9.	Organigrama básico.....	31
Grafico 10.	Ecuación EAM.	36
Grafico 11.	Ecuación TPEF.....	36
Grafico 12.	Ecuación ID.	37

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Mantenimiento de pequeños componentes	24
Tabla 2. Mantenimiento de equipo tratador.	27
Tabla 3. Mantenimiento Menor	35
Tabla 4. Mantenimiento mayor	35
Tabla 5. Análisis económico General sin modificar.	41
Tabla 6. Dotación para personal administrativo sin modificar.	42
Tabla 7. Dotación para personal operativo sin modificar.	43
Tabla 8. Herramienta propuesta.	43
Tabla 9. Programa de capacitación.	44
Tabla 10. Total Gastos implementación.	45

GLOSARIO

Mantenimiento. Operación que busca mantener maquinas, sistemas, en condiciones normales de operación.

Correctivo. Acción que busca recuperar un elemento, pieza o máquina que se ha detenido de forma inesperada.

Preventivo. Acción que busca evitar un paro innecesario de sistema, mediante la previsión y la medición.

TPM. Mantenimiento total productivo, intenta prevenir y anticipar la falla antes de que ocurra.

RCM. Mantenimiento basado en la confianza, busca medir y anticipar todas las fallas a través de elementos de medición.

Eficiencia. Realizar los objetivos con la mayor precisión, mayor constancia y menor tiempo.

FWKO. Free WaterKnockOut.: dispositivo diseñado para separar gotas grandes de agua disueltas en el crudo.

Gunbarrels con bota de gas.: Tanque que separa agua del crudo por medio del proceso de lavado.

Tratador de flujo.: Tanques cuya función son las de estabilizar el flujo de crudo para mejorar y facilitar la separación gravitacional.

RESUMEN

TITULO:MANTENIMIENTO EFICIENTE EN EQUIPO PARA TRATAMIENTO DE CRUDO CONVENCIONAL*.

AUTOR:JOSE DAVID CAMACHO PEÑA.**

PALABRAS CLAVE:Mantenimiento, Rutas de mantenimiento, Eficiencia, Tiempos muertos, Tiempo de servicio, Garantía.

DESCRIPCION:

En los sistemas de producción, sin importar el tipo de negocio o el sector económico que incluya actividades donde se utilicen maquinas, se habla de mantenimiento como parte de una cadena de procesos que llevan a un buen resultado; así igualmente en la industria de los hidrocarburos existen diferentes entes que participan de manera integrada cuyo propósito es el de contribuir al movimiento energético del país.

El presente documento, tiene como objetivo tratar sobre el mantenimiento de equipo para el tratamiento de crudo convencional, claramente dicho este equipo pertenece a un sistema de producción cuyo fin es la entrega de crudo listo para ser refinado y transformado. Mencionaremos las malas prácticas de mantenimiento y las demoras que pueden causar un crudo no adecuado, las demoras que causan paradas no programadas de equipo de tratamiento e incluso la pérdida de eficiencia cuando se ejecuta un inadecuado mantenimiento en campo. Los pasos que se efectuarán para hacerlo correctamente e incluiremos el concepto de mantenimiento eficiente aun como soporte de los sistemas ya existentes tales como el mantenimiento productivo, preventivo y correctivo, estos últimos siendo los más utilizados a lo largo de toda la industria.

El documento está dividido en tres secciones, la primera es el marco de referencia en el cual se hace una breve descripción del tratamiento crudo convencional, los equipos que actúan en dicho proceso; así como una breve introducción del concepto de mantenimiento y mantenimiento eficiente. La segunda sección es el análisis de la situación actual de los equipos, de los procesos y sistema de mantenimiento aplicado en los mencionados anteriormente con el fin de ubicar el eslabón débil en la cadena. En la tercera sección se expone el modelo actual de mantenimiento y cómo hacer la transición a un modelo más eficiente, los pro y contras que implica la transición, los informes correspondientes y el análisis pertinente al estudio previamente realizado.

* Monografía para optar al título de Especialista en Producción de Hidrocarburos

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería de Petróleos Director: Ing. Nicolás Santos Santos

Abstract

TITLE: EFFICIENT EQUIPMENT MAINTENANCE TREATMENT OF CONVENTIONAL CRUDE.

AUTHOR: DAVID CAMACHO JOSE PEÑA.

KEYWORDS: Maintenance, trails maintenance, efficiency, dead times, service time, Warranty.

DESCRIPTION:

In all production systems regardless of the type of business or economic sector that includes activities where machines are used, there is talk of maintenance as part of a chain of processes that lead to a good result, so also in the hydrocarbon industry there are different entities involved in an integrated manner and contain machinery whose purpose is to contribute to energy movement in the country.

This paper aims to discuss the maintenance of equipment for the treatment of conventional crude, clearly that this computer belongs to a production system aimed at delivering crude oil processed ready to be refined, transformed. Talk of bad maintenance practices and delays that can cause a raw badly treated, causing delays unscheduled treatment equipment, have even the loss of efficiency when running bad field maintenance. Mention the steps performed for proper maintenance and efficient maintenance concept will be introduced yet in support of existing systems such as the production, preventive and corrective maintenance latter being the most widely used throughout the industry.

The document is divided into three sections, the first is the framework in which to make a brief description of conventional crude treatment and computers that act in this process as well as a brief introduction of the concept of maintenance and efficient maintenance. The second section is an analysis of the current status of equipment and processes and maintenance system applied in the above mentioned order to locate the weak link in the chain if any. In the third section keeping the current model is exposed and how to make the transition to a more efficient model the pros and cons involved in the transition, the reports and analyzes relevant to the study previously conducted.

* Monograph.

** Specialization in Production of Hydrocarbons, Petroleum Engineering School, Industrial University of Santander. Director: Ing. Nicolás Santos Santos

INTRODUCCION

En el fondo de los yacimientos se encuentran gotas de aceite, agua, gas natural, y sedimentos básicos, generalmente en forma de emulsión¹, con propiedades de presión y temperatura, propios de cada campo en equilibrio hasta ser extraídos. El fluido viaja a través de tuberías y llega a lugares donde se realiza básicamente el rompimiento de dicha emulsión, una separación de fases, con el fin de tener los hidrocarburos listos para ser transportados, este proceso es denominado tratamiento de hidrocarburo en facilidades de superficie o plantas de tratamiento de crudo.

Las plantas tratadoras generalmente tienen los mismos instrumentos para el rompimiento de la emulsión, proceso que conlleva etapas físico mecánica y etapas químicas con el fin de separar las fases, y así mismo tratarlas de diferente manera después de su rompimiento. Es de anotar que los elementos asociados a tuberías tales como válvulas, codos, compuertas, entre otros promueven la formación de emulsiones dificultando su tratamiento. Para disponer de las fases de la mejor manera mencionaremos los equipos que se asocian al tratamiento que se efectúa en superficie antes de certificación para poder enviar este a la planta de refinamiento.:

Free Waterknockout.

Gunbarrels.

Tratadores de flujo.

Calentadores, fuego directo e indirecto.

Tratadores térmicos.

Tratador termo electrostático.

De-salación (bomba de carga, intercambiador de temperatura, válvula mezcladora, de salador).

Es necesario recordar que estos sub sistemas no están trabajando independientes y que por el contrario hacen la columna vertebral del proceso de tratado, pero están apoyados por bombas, motores, filtros, sistemas de alimentación, consumibles de tubería, generadores y plantas. Todos estos eslabones de la cadena están fuera del mantenimiento en esta propuesta, con el fin de intervenir a los elementos principales antes mencionados, pero los no incluidos si necesitan ser parte de un mantenimiento global dentro de la planta de tratamiento.

Debido a que las empresas buscan minimizar los impactos al medio ambiente, y optimizar ganancias es muy crítico que todo el personal involucrado en mantenimiento eleve el knowhow, con el fin de mantener un compromiso con la empresa el equipo y el medio al que pertenecemos.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los campos petroleros de la Cira Infantas, se pasó de 5 mil barriles diarios a 35 mil barriles de crudo diario hasta mayo de 2012, y con el firme objetivo de producir 50 mil para el 2015. El 31 de mayo de 2012 se perforaron 31 pozos productores y 22 inyectores de agua y se han realizado 254 actividades en fondo y en superficie; para tratar esta mala calidad y cantidad del agua varía continuamente de acuerdo a los volúmenes de fluidos producidos por los pozos, y aun más por diversos factores operacionales variables durante el tratamiento mediante procesos químicos y físicos.

Generalmente el agua coproducida contiene contaminantes como hidrocarburos, sólidos disueltos característicos y generados por fenómenos de corrosión, incrustaciones y bacterias, de ahí la necesidad del mantenimiento.

Consecuentemente con lo anterior se requiere estructurar un programa de mantenimiento diseñado y enfocado a la eficiencia de los separadores y desaladores. Para ello se busca desarrollar estrategias y tecnologías costo-efectivas en las facilidades de producción para asegurar que el agua sea tratada de forma óptima cumpliendo los parámetros establecidos en las normas de la industria y los estándares ambientales.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un plan de mantenimiento eficiente para equipos de tratamiento de crudo convencional separadores y de saladores.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Buscar los reportes, Hojas de vida de los equipos de tratamiento de crudo convencional, separadores, de-saladores y conceptualizar los alcances, beneficios, y principales problemas que encierran el mantenimiento en la planta de tratamiento.
- Reconocer la existencia de rutas críticas de mantenimiento, diseñar o rediseñar dichas rutas.
- Realizar un diagnóstico del campo, relacionado con caracterización, proceso de tratamiento, problemas presentes y esquema de aguas serviciales.
- Presentar informe y validar el estado de equipos actuales , su condición, su registro, y documentos existentes, relevantes.
- Definir estrategias para la implementación de nuevos procesos de mantenimiento, capacitación, problemática ambiental relacionada.

3. MARCO DE REFERENCIA

3.1 SISTEMA DE MANTENIMIENTO

Definición y concepto

Los sistemas de producción a lo largo de la industria han buscado como objetivo del negocio, la producción más eficientes, económicas rápidas y es en estos temas donde el mantenimiento juega un papel esencial para cumplir con los objetivos trazados . El estado de las máquinas y sus componentes debe ser óptimo para que la producción minimice los tiempos muertos al máximo, para ello se cuentan con planes de mantenimiento y estos cambian de fase dependiendo de valores como tiempo, intensidad de trabajo, alimentación energética, y desechos de producción o elementos ajenos a la misma máquina que impiden que ella opere de la manera correcta.

El mantenimiento viene desde la revolución industrial cuando las maquinas se hicieron más complejas y las tareas de reparación más arduas, nace el concepto de mantenimiento que posee muchas definiciones pero en aras de no complicar lo simple del tema, aquí se define como el oficio de conservar operativamente y un elemento intentando mantenerlo en condiciones primarias de funcionamiento, pero la definición más exacta formalmente hablando es de los señores:

SalihDuffua y Jhon Dixon Campbell.

“Definimos habitualmente mantenimiento como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible, buscando la más alta disponibilidad y con el máximo rendimiento.”

Antes de la segunda guerra mundial solo se hablaba de una clase de mantenimiento que aun en la actualidad se mantiene vigente y es el mantenimiento correctivo, pero después de la segunda guerra mundial se introdujeron conceptos como fiabilidad, cuyo propósito era garantizar mayor tiempo de servicio vs menor tiempo de (stand by) o paro para servicio.

La producción en masa de productos terminados impulso una carrera contra el tiempo, con el fin de producir más en menos tiempo y con los mayores estándares posibles, cuyo resultado fue sistemas de producción más complejos y los notables adelantos tecnológico obligaron al mantenimiento a convertirse en un departamento con nivel gerencial, a fin de mantener la relación de producción viable y por supuesto aparecieron los planes de mantenimiento. La versatilidad de las industrias permite que se apliquen uno o más planes pero desde los últimos 30 años el mantenimiento a nivel mundial habla un solo idioma (Eficiencia), pero no se puede hablar de eficiencia global separando los planes existente de hecho solo se consigue con la combinación de uno o más planes ya establecidos razón por el cual se mencionaran de forma breve.

Mantenimiento correctivo: Planeado o no planeado consiste en el paro inesperado, corrección, arranque del equipo.

Mantenimiento preventivo: Realiza rutas de inspección, programa paradas de equipos, disminuye cargas operativas, incluye stock de repuestos.

Mantenimiento predictivo: Mejora las rutas de inspección, realiza análisis de fallos, incluye hojas de vida y reportes de servicio, mantiene el stock de repuestos, introduces aspectos fuera de la maquina o del elemento tales como ubicación, alimentación, posición.

Estos eran los mantenimientos utilizados a nivel mundial y se utilizan aun como base de los sistemas complejos de mantenimiento, pero los sistemas modernos o actuales aparecieron en Japón, Toyota, Mitsubishi, Yamaha, Honda, entre otras introdujeron al mundo los sistemas actuales de mantenimiento.

Mantenimiento total productivo (TPM): Busca la falla desde el origen, mide de forma sistemática, aparece el tiempo de servicio por piezas o vida útil, reduce el stock de repuestos por nivel de importancia, realiza graficas de vibración, puesta a punto, cargas en vacio.

Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM): Interviene el sistema gerencial del mantenimiento, elimina el stock de repuestos, rediseño de materiales, mediciones electrónicas, busca la falla desde el origen y rediseña el origen, busca extender la vida útil de la maquina o elemento, reporta con periodo corto, hojas de servicio por nivel de importancia, interviene por hoja de vida del equipo, repotencia y sugiere cambios en equipos por nivel de tecnología.

Mantenimiento Eficiente: Interviene y estructura el nivel gerencial de mantenimiento, medición electrónica, plataformas de mantenimiento, capacitación del personal de mantenimiento, realiza rutas de inspección, rutas de medición, rutas de operación, propone plataformas remotas.

En este punto es necesario que los antes mencionados planes de mantenimiento son aplicados por industrias de neta producción donde se busca una transformación de elementos primarios en elementos terminados, pero es aquí donde el problema principal y objetivo de este documento se revelan pues en la industria de hidrocarburos este fenómeno de transformación no es tan palpable, incluso es más la separación de

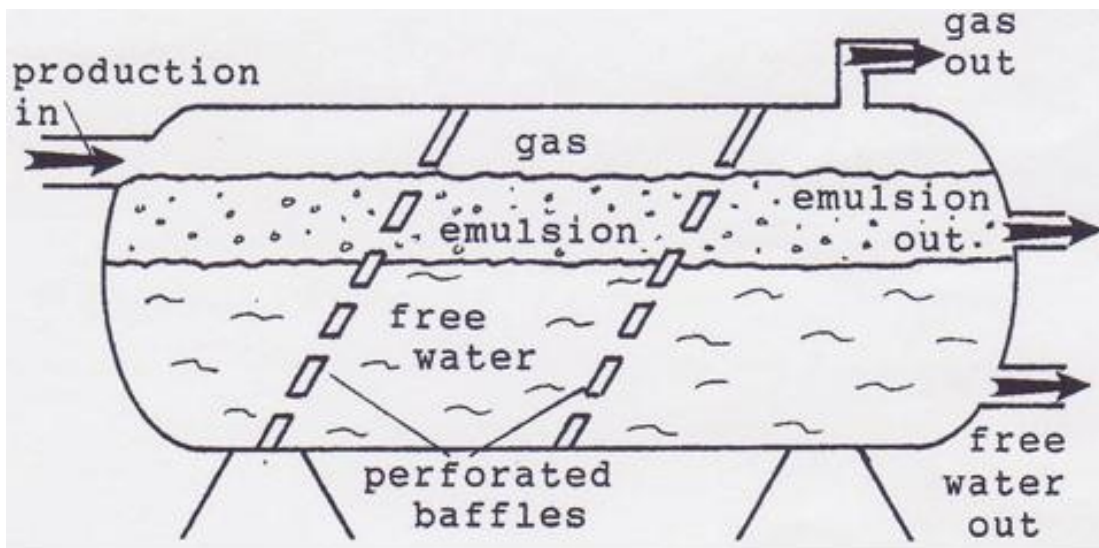
elementos, por lo que los equipos son rústicos, grandes, y con tendencia neta al fluido por lo que en mecánica los conceptos relacionados son hidráulica, neumática, cavitación, golpe de ariete, y en el área de la físico-química los conceptos son fase, cambio de fase, temperaturas, viscosidad, presión, tiempo de retención, los anteriores como principales.

En esta fase del documento se mencionara un poco de los equipos y los planes de mantenimiento que existen actualmente, y estudiaremos como realizar una mejora en los planes, y así alcanzar el objetivo primario de la propuesta; a continuación hablaremos de los equipos que son objeto de estudio en este documento

3.1.1 Equipos:

Free WáterKnockOut (FWKO): Es un recipiente a presión usado para remover el agua libre de la corriente de crudo¹.

Grafico 1. Free wáter knock out.



Fuente: free water knockout horizontal, www.p3planningengineer.com

¹ Especialización producción de Hidrocarburos, Operaciones de tratamiento de crudo, Nicolás Santos Santos, pág. 1-9

Gunbarrels con bota de gas. Es un tanque que se utiliza para lavar el crudo especialmente en sistemas de recolección de crudo convencional, pero se le ve más en sistemas de crudo pesado.

Grafico 2. .Gunbarrels.

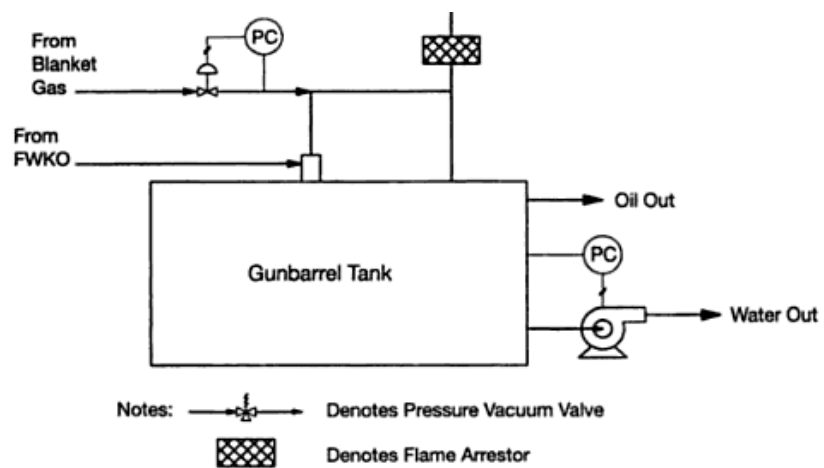
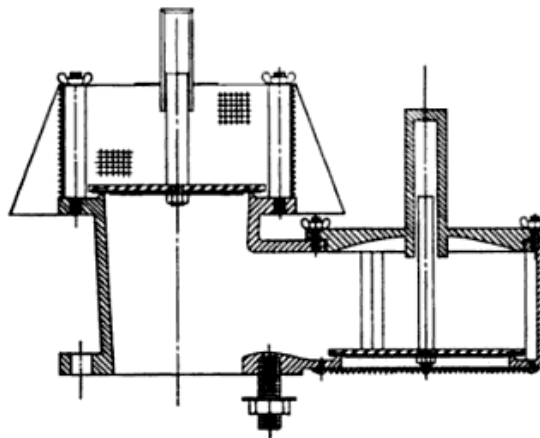


Figure 2-9. "Gunbarrel."



Fuente: ARNOLD Ken, STEWART Maurice, Surface Production, Desing of oil handing System and Facilities, 1° edición, volumen 1, 1981 capitulo7 pg. 197

Tratador de flujo: Aunque no son muy comunes los tratadores son tanques que contienen baffles internos con el fin de estabilizar el flujo para facilitar la separación gravitacional.

Grafico 3. Tratadores de flujo horizontal.

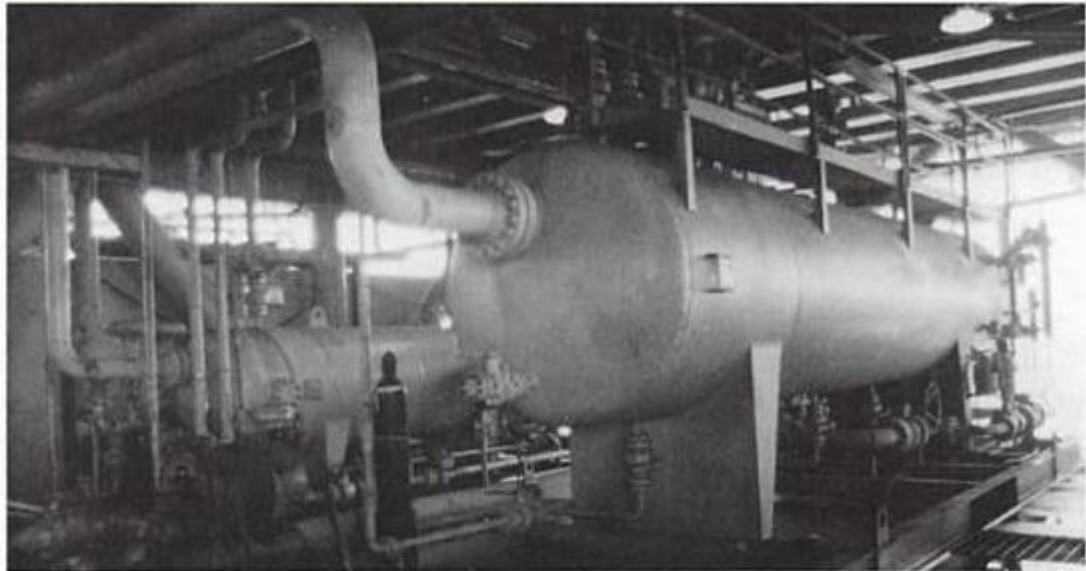


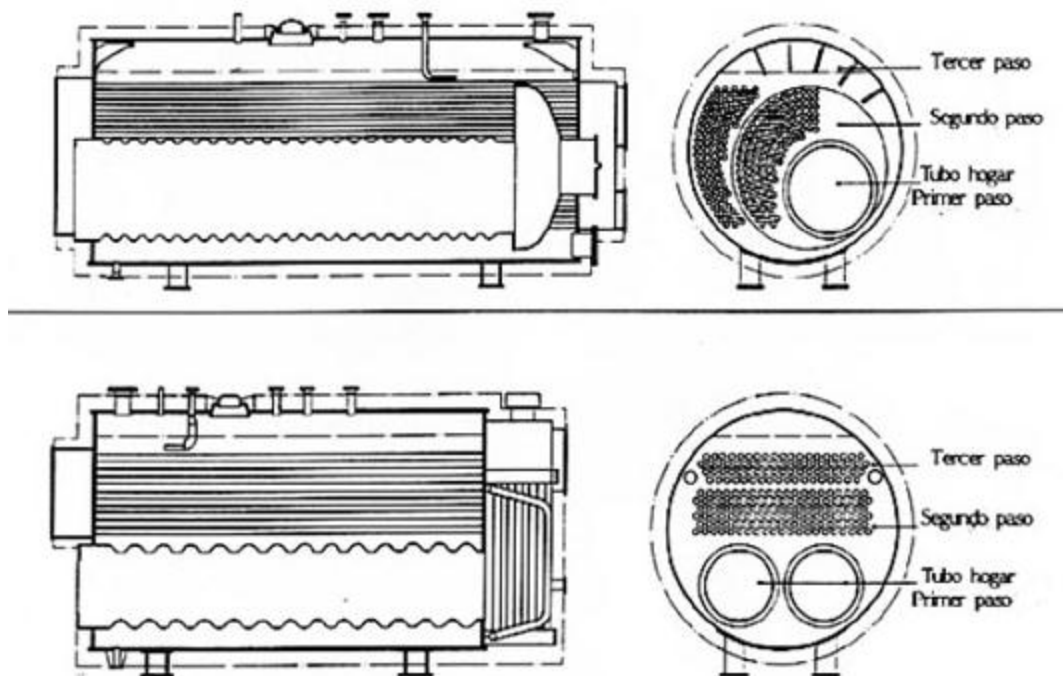
Figure 1-2. A typical horizontal separator on an offshore platform showing the inlet side. Note the drain valves at various points along the bottom and the access platform along the top.

Fuente: ARNOLD Ken, STEWART Maurice, Surface Production, Design of oil handling System and Facilities, 1° edición, volumen 1, 1981 capítulo 1 pg. 2

Calentadores: Los calentadores son recipientes utilizados para elevar la temperatura del líquido antes de entrar al gunbarrel, o los tratadores horizontales, o los tanques de lavado. Se usan para tratar las emulsiones de crudo y hay de dos tipos calentadores de tipo directo e indirecto².

² Especialización producción de Hidrocarburos, Operaciones de tratamiento de crudo, Nicolás Santos Santos, pag. 1-21

Grafico 4. Calentador de fuego Indirecto.



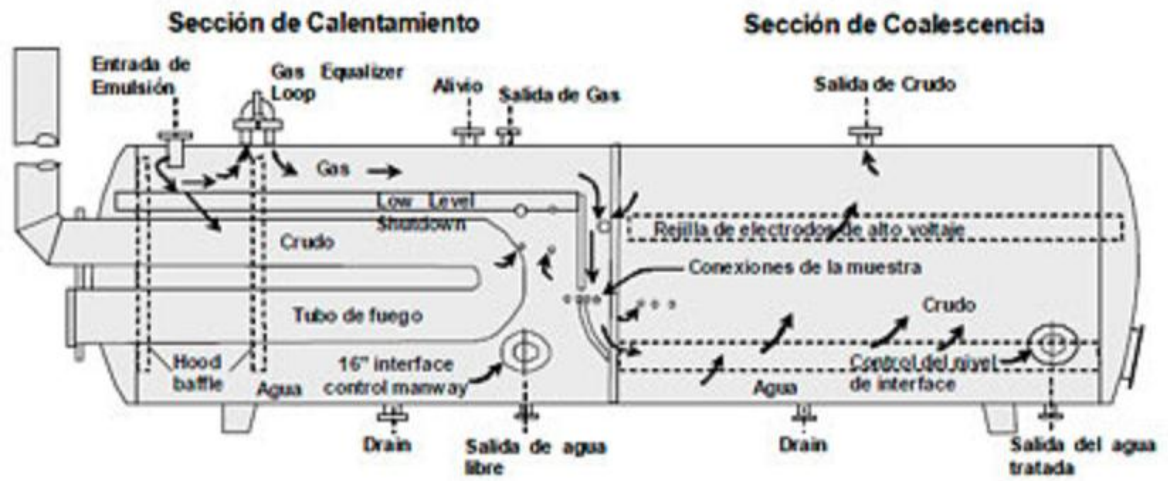
Fuente: <http://www.tecnoficio.com/docs/doc41.php>

Tratadores térmicos: Es un tanque que ofrece más ventajas que sus predecesores los gunbarrels y los calentadores ya que este

Puede operar en condiciones de viscosidad, gravedad API, tasas diferentes de flujo y frío. Pero al mismo tiempo son más sensibles a los químicos y ofrecen menos espacio para los sedimentos del proceso.³

³ Especialización producción de Hidrocarburos, Operaciones de tratamiento de crudo, Nicolás Santos Santos, pág. 1-9

Grafico 5. Tratador térmico horizontal.



Fuente: MARFISI Shirley, SALAGER Jean Luis, Deshidratación de crudo, Modulo de enseñanza de fenómenos interfaciales, cap 4, pág. 30.

4. ANALISIS DE ESTADO DE MANTENIMIENTO

4.1 MANTENIMIENTO EN CAMPO.

Analizáremos el estado de mantenimiento que se efectúa en campo, dentro del análisis no tendremos en cuenta pequeños componentes que actúan como parte del proceso de tratamiento pero que no fueron considerados como elementos de estudio, aun así estarán dentro del plan de mantenimiento eficiente que se entregara como resultado para una mejora continua. Los elementos de menor importancia y en los que no emplearemos demasiado tiempo son:

Tabla 1. Mantenimiento de pequeños componentes

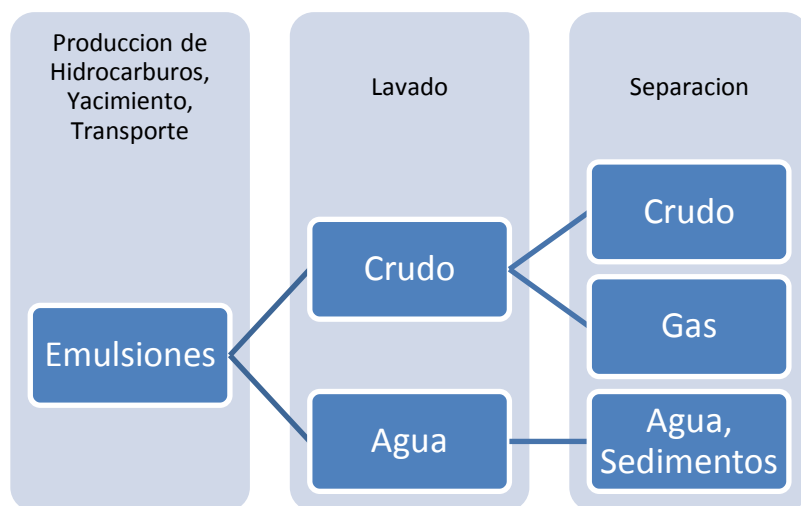
Sub equipo	Tipo de mantenimiento	Descripción	documento
Bombas de tipo rotación positiva	Preventivo	Chequeos diarios, análisis de vibraciones, purgas de aire para evitar la cavitación, revisión de sellos y empaques tiempos de paradas	Reporte de servicio
Válvulas de tipo compuerta	Correctivo	sin sello, cambio, mantenimiento en taller por alteraciones externas como manijas tornillos	Reporte de servicio
Válvulas de bola	Correctivo	sin sello, cambio, mantenimiento en taller por alteraciones externas como manijas tornillos	Reporte de servicio
Cheques	Correctivo	sin sello, cambio, mantenimiento en taller por alteraciones externas como manijas tornillos	Reporte de servicio
Sensores de presión, caudal, flujo y temperatura	Preventivo	Revisión en fuente, calibración tipo ANSI o IQNET, IEEE, API o sugeridas	Reporte de servicio
Filtros tipo membrana	Predictivo	Cambio por tiempo de servicio	Reporte de servicio

En párrafos anteriores hemos mencionado que los equipos de interés para esta propuesta trabajaran en una mayor parte con hidrocarburos líquidos como crudo convencional, agua, también con gases hidratados, sólidos y componentes residuales.

En este capítulo la idea es conocer y analizar el mantenimiento que se realiza en el campo pero primero veremos cómo afecta la materia prima de trabajo a los diferentes componentes de los equipos que estudiamos esto para ver en qué parte es necesario aplicar mantenimiento y como se realiza para ello tenemos unos diagramas pues no es necesario profundizar en este punto bastara con conocer de forma somera que pasa para poder analizar qué es lo que se hace en estos casos.

A continuación

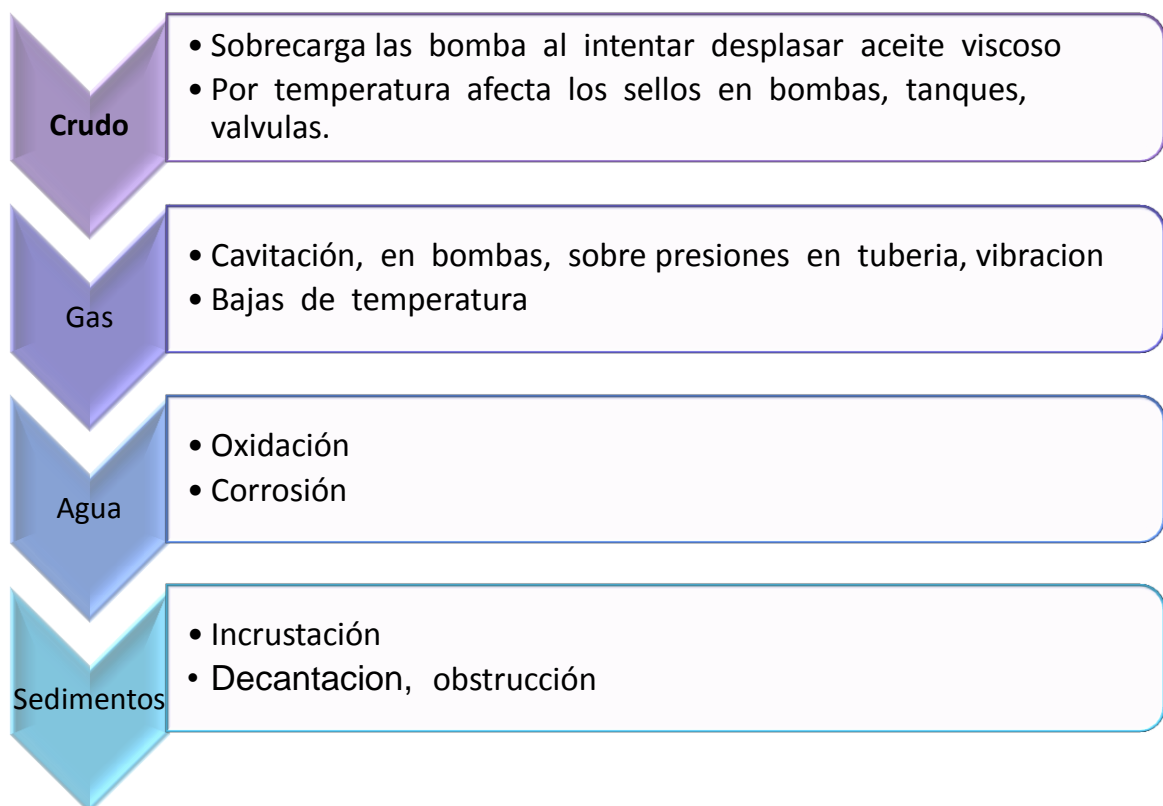
Grafico 6. Elementos primarios de trabajo



En las plantas de tratamiento los elementos primarios antes mencionados también hacen parte del producto final "Barriles limpios" su destino final es el de ser transportados y entregados para venta o la refinación, por lo que es necesario garantizar que efectivamente el crudo este entre los parámetros requeridos para dicho fin, por lo que en los procesos de lavado y separación el crudo de yacimiento o la emulsión dejara en el proceso aquello que no interesa en el crudo, como gas, agua, residuos sólidos,

parafinas, asfáltenos, entre otros. Los procesos para desprender del crudo todos estos elementos que degradan el crudo causan un estrago en los equipos y es necesario hacer el mantenimiento para que los procesos de tratamiento sean efectivos.

Grafico 7. Principales causas para mantenimiento.

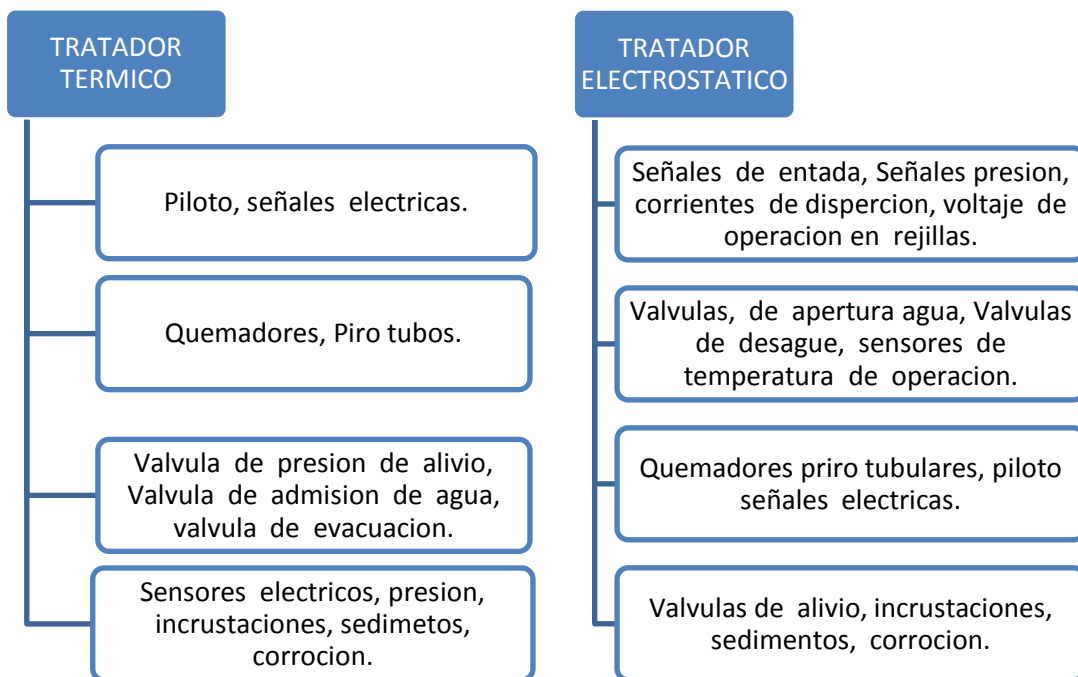


Para estos que son los problemas más comunes en las maquinas simples como los lavadores de crudo cuya ingeniería se basa en tiempo de retención para separar gotas grandes de agua, los separadores trifásicos están aún muy cerca de estos simples principios y los mantenimiento en campos para estos elementos son de tipo correctivo donde se cambian las piezas de equipos que fallan, secciones de tuberías bombas de rotación positiva y sensores de temperatura, de presión y de caudal también son

reemplazados, los separadores y los tanques de lavado como los gunbarrels, FWKO entre otros poseen un manhole por donde se realiza un lava lavado de aceite residual, sedimentos recogidos por tiempo de trabajo y claro esta una inspección visual de su estado interno en cuanto a corrosión, y oxidación. Pero realmente no hay un plan de mantenimiento formal para este tipo de elemento ya que en campo son los más básicos.

También están los equipos que son un poco más complejos como los tratadores térmicos, calentadores, directos indirectos, tratadores electro estáticos, que si tienen un mantenimiento formal pero no aun un plan concreto, este tipo de mantenimiento es de tipo preventivo y por supuesto tiene una ruta de inspección y un pre arranque o puesta en marcha, así que revisaremos este proceso por medio de la siguiente tabla.

Tabla 2. Mantenimiento de equipo tratador.



Efectivamente los tratadores térmicos son máquinas más complejas, integradas en mecánica y electricidad que requieren de control y de supervisión, y que actualmente solo reciben un mantenimiento preventivo que apenas cumple con las expectativas y que deja abierta la puerta para situaciones que obligarían a ejecutar mantenimientos de tipo correctivo y que si no es planeado será una parada de producción inevitable,

4.2 RENDIMIENTO ACTUAL DE LOS EQUIPOS.

El rendimiento de los equipos está determinado por el fluido de trabajo, las condiciones de operación, condiciones de mantenimiento y las puestas en marcha, pero para dar números exactos sería conveniente dar un porcentaje a cada uno de los valores antes mencionados y realizar un análisis de la situación actual y si esta se puede mejorar de alguna manera, revisar los antecedentes de las máquinas nos dará el primer paso para la asignación de valores, por fortuna los equipos del campo han estado trabajando todo el tiempo desde el arranque en 1951 con un crudo API de 13°, estos datos dan una continuidad en el tiempo, y nos permite suponer que los equipos han seguido un único plan de mantenimiento, pero para poder entender esto es necesario mencionar los datos para los cuales fueron diseñados los equipos y como el fluido afecta dicho diseño, reduciendo en un porcentaje determinado la eficiencia del equipo, para dar un ejemplo caro tenemos un tratador electrostático, según la ley de Stokes una gota de 20 micras de diámetro en un crudo de 33° API, temperatura de 100 °F y viscosidad de 6.5 cp, se asienta con una velocidad de 0.07 ft/hr. A medida que el crudo pierde grados API o se vuelve un crudo más pesado entendiendo esto como que la gasolina natural tiene grado API de 73° y que los crudos extra pesados o aceites muy viscosos están entre 8° y 12°, el tratador electrostático tiene que realizar más trabajo entre más pesado sea el crudo o la emulsión. En cualquiera de los equipos de estudios en esta

propuesta el fluido de la operación representa 66% de la eficiencia de los equipo, en un arranque de la máquina o del sistema en general el arrastre de partículas en las líneas después de una parada de servicio, los voltajes iniciales o incluso el primer flujo de una bomba de agua, e incluso la temperatura que se maneja en ese primer instante del arranque determina la eficiencia del servicio previo realizado por lo que afecta directo a la eficiencia de todo el sistema acortando el tiempo para el siguiente servicio en esta proporción el arranque de un equipo tiene como factor en eficiencia de 15%, una condición de operación está determinada por los planes de producción por consiguiente las condiciones más adversas es postergar los tiempos de servicio para mantener producción, pero estas condiciones se presentan si no hay planes de mantenimiento rigurosos y coordinados por lo que en porcentaje de eficiencia en el sistema solo tendrá un 5%, esto quiere decir que en cuanto mantenimiento el factor de eficiencia está en un 14% y como antes se ha mencionado está relacionado con la falta de planes de mantenimiento eficientes.

Grafico 8. Porcentajes en eficiencia de los sistemas.



4.3 PLANES DE MANTENIMIENTO ACTUALES:

Es necesario tener claro que en la planta de tratamiento de crudo convencional existen unos planes de mantenimiento que pueden estar asociados a un departamento de mantenimiento o por el contrario, ser realizados de forma esporádica sin pertenecer a un plan estructurado; para orientar al lector lo primero es revisar si existen o no los documentos que soporten estos planes, personal a cargo, rutas y procedimiento, formatos entre otros documentos que sirvan de guía para investigar las condiciones actuales del mantenimiento y con los pasos previos poder asociar toda la información existente.

5. MANTENIMIENTO EFICIENTE

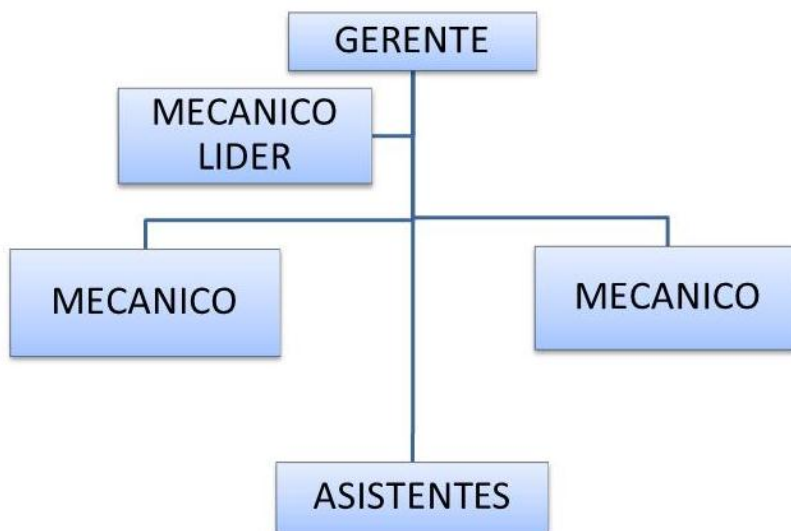
5.1 PROPUESTA DE MANTENIMIENTO

Con el estudio previo de los equipos y su estado actual de mantenimiento, se diseña la siguiente propuesta, cuyo objetivo es aumentar el rendimiento de los equipos y del sistema en general, llevar a cabo la propuesta implicara la restructuración de todo el departamento de mantenimiento así como los departamentos que presten apoyo, papelería, recopilación de datos, informes y decisiones de gerencia.

5.1.1 Personal de mantenimiento.

Para comenzar el departamento de mantenimiento se compondrá del siguiente personal, un gerente de mantenimiento, mecánico líder, mecánicos de recorrido y planta, asistentes, este personal es el requerido en una operación de mantenimiento eficiente.

Grafico 9. Organigrama básico.



5.1.1.1 Funciones y perfiles. Las funciones y los perfiles no son ajenos o especiales a cualquier departamento de mantenimiento salvo que todos los participantes deben tener conocimientos en fluidos e hidrocarburos, por lo demás son los requisitos básicos de un personal de mantenimiento común, a continuación una breve descripción de las funciones principales y el perfil propuesto para el personal de este departamento.

GERENTE DE MANTENIMIENTO.

FUNCIONES. Administrar todos los procesos de mantenimiento, infraestructura, equipo local, y equipo no local o solicitado, presupuesto asignado. Coordinar la logística del departamento, la mejora continua. Evaluar el desempeño del área, del personal, del proceso, de los equipo. Informar a los demás departamentos, entrega de reportes, toma de decisiones de tipo estratégico para la mejora progresista. Diseñar las políticas como horizonte del departamento.

PERFIL. Ingeniero Mecánico, Electromecánico, con especialización en gerencia de proyectos, nivel de inglés 70%, con al menos 15 años de experiencia en cargos similares o afines, 10 años de experiencia en la industria de los hidrocarburos, competencias en talento humano y manejo de personal, competencia en inteligencia emocional.

MECANICO LIDER.

FUNCIONES. Reportar a gerencia el estado del departamento, inventario, personal, requerimiento y necesidades, situaciones fuera de control. Administrar los recursos internos, herramienta, dotación, formación, entrenamiento, office package. Coordinar las funciones de cada etapa del departamento, ordenes de servicio, recopilación de información, de

documentación, entrega de rutas de mantenimiento, toma de decisiones de tipo técnico en el área. Motivar al mejoramiento continuo, diseñar planes de capacitación, relevo de personal.

PERFIL. Ingeniero Mecánico, Electromecánico, especialista en producción de hidrocarburos, nivel de inglés 50%, con 10 años de experiencia en cargos similares o afines, 5 Años de experiencia en la industria de hidrocarburos, competencia en manejo de personal, competencias en office package.

MECÁNICOS.

FUNCIONES. Realizar las rutas de mantenimiento asignadas. Realizar informes de operación. Informar cualquier situación o anomalía entre los planes de mantenimiento, herramienta, operación, equipo de protección personal. Participar en el programa de mejora continua.

PERFIL. Ingeniero Mecánico, Electromecánico, preferencia con especialización, nivel de inglés 50%, con 5 años de experiencia en cargos similares o afines, 3 años de experiencia en la industria de hidrocarburos, competencias en trabajo de equipo, competencia en office package.

ASISTENTES.

FUNCIONES. Apoyar a los mecánicos en todas las actividades de mantenimiento. Velar por la herramienta, repuestos orden y aseo de los diferentes sitios de trabajo. Reportar situaciones o anomalías. Participar en los programas de mejora continua.

PERFIL. Técnico o tecnólogo en mecánica, Electromecánica, preferible con ingeniería Mecánica o a fin, nivel de inglés mayor a 10%, con o sin

experiencia en el cargo, con al menos 6 meses en la industria de hidrocarburos, manejo básico de herramientas.

Para esta propuesta es necesario entender que el mantenimiento no es una cuestión automática y que entre más capacitado este el personal mejor serán los resultados, por eso en esta propuesta uno de los parámetros de aplicación es el mejoramiento continuo y uno de los ítem's es el de capacitación y promoción.

5.1.2 El sistema de mantenimiento

En el mantenimiento el sistema que se aplicara es una combinación de TPM y RCM donde el objetivo es sistematizar los procesos programar los paros de servicios, se mantendrán en almacén los repuestos importantes como importaciones, o cuyos con vida útil sea realmente baja dentro de la parada de servicio, se debe reducir al mínimo la fabricación de piezas con el objetivo de no perder la originalidad del equipo y aun si es necesaria la fabricación esta debe ser apoyada por un sistema de certificación, el principal objetivo del mantenimiento TPM es la anticipación a una falla, esto combinado con el fuerte de RCM que es la medición y determinación de vida útil de los repuesto se deberá alcanzar el propósito de no recurrir al mantenimiento correctivo, aun así los mecánicos y asistentes deberán cumplir con las rutas de mantenimiento preventivo propuestas y que determinaran los resultados del nuevo plan de servicio,

Tabla 3. Mantenimiento Menor

Ruta de mantenimiento	Inspeccion	Lubricacion	Reporte
Ejes rotores	Analisis de vibraciones	si	no
Bombas de rotacion	Analisis de vibraciones	no	si
Puntos de lubricacion	Diaria	si	no
Valvulas de apertura manual	Diaria	si	no
Valvulas de apertura remota	Diaria	si	no
Motores y fuentes de poder	Medicion	no	si
Sensores medidor y de seguridad	Medicion	no	si
Señales de control	Visual	no	si
Visores de nivel	Visual	no	no
Visual de estructura	Visual	no	no

Tabla 4. Mantenimiento mayor

Ruta de mantenimiento	Inspeccion	Reporte	Tiempo
FWKO	Analisis de corrocion	si	Diario
Gumbarrels	visual y medicion de presion	si	Diario
Tratadores termicos	Medicion, presion, temperatura	si	Diario
Tratadores electro estaticos	Voltajes de entrada, señal y control	si	Diario
Filtros, membranas	Lavado	si	Semanal
Quemadores	Corrocion, presion de gas,	si	Diario
Pilotos	Tiempo de encendido, señal de entrada	si	Diario
Piro tubulares	Corrocion, presion de gas,	si	Mensual
rejillas electroestaticas	Separacion, corrocion, dispercion	si	Mensual
Valvulas piloto	Señales de entrada y activacion	si	Diario
Valvulas de alivio	Tensor de alivio	si	Diario
Drenadores	Presion de trabajo, tapas	si	Semanal
Baffles difusores	Separacion, corrocion, dispercion	si	Mensual
Bandejas de reciduos	Accion y recoleccion	si	Diario

El mantenimiento como modo eficiente tiene su análisis también fundamentado por fórmulas matemáticas que evaluarán si el rendimiento del

programa está siendo aplicado de forma correcta o si en su transcurrir necesita de corrección a continuación unos de los cálculos necesarios para atender a la anterior premisa, evaluaremos tres aspectos principales.

A. EFICIENCIA DE LOS PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO

Grafico 10. Ecuación EAM.

$$EAM = \frac{\text{Total Acciones de Mantenimiento Ejecutadas}}{\text{Total Acciones de Mantenimiento Programadas}} \times 100\%$$

Fuente: Chávez Roxana, Trabajo de Grado, Universidad Antonio José De Sucre

La (EAM), Eficiencia en Acciones de Mantenimiento tiene como objetivo cuantificar si la eficiencia del total de mantenimiento está siendo efectiva con relación al tiempo y muestra los valores de los servicios programados contra los ejecutados y así determina si hay problemas en el personal, en las ordenes o en el trayecto.

B. INDICE DE MANTENIBILIDAD.

Grafico 11. Ecuación TPEF.

$$TPEF = \frac{\text{Tiempo Total} - \sum \text{Tiempo Fuera de Servicio}}{\text{Numero Total de Fallas}}$$

Fuente: Chávez Roxana, Trabajo de Grado, Universidad Antonio José De Sucre

La (TPEF), ecuación de Tiempo Prudente y Eficiente para fin de Falla tiene como objetivo calcular los tiempos establecidos para revisar o intervenir una maquina según sea el caso o lo pretenda el plan de mantenimiento y si dicho tiempo cambia con cada incursión.

C. INDICE DE DISPONIBILIDAD

Grafico 12. Ecuación ID.

$$ID = \frac{\textit{TiempoPromedioentreFallas}}{\textit{TiempoPromedioentreFallas} + \textit{TiempoPromedioparaReparar}} \times 100\%$$

Fuente: Chávez Roxana, Trabajo de Grado, Universidad Antonio José De Sucre

La (ID), ecuación Índice de Disponibilidad determina el tiempo de respuesta y capacidad del personal frente a situaciones específicas, también es una relación de las dos ecuaciones anteriores para cuantificar si los trabajos se pueden hacer en el tiempo que se estimó.

5.1.3 Documentos

En los estudios previos se encontraron documentos de todos los equipos en cuanto relación de servicios estos documentos cumplen con los planes de mantenimiento actual y hacen parte de los sistemas de calidad y normatividad que la empresa sostenía, sin embargo estos documentos no están realmente soportados pues las ordenes de servicio y archivos no son completamente los únicos documentos que un plan eficiente necesita, no obstante es necesario aclarar que el departamento de mantenimiento no es lo suficientemente grande como para incluir en la propuesta un programa

especializado en mantenimiento y soportados por plataformas sistemática de SAP y EVP. Este soporte informático permite emitir las ordenes de mantenimiento y las órdenes de compra, estos programas son para compañías con cierto volumen de máquinas de tipo local, existen programas de tipo multinacional como RAM'S, especial para industrias de petróleo con oficinas en otras partes del mundo a sí mismo como compañías que fabrican las maquinas, pero reiteramos el hecho de que esta propuesta solo afectará a una planta de tratamiento y esperamos como alcance alterno que sea un plan piloto para otras plantas de tratamiento a nivel nacional.

Por tal motivo es viable mantener los documentos de forma sistemática más como un almacenamiento de datos cronológicamente ordenados y por supuesto la facilidad de acceder a ellos en caso de una interventoría, los documentos actuales son reportes de servicio con numeración consecutiva, los cuales no se van a modificar para no aumentar los costos de la propuesta pero si es necesaria la implementación de otros documentos, la recuperación de algunos que por tiempo ya no existen pero que no son imposibles de conseguir. Los documentos a implementar son:

Manuales de operación de los equipos. Tener este documento permite al personal de servicio mantener el equipo lo más original posible, en caso de que ellos ya no existan de forma física se pueden ubicar electrónicamente o simplemente hacerse de nuevo.

Hojas de vida. Las hojas de vida del equipo determinan toda la información relevante de los equipos, diagramas, planos, fechas de arranque, fechas de paros críticos, los números de las ordenes de servicio. Este documento es necesario tenerlo de forma electrónica y su soporte son los documentos en físico existentes que pertenezcan a la hoja de vida del equipo.

Orden de servicio. Como se mencionó antes para reducir costos se mantendrán los reportes actuales en formato e información, ya que estos cumple con el plan ya que registran, equipo, numero de orden, servicio aplicado, fecha de servicio.

Reporte de servicio. La orden de servicio solo es el permiso del mismo, el reporte en cambio entrega la información del servicio en sí mismo por lo que lleva, servicio aplicado, fecha, motivo, conclusiones fecha de próximo servicio si se cambiaron piezas o no, conclusiones, del servicio y recomendaciones del personal de mantenimiento, así como oportunidades de mejora.

Órdenes de compra. La orden de compra es el documento que se maneja en caso de que el equipo requiera operaciones de soldadura, este departamento generalmente se está subcontratando, por lo que es necesaria la orden de compra.

Otros documentos. Los documentos que pueden acompañar al departamento de mantenimiento, permisos de trabajo, AT´S.

En la actualidad ningún departamento dentro de una empresa formal esta fuera o por encima del departamento de HSEQ, por lo que manejamos documentos que ellos requieren, aunque estos documento no sean parte de la propuesta, pero en todo sistema de calidad siempre el departamento de mantenimiento tendrá una copia como tal.

5.1.4 Capacitación y entrenamiento.

La incursión de un nuevo plan de mantenimiento sin duda tendrá un efecto negativo de choque con los procesos, esto debido a la tendencia del personal a mecanizar cada operación, y vencer esta resistencia al cambio es un proceso que por lo general conlleva un tiempo necesario pero no

muy extenso, por lo que esta propuesta conlleva un plan de capacitación y de introducción al nuevo plan, por supuesto es necesario mencionar que la mayoría del personal de mantenimiento es de tipo empírico o técnico en el mejor de los casos pero el personal administrativo es de orden universitario por lo que en este aspecto la transición no es mayor problema por lo que se dividirá en dos esta capacitación.

ADMINISTRATIVO. Para el plan de capacitaciones del nivel administrativo el personal recibirá entrenamiento dirigido, en Administración de Recursos, manejo de Personal, Perfil Corporativo. Se estiman al menos 3 sesiones de coaching, para poner a todo el personal administrativo a pensar en el mismo objetivo esto claro hablando del departamento y del nuevo plan de mantenimiento.

OPERATIVO. Con el personal operativo existen ciertos parámetros que a simple vista podrían estar un poco afuera de la propuesta, en párrafos anteriores se expresó el perfil ideal de los Mecánicos, pero en el campo no tiene ese perfil y es imposible hacer de lado la experiencia de un Mecánico empírico de 13 años de experiencia por lo que proponer un remplazode personal no es considerable, así que el entrenamiento será un poco más largo y enfocado a nivel operativo, como Manejo de Tecnología, Ingles, Teoría Hidráulica, Perfil Corporativo, Liderazgo.

6. VIABILIDAD ECONOMICA DEL PROYECTO.

En la viabilidad de costos el proyectos el costo juega un papel fundamental ya que la filosofía de producción el objetivo es producir la mayor cantidad con el mínimo costo, razón por la cual uno de los departamentos que más sufre en presupuesto es el departamento de mantenimiento y un aumento en presupuesto generalmente supone que el modelo por bueno que sea no es viable, así que con esa premisa nos hemos sujeto a realizar explícitamente un análisis de costos de implementación en el que solo vamos a incluir algunos costos necesarios, y mantendremos algunos que ya se encuentran vigentes. Para esta propuesta hay dos pilares muy importantes como raíz del proyecto merecen su estudio económico, pero la premisa anterior nos obliga a mantener uno en su estado actual así que nos enfocaremos en un estudio económico de solo equipo para mantenimiento, el otro pilar es el personal y no podremos proponer económicamente nada especial es decir que el salario debería mejorar, mejor dotación personal, los mecánicos mantendrán su estado actual para que el proyecto sea viable pero si se hará un análisis para considerar una mejora.

Tabla 5. Análisis económico General sin modificar.

PERSONAL DE MANTENIMIENTO				
	SALARIO MENSUAL	DOTACION * 6M	TRANSPORTE	TOTAL
GERENTE	\$ 10.500.000,0	\$ 3.000.000,0	\$ 3.360.000,0	\$ 16.860.000,0
MECÁNICO LIDER	\$ 7.000.000,0	\$ 5.000.000,0	\$ 3.360.000,0	\$ 15.360.000,0
MECÁNICO 1	\$ 4.500.000,0	\$ 1.000.000,0	\$ 4.760.000,0	\$ 5.500.000,0
MECÁNICO 2	\$ 4.500.000,0	\$ 1.000.000,0		\$ 5.500.000,0
MECÁNICO 3	\$ 4.500.000,0	\$ 1.000.000,0		\$ 5.500.000,0
MECÁNICO 4	\$ 4.500.000,0	\$ 1.000.000,0		\$ 5.500.000,0
ASISTENTE 1	\$ 2.100.000,0	\$ 550.000,0		\$ 2.650.000,0
ASISTENTE 2	\$ 2.100.000,0	\$ 550.000,0		\$ 2.650.000,0
ASISTENTE 3	\$ 2.100.000,0	\$ 550.000,0		\$ 2.650.000,0
ASISTENTE 4	\$ 2.100.000,0	\$ 550.000,0		\$ 2.650.000,0
Total depto.	\$ 43.900.000,0	\$ 14.200.000,0	\$ 11.480.000,0	\$ 69.580.000,0

El salario es política de la compañía y esta discriminado de la siguiente forma.
Gerente: Horario de oficina 9 horas, de lunes a viernes

Mecánico líder: Horario de 12 horas 6am a 6pm, lunes a viernes

Mecánicos: Horario de 8 horas en los tres turnos rotativo y un turno de descanso 6 am a 2 pm, 2 pm a 10 pm, 10 pm a 6 am , turno de descanso, la figura es 21 * 7 para un total de 28 días de trabajo.

El transporte también esta discriminado de la siguiente forma.

Dos camionetas \$ 120.000 * 28 días asignadas al gerente y al mecánico líder
Un ruta de buseta \$ 170.000 * 28 días asignada a recoger el personal en turno.

La dotación personal se discrimina a continuación:

Tabla 6. Dotación para personal administrativo sin modificar.

Dotacion Administrativa				
	Ropa de trabajo	EPP'S	Equipo de computo	Total
Gerente	\$ -	\$ -	\$ 3.000.000,00	\$ 3.000.000,00
Mecánico lider	\$ 250.000,00	\$ 180.000,00	\$ 4.570.000,00	\$ 5.000.000,00

El Gerente maneja un computador portátil Intel, core, i7 v-pro 15", procesador DDR3 1600, con accesorios.

El Mecánico líder maneja un computador portátil Intel, core, i7 15", procesador DDR4 1600, con accesorios, sistemas de comunicación remotos, Samsun Wireless.

Tabla 7. Dotación para personal operativo sin modificar.

Dotacion Operativa						
	Camisa	Pantalon	Botas	EPP'S	Comunicación	total
Mecánicos	\$ 65.000,0	\$ 75.000,0	\$ 160.000,0	\$ 250.000,0	\$ 450.000,0	\$ 1.000.000,0
por 4	\$ 260.000,0	\$ 300.000,0	\$ 640.000,0	\$ 1.000.000,0	\$ 1.350.000,0	\$ 3.550.000,0
Asistentes	\$ 65.000,0	\$ 75.000,0	\$ 160.000,0	\$ 250.000,0	\$ -	\$ 550.000,0
por 4	\$ 260.000,0	\$ 300.000,0	\$ 640.000,0	\$ 1.000.000,0	\$ -	\$ 2.200.000,0

Esta dotación se entregara cada 6 meses, los EPP'S cubren lo básico, casco, guantes, mono gafas, tapa oídos.

6.1 COSTOS DE IMPLEMENTACION

Como se mencionó anteriormente los costos de implementación, se enfocaran en equipo para que el personal pueda realizar su trabajo por lo que el personal necesitara.

Tabla 8. Herramienta propuesta.

Herramienta			
	Herramienta mm	Accesorios	total
Por Mecánico			
Juego de copas 7mm a 24 mm	\$ 550.000,00	\$ 25.000,00	\$ 575.000,00
Juego de desarmadores	\$ 120.000,00	\$ -	\$ 120.000,00
Juego de llaves L 7mm a 24mm	\$ 150.000,00	\$ 25.000,00	\$ 175.000,00
Juego de llaves mixtas 7a24	\$ 360.000,00	\$ 25.000,00	\$ 385.000,00
Martillo de caucho	\$ 36.000,00	\$ -	\$ 36.000,00
Martillo de bronce	\$ 45.000,00	\$ -	\$ 45.000,00
Juego de limas	\$ 65.000,00	\$ -	\$ 65.000,00
Torquimetro	\$ 750.000,00	\$ 680.000,00	\$ 1.430.000,00
Extensores	\$ 100.000,00	\$ -	\$ 100.000,00
Multimetro	\$ 250.000,00		\$ 250.000,00
Galgas	\$ 75.000,00	\$ 55.000,00	\$ 130.000,00
Juego de machos	\$ 320.000,00	\$ 25.000,00	\$ 345.000,00
Juego de torrijas	\$ 365.000,00	\$ 25.000,00	\$ 390.000,00
Tool box	\$ 45.000,00	\$ 45.000,00	\$ 90.000,00
Total por persona	\$ 3.231.000,00	\$ 905.000,00	\$ 4.136.000,00
Total por todo el personal	\$ 12.924.000,00	\$ 3.620.000,00	\$ 16.544.000,00

La anterior lista es la herramienta necesaria para la ejecución de mantenimiento en este rubro solo se tiene en cuenta la herramienta de cada mecánico y como cada mecánico tiene su asistente no será viable tener dos juegos de herramienta por turno con una sola es suficiente las instalaciones cuentan con un pequeño taller dotado con lo necesario para realizar intervenciones más complicadas, pero como el objetivo de la propuesta es eliminar dichas intervenciones, esta propuesta económicamente no contempla un centro de máquinas herramientas, en todo caso es política de la compañía que en el caso de ser necesaria una operación de ese tipo esto se subcontratara y se pagara por operación.

Tabla 9. Programa de capacitación.

Capacitación				
	Administración de recursos	Manejo de personal	Perfil corporativo	total
	\$ 750.000,0	\$ 350.000,0	\$ 450.000,0	\$ 1.550.000,0
Por todo el personal				
total	\$ 7.500.000,0	\$ 3.500.000,0	\$ 4.500.000,0	\$ 15.500.000,0

El programa de capacitación del personal es unificado para los dos sectores el administrativo y el operativo todo con el fin de hablar el mismo idioma dentro del departamento de mantenimiento.

Por consiguiente a continuación se presentan los gastos totales de implementación relacionando los costos sin modificar o los costos que ya existen y que el departamento de mantenimiento ya maneja y los nuevos costos que se manejarán para implementar el plan operativo de mantenimiento eficiente que se ha estado proponiendo con el fin de visualizar los números de forma global.

Tabla 10. Total Gastos implementación.

Total de costos propuesta				
Costos ya existentes en el departamento de mantenimiento				
Salarios	Transporte	Dotacion		Totales
\$ 43.900.000,0	\$ 11.480.000,0	\$ 14.200.000,0		\$ 69.580.000,0
Costos nuevos, propuesta de implementacion				
			Herramienta	Capacitacion
			\$ 16.544.000,0	\$ 15.500.000,0
Total de costos				\$ 101.624.000,0

En esta propuesta se ha minimizado el costo para que la viabilidad económica no sea un obstáculo en el camino a su aplicación, por ello los valores nuevos no pueden ser negociados.

7. RECOMENDACIONES

Una de las recomendaciones de esta propuesta es la de concientizar y capacitar a todo el personal, con el fin de llevar e involucrar a los actores en un total trabajo en equipo, el amor por los equipos, y por el proceso así como de la compañía, por eso el trato del personal operativo es tan fundamental, y es que no hay mejor capital invertido que en talento humano.

Otra recomendación es la aplicación de los conceptos y la transición de ellos para logra la evolución del mantenimiento, sin dejar de lado que la tecnología y una buena herramienta le permitirán a los Mecánicos desarrollar su deber sin complicaciones.

Trabajar con la información correcta facilita la ejecución del mantenimiento, por lo que es recomendable mantener la información lo más actualizada posible es decir al día, se adoptada la propuesta o no la información debe actualizarse pues la falta de esta evita que el personal realice su trabajo con eficiencia.

8. CONCLUSIONES

Los procesos que se aplican actualmente no son suficientes para cubrir con la demanda que los equipos tienen en las curvas de producción establecidas, y eventualmente no está funcionando la relación producción vs el mantenimiento, dejando el costo del barril sin el margen de ganancia deseado, pero si afecta molesta a las demás dependencias y sub-contratistas, el tener que perder tiempo en esas implicaciones, cuando el tema es mas de cultura

Es inevitable pensar en el negocio como una relación para ganar dinero de ahí la premisa de producir la mayor cantidad al menor costo y es en este punto que la industria de los hidrocarburos tiene dos situaciones, una cuando el precio del barril de crudo es alto y dos cuando el precio del barril es bajo, en todo caso el mantenimiento es el departamento que sin importar las circunstancias debe estar presto a dar lo mejor de sí pero siempre con un presupuesto limitado, no obstante el mantenimiento es una cultura que permitirá que los equipos produzcan de la mejor forma posible y que se mantengan siempre operativos,

la transición del mantenimiento no es complicada de aplicar ni costosa en cualquiera de sus formas, pero dicha transición da gran valor agregado pues se puede lograr mucho con muy poco, desde la revolución industrial se ha aplicado y se seguirá haciendo mientras las operaciones contemplen maquinaria de cualquier tipo, la eficiencia no es otra cosa que el mejor resultado a menor tiempo y menor costo, por tal razón la propuesta en general solo plantea una forma de conciencia y de capacitación de procesos que llevaran al mantenimiento actual a una mayor eficiencia, los equipos trabajan de acuerdo como las condiciones así se presten, y esas

condiciones siempre tenderán a cambiar por lo que es nuestro trabajo que ellas cambien para bien.

BIBLIOGRAFIA

ARDILA Pérez, Gabriel, y Mantilla, José, Julián. Diseño de la estrategia de mantenimiento basado en RCM. Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana, Departamento de Ingeniería Mecánica, cap. 5 pág. 32 – 51 (2008).

Dr. MAURICIO LEFCOVICH. TPM – Mantenimiento Productivo Total. Un Paso más hacia la excelencia empresarial [En línea]. < <http://www.gestiopolis.com/Canales4/ger/tpmanteni.html>>

DUFFUA, Salih y CAMPBELL, John Dixon. Sistemas de Mantenimiento Planeación y control. (Planeación y programación del mantenimiento). México DF: Noriega- Limusa S.A., 2006. 419 p.

GUZMÁN C., Ramos L.R., Morataya C., Layrisse I. Criterios para el Diseño Conceptual de Procesos de Deshidratación/desalación Electrostática. Revista Visión Tecnológica Vol. Nº 3, 35-43 (1996).

SANTOS, Santos Nicolás. Operaciones de Tratamiento de Crudo, Especialización en Producción de Hidrocarburos. Universidad Industrial De Santander, cap. 1,2 pág. 8-50, 27. (2012)

VANEGAS Juan, LOZANO Gustavo y CAMACHO David. Creación de empresa prestadora de servicios de mantenimiento hidráulico a gras telescópicas. Fundación Universidad Central, Facultad de ingeniería escuela de mecánica, cap. 2 pág. 22 – 26 (2010).