

REESTRUCTURAR LA GESTIÓN DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO  
DE EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS PETROLEROS PARA  
OPTIMIZAR COSTOS.

LUIS FELIPE LEÓN ACUÑA

FUNDACION UNIVERSIDAD DE AMERICA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN PERMANENTE Y AVANADA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE EMPRESAS  
BOGOTA D.C  
2017

REESTRUCTURAR LA GESTIÓN DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO  
DE EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS PETROLEROS PARA  
OPTIMIZAR COSTOS.

LUIS FELIPE LEÓN ACUÑA

Monografía para optar el título de Especialista en  
Gerencia de Empresas

Orientador  
MARÍA CLEMENCIA MARTÍNEZ.  
Economista

FUNDACION UNIVERSIDAD DE AMERICA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN PERMANENTE Y AVANADA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE EMPRESAS  
BOGOTA D.C  
2017

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma Director de la Especialización

---

Firma Calificador

Bogotá D.C. Abril, 2017

## **DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD**

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Jaime Posada Díaz

Vicerrector de Desarrollo y Recursos Humanos.

Dr. Luis Jaime Posada García-Peña

Vicerrectora Académica y de Posgrado

Dra. Ana Josefa Herrera Vargas

Secretario General

Dr. Juan Carlos Posada García Peña

Decano Facultad de Educación Permanente y Avanzada

Dr. Luis Fernando Romero Suarez

Director en Especialización en Gerencia de Empresas

Dr. Luis Fernando Romero Suárez

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presenta documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

## **DEDICATORIA**

A Dios por la oportunidad de culminar mis estudios de especialización en Gerencia de Empresas, fue el quien me dio la sabiduría y día a día me impulso a continuar con esta etapa la cual hoy culmina dando paso a un nuevo episodio en el libro de mi vida.

A mis padres Fernando y Blanca quienes me han enseñado en el transcurso de mi vida los principios que me forjaron a ser quien soy hoy.

## **AGRADECIMIENTOS.**

Agradezco a mi familia, en especial mis padres Fernando y Blanca, mis hermanos Diego y Loren, Olga, Lucia, Juan, Juliana y demás que estuvieron conmigo en este proceso, apoyándome e incentivándome para ser cada día una persona capaz.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	15
OBJETIVOS.	16
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
2. ANTECEDENTES	18
3. JUSTIFICACIÓN	19
4. DELIMITACION Y ALCANCE	20
5. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	21
6. DISEÑO METODOLOGICO.	25
6.1 PRIMERA ETAPA	25
6.2 SEGUNDA ETAPA	25
6.3 TERCERA ETAPA	25
6.4 LISTA DE ACTIVIDADES	26
7. DEFINIR EQUIPO DE TRABAJO	27
7.1 RESPONSABILIDADES DEL EQUIPO DE TRABAJO	27
8. ESCRIPCION DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO 2014-2016.	28
8.1 PLAN DE MANTENIMIENTO 2014	28
8.2 PLAN DE MANTENIMIENTO 2015	28
8.3 PLAN DE MANTENIMIENTO 2016	29
9. DIAGNOSTICO	30
10. DEFINICION DE ELEMENTOS CLAVE Y CARACTERISTICAS DESEABLES PARA ESTRUCTURACION DE LA GESTION DE MANTENIMIENTO RACIONALIZANDO COSTOS	32
10.1 ELEMENTOS CLAVE	32
11. ESTRUCTURACIO ESTRATEGIA PARA RACIONALIZAR COSTOS EN LA GESTION DE MANTENIMIENTO	33
11.1 CONFIABILIDAD DE EQUIPOS	33
11.2 RECUPERACIÓN DE EQUIPOS EN TALLER PROPIO	33
11.3 PLAN DE RECUPERACIÓN DE EQUIPO PROPIO	35

11.4 SEGUIMIENTO ESTRICTO AL PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO E IMPLEMENTACIÓN DEL MGM	36
11.5 CONFIABILIDAD EN PROCESOS CORPORATIVOS	38
11.6 RELACIÓN GERENCIA TÉCNICA, MANTENIMIENTO – GERENCIA PROCURA Y LOGÍSTICA, COMPRAS.	38
11.7 RELACIÓN GERENCIA TÉCNICA, MANTENIMIENTO – GERENCIA PROCURA Y LOGÍSTICA, ALMACÉN	40
11.8 RELACIÓN GERENCIA TÉCNICA, MANTENIMIENTO – GERENCIA OPERACIONES, OPERACIÓN	41
11.9 CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS DE MANTENIMIENTO	42
11.10 ESTRATEGIA DE GESTIÓN DE REPUESTOS	45
12. CONCLUSIONES	47
13. RECOMENDACIONES	48
BIBLIOGRAFIA	49

## LISTA DE TABLAS

	<b>pág.</b>
Tabla 1. Cronograma de mantenimiento a desarrollar 2017	35
Tabla 2. Presupuesto gestión de mantenimiento 2017	36
Tabla 3. Caracterización del proceso de mantenimiento	43

## LISTA DE FIGURAS

	<b>pág.</b>
Figura 1. Diseño propuesta taller en base operativa 1.	34
Figura 2. Diseño propuesta taller en base operativa 2.	34
Figura 3. Enlace gestión de confiabilidad de procesos y mantenimiento efectivo enfocado en reducción de costos	38
Figura 4. Matriz de criticidad en compras.	39
Figura 5. Factores de evaluación de compras según criticidad vs consecución	39
Figura 6. .Factor de evaluación de compras.	40
Figura 7. Formato para cierre de brecha mantenimiento vs almacén.	41
Figura 8. Teoría stock de máximos y mínimos	45

## GLOSARIO

**COMPUTARIZADO:** tratar o someter determinados procesos, datos o informaciones mediante un ordenador o computadora.

**CONFIABILIDAD:** cualidad de confiable. Probabilidad del buen funcionamiento de algo.

**COSTOS:** cantidad que se paga a cambio de algo

**MANTENIMIENTO:** conjunto de operaciones de algo necesarias para su buen funcionamiento

**PLANEACION:** acción de elaborar un plan para el desarrollo de algo.

**RACIONALIZAR:** organizar la producción o el trabajo de manera que aumente los rendimientos o reduzca los costos con el mínimo esfuerzo

**RECIPROCANTE:** que se entrega y recibe de la misma media, principio operacional de los equipos a combustión.

**RE-ESTRUCTURACION:** transformación de una estructura planteada, acción y efecto de restaurar

**STOCK:** conjunto de mercancías en depósito o reservas.

## **ABREVIATURAS**

**TPM:** Total Productive Maintenance (Mantenimiento productivo total)

**RCM:** Reliability centred maintenance. (Mantenimiento centrado en confiabilidad)

**SMRP:** Society for maintenance & reliability professionals (Sociedad de profesionales en mantenimiento y confiabilidad)

**O&M:** Operación y mantenimiento

**HSEQ:** Health, Security, Environment and quality (Salud, seguridad, medio ambiente y calidad)

**AMEF:** Análisis de modo efecto y falla

**MGM:** Modelo de gestión de mantenimiento

**OT:** Orden de trabajo

**CMMS:** Computerized maintenance management system (sistema computarizado de gerencia de mantenimiento)

**COP:** Colombian Pesos (Pesos Colombianos)

**CBM:** Condition based Maintenance (Mantenimiento basado en confiabilidad)

**HT:** High Temperature (Alta Temperatura)

**LT:** Low Temperature (Baja Temperatura)

## RESUMEN

El siguiente trabajo tiene como objetivo la reestructuración del plan de mantenimiento de la compañía prestadora de servicios petroleros con el ánimo de minimizar costos, para lograr este fin, se desarrollaran tres objetivos específicos con el ánimo de analizar, diagnosticar y plantear la reestructuración del modelo de gestión que tiene la empresa.

En medio del análisis de los modelos de gestión pasados se evidenciaron varias brechas en la confiabilidad de los procesos, inconvenientes fundamentales con los stocks de mantenimiento y procedimientos en donde se encontraron pérdidas de capital considerables que pudieron evitarse con el hecho de ejecutar planes de mantenimiento efectivos y a bajo costo.

Además se pretende optimizar y generar ingresos desde la gestión de mantenimiento, aprovechando la experiencia y el conocimiento del personal, como también el buen nombre de la compañía en el sector hidrocarburos. Esto se llevara a cabo con la ejecución del taller de servicio de equipos rotativos y reciprocantes en donde encontraremos ahorro en procedimientos propios antes realizados por terceros y se amplía nuestro portafolio de servicios empresariales.

**Palabras clave:** Confiabilidad, modelo de gestión de mantenimiento, costos, stocks de mantenimiento.

## INTRODUCCION

crisis de hidrocarburos por la cual atravesó el planeta a lo largo de los últimos tres años y de la cual se está saliendo apenas en el 2017, genero reducción de costos en las compañías del sector. Esto trajo traumatismos al interior de las compañías al punto de enviar algunas a la ley de insolvencia económica de Colombia como en otros desafortunados casos a la banca rota y cierre total.

Los nuevos presupuestos no se ajustaban al gasto generado por las compañías petroleras y solo aquellas que lograron cambiar a tiempo sus modelos de gestión empresarial lograron sobrevivir y mantenerse en pie con el ánimo de continuar vigentes en el sector.

La empresa prestadora de servicios petroleros en la cual se basa la información de este trabajo fue una de las pocas que sobrevivió a tan terrible crisis, pero ahora es momento de levantar los ánimos afrontar presupuestos reservados de los clientes y trabajar sin derroche. Siempre optimizando costos y generando valor agregado a los clientes con el ánimo de ganar preferencia entre ellos.

Es de allí que nace la necesidad de dar un giro 180 grados, plantear cambios radicales y estratégicos que permitan ser eficientes con los recursos de la compañía para no volver a caer en los mismos derroches y malos procedimientos que no se veían en el pasado por el superávit de dinero que atravesaba el sector.

## **OBJETIVOS.**

### **OBJETIVO GENERAL.**

Optimizar gestión de mantenimiento de activos para empresa prestadora de servicios petroleros, Racionalizando Costos.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Descripción de plan de mantenimiento existente a lo largo del año 2014 y 2015.
- Diagnosticar y analizar los resultados del plan de mantenimiento y la afectación de este sobre los activos de la compañía.
- Estructurar estrategia para racionalizar costos generados y aplicados del plan de mantenimiento generando confiabilidad en procesos, equipos e inventarios.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

¿Se optimizarán costos operacionales y de mantenimiento en la compañía prestadora de servicios petroleros, mediante la re-estructuración de la gestión de activos en mantenimiento?

La compañía de servicios petroleros, presta servicios con maquinaria industrial la cual debe cumplir un cronograma de mantenimiento. Usualmente dicho cronograma de mantenimiento no se cumple y se trabajan los equipos hasta la falla. Esta situación es debida a la falta de recursos para mantenimiento y al poco conocimiento sobre la operación de los equipos de parte de la gerencia, ya que en el pasado se presentaba el mantenimiento como un gasto poco necesario y se llevaban las unidades al límite máximo de probabilidad de falla.

Esto trae como consecuencia altos costos en reparación de equipo, pues los repuestos en su mayoría son de fabricación alemana y conseguirlos en Colombia es muy costoso, pero en situación de urgencia se deben comprar con un valor 3 o 4 veces mayor al que se consiguen en importación (4-6 semanas en llegar a Colombia). Por otra parte el corregir una falla latente o que puede ser prevenida con el mantenimiento periódico indicado por el fabricante podría reducir los costos de reparación en un 40% ya que una parada correctiva es el desenlace de varias fallas producto de una falla raíz. Sin pensar aun en el lucro cesante que se genera al obtener una parada inesperada por una planificada reduciendo paradas en un 70% del tiempo final.

Finalmente está claro que realizar inventarios necesarios acorde a la necesidad de operación de los equipos en donde se manejan stock de máximos y mínimos, realizar la ejecución de los mantenimientos periódicos planteados por el fabricante y planificar adecuadamente las intervenciones a realizar va a generar la optimización de los costos de mantenimiento y operación, claro está, para llegar a ello es fundamental la reestructuración de la gestión de activos en mantenimiento.

## **2. ANTECEDENTES.**

Como antecedentes se pueden enunciar algunas situaciones problema dentro de la gestión de mantenimiento de la compañía, Los bajos e inadecuados stock de repuestos han sido un punto débil en la operación de los equipos instalados en campo, ya que siempre es necesario conseguir los repuestos en situación de emergencia elevando el costo de los mismos, se hace necesario comprar al costo ofertado con tal de sostener la operación pudiendo mantener repuestos de alta rotación y de alta criticidad en stock, comprados a un bajo costo en el exterior y sin incurrir en costos de transporte de emergencia como usualmente ocurre. Sumado a lo antes mencionado esta la falta de control en los planes de mantenimiento, si bien es sabido los fabricantes plantean algunos planes de mantenimiento acorde a la operación de los equipos, en el caso de los equipos de esta compañía los planes no se han tenido en cuenta y el mantenimiento se ha reducido a intervenciones primarias operacionales, motivo por el cual los elementos exceden su tiempo de vida y bajan su confiabilidad pues están expuestos a fallas. Fallas que en la mayor parte de las ocasiones desencadenan otras fallas y el costo de reparaciones correctivas es mucho mayor al del mantenimiento preventivo o por condición que debe realizarse.

Muchas veces esto ocurre por falta de presupuesto asignado al mantenimiento, ya que en la visión de las gerencias anteriores este se tomaba como un gasto y no tenía la relevancia que debe tener, Esto sucede por falta de conocimiento en el área de trabajo.

Sumado a lo antes mencionado se presentaban algunas brechas entre los procesos operacionales de la compañía, cada gerencia contaba con metas propias no centralizadas lo que originaba algunos retrasos en consecución de elementos relevantes para la operación, se desconocía la criticidad de la operación y los procesos generaban entorpecimiento al correcto fluir de las estrategias planteadas como objetivo en la gestión de mantenimiento existente.

### 3. JUSTIFICACIÓN.

Con el pasar de los años la gestión de mantenimiento y activos han tenido gran incursión en la determinación de decisiones, aplicabilidad de conceptos y optimización de procesos gerenciales en toda la industria dedicada a la producción. Creando así varios planes de gestión enfocados en la rentabilidad de la producción la cual tiene como corazón los costos de mantenimiento basándose siempre en la confiabilidad aplicada no solo a los equipos sino también a los procesos organizacionales.

Desde este punto de vista se hace necesario realizar el diagnostico, análisis y re estructuración de los planes de mantenimiento para una compañía que se interesa en estar a vanguardia con las ideologías de rentabilidad a nivel mundial como también con la optimización de sus procesos internos lo cual permitirá hacer más rentable el negocio y a su vez más atractivo a los posibles inversionistas en vista de posibles entradas de inyección de capital.

Pensando en una gerenciamiento dinámico y efectivo, y viendo mi posición de coordinador de mantenimiento de esta compañía, yo decido dar enfoque a este proyecto hacia el mejoramiento de los planes de mantenimiento de dicha empresa. Haciendo un barrido a los procesos organizacionales de la empresa para cerrar cualquier brecha posible que permita fugas al direccionamiento general de la compañía. Es aquí donde se podrán determinar mejoras, ajustes o cambios en *procesos de inventario, Selección de personal, enfoque de las gerencias de la compañía a un mismo objetivo, confiabilidad de equipos y la planeación adecuada* acorde a la necesidad y criticidad de cada proceso.

#### **4. DELIMITACION Y ALCANCE.**

Al realizar la delimitación del proyecto se tienen en cuenta tres factores, el factor tiempo, el factor fenómeno y el factor realidad. La idea de este es realizar la reestructuración sugerida a la gestión de mantenimiento de la compañía prestadora de servicios petroleros. Diagnosticando la gestión realizada en los años 2015-2016. Este tipo de cambio profundos en la gestión de uno de los departamentos de más relevancia dentro de la compañía llevaría bastante tiempo por ejecutar, así que el alcance es dejarlo todo planteado y dar el primer paso de inicio en la implementación de la reestructuración. Esto hace referencia a la creación de cargos y responsabilidades que encaminan el proyecto a encontrar la mejor manera posible de implementar la reestructuración que encaminara a la reducción y optimización de costos en el año 2017.

Como se comentaba anteriormente se estudiaran año 2015-2016 de gestión, se diagnosticaran y partiendo de ello se iniciara el proceso re-estructural dentro de la compañía.

## 5. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.

Basándose en el TPM, RCM, la gestión de activos y los conceptos base de la gestión de mantenimiento basados en confiabilidad, se pretende justificar y desarrollar esta monografía, ya que en la buena gestión gerencial para el mantenimiento se reúnen conceptos de confiabilidad de procesos, reducción de costos operacionales, confiabilidad de equipos y gestión de inventarios, Este es fundamental ya que muchos de los puntos de fuga en costos se enfocan en mala selección de inventario. Este debe ser suficiente para la atención de posibles correctivos e imprevistos pero no tan robustos como para tener gran parte del capital de una compañía en los racks de una bodega.

Siendo así el marco teórico a presentar, es la recopilación de información que nos permite profundizar más sobre que es el TPM<sup>1</sup>, que es el RCM<sup>2</sup>, la gestión de activos y el mantenimiento pro-activo basado en la mejora de planes administrativos y protección de bienes de capital.

El TPM es una estrategia de mantenimiento originada en oriente, esta se desarrolló gracias a la gran ligereza con la que avanza la innovación tecnológica en Japón. El secreto real de dicha estrategia de mantenimiento, está dada en el trabajo mancomunado, no solo el área técnica y producción de las compañías, también el área de desarrollo, compras, ventas y cada uno de las áreas que se encuentran vinculadas en el proceso comercial.

En américa latina esta estrategia llego con varias tergiversaciones de las técnicas que realmente se aplicaban en oriente. En oriente se hablaba de las 5 M, que son los 5 ejes sobre los cuales la estrategia del TPM rueda en una compañía. Los 5 M son Mano de obra, Materia prima, Medio ambiente, Métodos y Maquinas. Pero en occidente se olvidaron de la 5 M, esa de la que partieron para crear la estrategia en Japón.

Siempre muy enfocados en la necesidad de ser competitivos se enfocaron en el valor agregado que entrega el buen proceso de una organización pero olvidaron las maquinas, el motor del negocio. Los puntos clave para el éxito competitivo de una compañía hoy en día son, Brindar un producto de óptima conformidad, tener costos competitivos “fundamental” y realizar las entregas a tiempo. Estos tres puntos son los que mueven las industrias de hoy a mejorar y avanzar en el desarrollo de sus actividades comerciales.

Girando un poco más hacia que es el TPM. Es conveniente focalizarse en la real misión de la estrategia de mantenimiento, la cual es obtener un rendimiento

---

<sup>1</sup> Mantenimiento Productivo Total.

<sup>2</sup> Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.

económico *creciente* en un ambiente agradable dado de la interacción del personal con los equipos, procesos y los sistemas. Esto conduce a una mayor efectividad de los sistemas productivos eliminando todo tipo de pérdida de la mano de todo el personal de la compañía, trabajando en pequeños grupos en donde existe un líder el cual se encarga de la organización y de escalar resultados obtenidos por su equipo de trabajo. Ahora nace el siguiente interrogante; ¿a qué se refiere con pérdidas? Pues las pérdidas son todas esas oportunidades de mejora que entrega un proceso luego de ser ejecutado y analizado. Desde tiempos, materias primas hasta personal y calidad del producto. En este caso puntual la atención a maquinaria que debe mantenerse operativa 24/7.

Según lo menciona Parra<sup>3</sup> los costos en los procesos comerciales están distribuidos de la siguiente manera, la mano de obra se lleva un 10% de la carga, la administración un 30% de la misma y el gran contribuyente es la Producción a la cual se le adjudica el 60% restante de aquí que la mayor cantidad de pérdidas u oportunidades de mejora que presenta un proceso se encuentran en el área de producción.

De acuerdo a Rey<sup>4</sup> Se debe destacar que el TPM. Utiliza las 4 estrategias de mantenimiento que son las siguientes:

- Mantenimiento Correctivo: Reemplazar los componentes cuando fallan, Arreglar los sistemas cuando se produce el error.
- Mantenimiento Preventivo: Reemplazar los componentes antes de que fallen, Arreglar los equipos antes de su fecha prevista de fallo.
- Mantenimiento Predictivo: Adoptar acciones correctivas cuando el monitoreo de la condición detecte problemas, Monitorear la condición para detectar fallos potenciales para disponer las tareas de mantenimiento.
- Mantenimiento Proactivo: evitar los problemas de mantenimiento identificando y corrigiendo las causas raíz del fallo. De esta manera se reducen los costes totales de mantenimiento.

Como lo indica la *Smrp*<sup>5</sup> existen 5 pilares de la gestión de mantenimiento enfocados en la mejora de planes administrativos y protección de activos.<sup>6</sup>

---

<sup>3</sup> PARRA Carlos. Curso preparatorio para certificación como profesional en mantenimiento y confiabilidad: Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicada a la Gestión de Activos.(prest. Power point) Ingeman. Bogotá D.C. 2016.

<sup>4</sup> REY SACRISTÁN Francisco Mantenimiento total de la producción (TPM): proceso de implantación y desarrollo. España .Editorial Dayenu, 2001 Cap. 4

<sup>5</sup> Sociedad de profesionales en mantenimiento y confiabilidad.

El primer pilar habla de la organización y dirección empresarial. Esta es la metodología para abarcar y adaptar los objetivos de la compañía a los procedimientos de mantenimiento y confiabilidad. Este consiste en la creación de un plan estratégico el cual debe estar compuesto por un programa de etapas progresivas con el fin de alcanzar los objetivos mancomunadamente en la empresa. Seguido a esto se debe convencer a los interesados sobre el beneficio del plan y los cambios que se avecinan, la creación de la metodología de medición y evaluación de resultados, algunas veces vemos técnicas como el balance scorecard para llegar a una medición de los avances. También es importante la creación del presupuesto para este plan ya que cuando una compañía decide invertir en su organización debe estar dispuesta a tener una inversión inicial para tener un retorno operacional y de producción.

Segundo pilar se asocia con la confiabilidad de proceso de producción, es allí donde la influencia de mantenimiento y confiabilidad juegan un papel importante sobre los sistemas pre-establecidos en la compañía, Se debe aplicar y apegar a las normas establecidas en la industria, ya que cada sector maneja diversas normas operacionales. Se deben aplicar técnicas de eficiencia de producción en donde se asocia la confiabilidad de los equipos a los indicadores de producción. Allí también debe incluirse los Conceptos de HSEQ<sup>7</sup> y la respectiva metodología de control de cambios basándose en conceptos base como el AMEF<sup>8</sup> y el RCM. El siguiente pilar se compone de la confiabilidad de equipos, principalmente enfocada en una producción segura y confiable. Allí se va de la mano con el pilar cinco en donde direccionamos todo el trabajo hacia la planeación efectiva de los procesos y las actividades objetivo de la organización. La base de la confiabilidad de equipos está dada según los indicadores de confiabilidad y disponibilidad de los equipos. Y el cuarto pilar está enfocado a la capacitación de personal, tema fundamental pues es basado en las capacidades del personal en donde se puede sacar lo mejor de cada uno y aprovechar al máximo como elementos eficientes y fundamentales de la operación. Se debe estimular el desarrollo profesional de la persona, procurando encontrar el mejor rol en el que se pueda desempeñar cada trabajador.

Las empresas de mayor renombre en el mercado en donde se llevan planes de gestión de mantenimiento y confiabilidad enfocada a la protección de activos reduciendo costos operacionales.

---

<sup>6</sup> PARRA Carlos. Curso preparatorio para certificación como profesional en mantenimiento y confiabilidad: Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicada a la Gestión de Activos.(prest. Power point) Ingeman. Bogotá D.C. 2016.

<sup>7</sup> Seguridad, Salud, medio ambiente y calidad.

<sup>8</sup> Análisis de Modo, efecto y falla

- Ecopetrol.
- Halliburton.
- Baker Hughes.
- Pacific Energy & Exploration. Entre otras.

En el medio de los hidrocarburos se encuentran Empresas operadoras como lo son Ecopetrol o Pacific E&P. otras prestadoras de servicios muchas veces más grandes y de mayor robustez que las mismas operadoras como Halliburton o Baker Hughes. Cada una desempeña un rol fundamental en el mercado de los hidrocarburos ya que mientras las primeras se encargan de la comercialización, de la búsqueda de negocio y el movimiento financiero entorno a la energía en el mundo, las otras se dedican a prestar servicios que faciliten llevar a cabo actividades desde la exploración hasta la producción. Rentando equipos, prestando servicios O&M y ajustándose a las necesidades de cada lugar en el mundo en donde se desarrolla la actividad petrolera. La empresa la cual es objeto de este estudio es una empresa prestadora de servicios petroleros en la cual se cuentan con gran diversidad de equipos y procesos. Los cuáles serán objeto de evaluación y diagnóstico para la estructuración de la gestión en la cual se pretende optimizar costos y enfocar toda la compañía a un mismo fin, de esta manera hacer la operación más eficiente y confiable.

Las grandes compañías en el mundo se mueven bajo los preceptos mencionados anteriormente en donde su foco va más allá de prestar un excelente servicio a las operadoras, sino generar la mayor eficiencia al menor costo posible. Las demás beneficios son encontradas en el camino como añadidura al excelente servicio. En Colombia específicamente existen gran número de compañías prestadoras de servicio, pero son pocas las que realmente se preocupan por generar gestiones gerenciales eficientes, que perduren en el tiempo y permitan el crecimiento sólido de las compañías.

## **6. DISEÑO METODOLOGICO.**

Dentro de la planeación de las actividades a desarrollar se tienen estimadas 3 etapas en donde se abarcara la mayor cantidad de información necesaria para dar respuesta a los objetivos específicos que se plantean en el proyecto.

### **6.1 PRIMERA ETAPA.**

Esta consiste en recopilar y describir las actividades realizadas por la gestión de mantenimiento desde el año 2014 hasta el año 2016, enfocados en el seguimiento a cumplimiento de planes, Indicadores de cumplimiento, manejo de inventarios y gestión de confiabilidad de procesos en el interior de la compañía.

Las fuentes de información necesarias para este desarrollo serán la documentación y el manejo de procesos que tiene la compañía, esto se encuentra en los planes plasmados, los planes ejecutados, la caracterización de los procesos en años anteriores.

### **6.2 SEGUNDA ETAPA.**

Luego de obtener toda la información técnica, económica y de proceso suficiente la idea es realizar una evaluación global respecto a los resultados obtenidos en los periodos 2014-2016 y su respectiva afectación sobre los activos de la compañía.

Para esto será necesario realizar análisis a los informes técnicos y financieros análisis de compras y stock de mantenimiento en donde logremos determinar qué tan provechoso y viable económicamente fue mantener los ojos enfocados en la operación y la producción continua más que en la salud y mantenimiento de los equipos que generaban dicha operación.

### **6.3 TERCERA ETAPA.**

Dentro del desarrollo de la tercera etapa se pretende enfocar todos los esfuerzos a estructurar un plan de reorganización en donde se cierren todas las brechas que han permitido la pérdida de fondos para la organización o en las cuales es posible desarrollar técnica de la mano de los MGM<sup>9</sup> para optimizar los costos de la operación. Esto debe ir de la mano con la confiabilidad de procesos, Equipos, manejo de Inventarios y Planificación de actividades.

---

<sup>9</sup> MGM (Modelos de Gestión de Mantenimiento)

#### **6.4 LISTA DE ACTIVIDADES.**

Para lograr lo antes mencionado se debe seguir el siguiente paso a paso.

- Definir equipo de trabajo, sus respectivas responsabilidades y objetivos comunes.
- Realizar un análisis de criticidad de los procesos y la operación.
- Rediseño de planes de mantenimiento acorde a la condición de los equipos, planes de Operación según disponibilidad económica y de procesos internos según criticidad y focos de mejora.
- Evaluación, seguimiento y control inicial punto a punto y de manera detallada generando auditorías internas.
- Optimización de planta industrial, encontrando viabilidad financiera de renovación o inversión a capital en los activos.

## 7. DEFINIR EQUIPO DE TRABAJO.

Para el desarrollo del anteproyecto se contempla contar con un equipo de trabajo con el cual se realizaran las actividades planteadas en el diseño metodológico.

- Coordinador de mantenimiento.
- Ingeniero de procesos administrativos.
- Planeador de mantenimiento.
- Ingeniero de confiabilidad.
- Gestor de repuestos e inventarios.

### 7.1 RESPONSABILIDADES DEL EQUIPO DE TRABAJO

- **Coordinador de mantenimiento.** Es el responsable del cumplimiento de los planes de mantenimiento. (Coordinación de Actividades, Gestión Administrativa, Presupuesto, Contacto Proveedores, implementación CMMS<sup>10</sup> entre otras responsabilidades)
- **Ingeniero de procesos administrativos.** Es la persona encargada de empalmar la gestión de mantenimiento y la gestión administrativa de la compañía. (Interacción SAP, Solicitud de pedido, Finanzas, Compras. Otros), Diagnosticar la utilización y aprovechamiento del presupuesto establecido en 2014 a 2016 para la ejecución de mantenimiento.
- **Planeador de mantenimiento.** Quien debe realizar la creación de Planes de Mantenimiento, (Planeación y programación, Solicitud de repuestos, trazabilidad de OT, CMMS, Creación de indicadores.) En la inmediatez es quien debe realizar la creación de formatos de trazabilidad de mantenimiento, y el análisis de los indicadores de mantenimiento 2014-2016.
- **Ingeniero de confiabilidad.** Parte de las responsabilidades del ingeniero de confiabilidad es la implantación del MGM, Seguimiento a condición de los equipos actualmente operativos, Aseguramiento de las actividades de comisionamiento cuando la compañía lo requiera.
- **Gestor de repuestos e inventarios.** Bajo su responsabilidad se encuentra el levantamiento de la información actual referente a equipos y repuestos. (Creación HV equipos, información técnica, Control de inventarios, Trazabilidad sobre inventarios y equipos), Análisis de situación actual de los repuestos con los que cuenta la compañía. Teoría de máximos y mínimos acorde a la necesidad operacional.

---

<sup>10</sup> Ccms. computerized maintenance management system (sistema computarizado de gerencia de mantenimiento)

## 8. ESCRIPCION DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO 2014-2016.

Para lograr un análisis efectivo de la información existente en la compañía se recopila la información con la que se cuenta y se obtienen las siguientes conclusiones

### 8.1 PLAN DE MANTENIMIENTO 2014.

- Se cuenta con planes de mantenimiento preventivo a las unidades que se encuentran contratadas a la fecha. El indicador de cumplimiento a la planificación es aproximadamente 65% anual. Esta medición se realiza en #OT ejecutadas / #OT Planeadas.
- Las actividades de mantenimiento predictivo se ejecutan con un equipo de vibraciones marca: *Emerson*, referencia: CSI 2130. No se realizaban análisis dinámicos a las unidades recíprocantes.
- El presupuesto asignado a mantenimiento no contempla stock de repuestos, ni intervenciones preventivas mayores. Solo se contempla el cambio de componentes básicos.
- Los procesos administrativos son aislados de la prioridad de mantenimiento, es visto desde la gerencia como un gasto el cual se debe reducir.
- Dentro de los daños catastróficos encontramos la ruptura de 4 motores de los cuales 2 son irreparables y 2 fallas catastróficas en unidades de bombeo hidráulico. Asumiendo costos de reposición de equipo se habla de un global de tres mil millones de pesos (3.000.000.000 COP), sumado a los 2 equipos que entran a mantenimiento, mil millones de pesos (1.000.000.000 COP). Y la recuperación de las 2 bombas representan setecientos millones de pesos (700.000.000 COP). Sin tener en cuenta lucro cesante de equipos con contrato.

### 8.2 PLAN DE MANTENIMIENTO 2015.

- La crisis genera afectación sobre el flujo de caja de la compañía y se enfoca todo el esfuerzo en los equipos del cliente. Los planes de mantenimiento de los activos propios son abandonados y se pierde trazabilidad sobre la operación de los equipos.
- El cumplimiento de los planes de mantenimiento es nulo, ya que la compañía no cuenta con recursos para ejecutarlos y los equipos son abandonados en la base operativa. Cumplimiento OT Ejecutadas/ Planeadas < 60%

- Al no contar con recursos para stock de mantenimiento las reparaciones realizadas son mínimas y se utilizan repuestos de otras unidades operativas en stand by.
- No se genera ninguna aprobación de fondos para la dependencia de mantenimiento.
- Se da inicio a los análisis dinámicos pero no es posible realizar mayor avance con estos pues se pierde contacto comercial con el proveedor al no saldar las deudas de la compañía.
- Se comienza a llevar trazabilidad de las actividades CBM realizadas, ahora con equipos de alineación láser y cámara termografica. Esto se debe a algunas compras que quedaron registradas en el plan de 2014.
- Suceden fallas en 2 motores lo cual se traduce en detrimento del capital de la compañía. Hablamos de costos por reparación mayores a mil millones de pesos (1.000.000.000 COP) sin tener en cuenta el lucro cesante.

### **8.3 PLAN DE MANTENIMIENTO 2016.**

- Aquí aparece el factor organizacional, en donde se crean comités de aprobación en contratación y desembolsos con el ánimo de mejorar el flujo de caja de la compañía, esto genera afectación positiva sobre la ejecución de los planes de mantenimiento. La empresa se acoge a la ley 1116 de insolvencia económica.
- El indicador de cumplimiento en el año 2016 > 90% de ejecución.
- Se codifican e implementan semáforos de confiabilidad que permiten tener trazabilidad sobre la condición de los equipos mediante técnicas de diagnóstico CBM. Alineación, termografía, análisis de aceite y vibraciones. Estos permiten paradas a tiempo, antes de falla catastrófica de equipos del cliente con costos aproximados anuales de novecientos millones de pesos (900.000.000 COP).
- Aun cuando se cumplen planes de mantenimiento en un alto porcentaje su efectividad no es lo suficientemente alta, pues solo se ejecutan los mantenimientos primarios a las unidades teniendo 2 fallas catastróficas. 1 motor, 1 Gearbox. Esto representa en costos de reparación cercanos a los setecientos millones de pesos (700.000.000 COP).
- Los comités encuentran como principal punto de fuga de dinero la brecha existente entre compras, finanzas y mantenimiento, se logra trabajar mancomunadamente y viabilizar la reparación de componentes críticos que permitirán ganar confiabilidad sobre la operación de las unidades. Turbo cargadores, stock de sellos mecánicos, bombas HT y LT, bombas de combustible, inyectores, entre otros.

## 9. DIAGNOSTICO.

Basado en la recopilación de información de los planes de mantenimiento, se genera el siguiente cuadro en donde se sintetiza la información de forma tal que sea posible realizar el respectivo análisis.

**Cuadro 1. Análisis gestión de mantenimiento (2014 a 2016)**

Empresa prestadora de servicios petroleros	PLANES DE MANTENIMIENTO 2014-2016		
	2014	2015	2016
Inventarios	No se cuenta con stock de máximos y mínimos. Ni repuestos básicos para recuperación de equipos	No se cuenta con stock de máximos y mínimos. Ni repuestos básicos para recuperación de equipos	Se da inicio a la recuperación de piezas críticas para ganar confiabilidad y no perder mas dinero en lucro cesante por parada de unidad.
Presupuesto	Presupuesto no mayor al 2% del valor de los activos. Se ejecuta el 250% de lo presupuestado.	El presupuesto haciende a 1.500.000.000 COP para la operación de nuestros equipos y del cliente. Se ejecuta cerca de la 1 cuarta parte por falta de flujo de caja.	Se presupuesta el mismo valor pero se ejecuta en su totalidad, no se tienen en cuenta stock de repuestos y se da inicio a la recuperación de 2 de los equipos que fallaron en el pasado. Se ejecuta el 150% con las recuperaciones planteadas.
Fallas Catastróficas	Costo recuperación equipos por falla. 4 Motores = 4.000.000.000 COP 2 Bombas = 700.000.000 COP	Costo recuperación equipos por falla. 2 Motores= 1.000.000.000 COP	Costo recuperación equipos por falla. 1 Motor= 450.000.000 COP 1 Gear Box= 250.000.000 COP
Cumplimiento Planes de Mantenimiento	Cumplimiento OT ejecutadas vs planeadas. 65%	Cumplimiento OT ejecutadas vs planeadas. < 60%	Cumplimiento OT ejecutadas vs planeadas. > 90% Aun continua siendo insuficiente la ejecución de actividades básicas.
Mejoras	Se da inicio al programa de confiabilidad y CBM	Se da inicio a los análisis especializados de diagnostico de motores reciprocantes pero no tienen continuidad.	Se realiza creación y ejecución de planes de mantenimiento CBM, implementación metodología de semáforos. Se inicia con stock de elementos críticos para mejorar confiabilidad de equipos y evitar pérdidas de ingresos por lucro cesante en fallas. Se crean comités de seguimiento a la operación y manejo financiero de la compañía con logros positivos.

Nota: La Información para la elaboración del cuadro fue tomada de documentos pertenecientes a la compañía Panthers Machinery Colombia.

Como se puede evidenciar, la falta de planeación estratégica genero grandes pérdidas desde el punto de vista de mantenimiento y operación para la compañía prestadora de servicios, se hace necesaria la creación de planes de acción internos en la gestión de mantenimiento de activos y también en los procesos

administrativos. En donde se ha avanzado considerablemente desde el 2014 hasta el 2016, pero aún se encuentran brechas considerables de conocimiento y priorización de fondos.

Esto conlleva una inversión de capital no solo destinada a la maquinaria y su respectiva recuperación, sino también al equipo de mantenimiento, el cual debe estar capacitado y tener pleno conocimiento de la situación para realizar la re-estructuración de planes y procesos.

Además de la crisis en el sector hidrocarburos la cual tuvo sus inicios terminando el año 2014 hasta hoy, en donde los equipos debieron almacenarse por no tener contratos para operar, la empresa sufre un detrimento de capital considerable ( siete mil millones de pesos \$ 7.000.000.000 COP sin contar lucros cesantes pues eran equipos que contaban con contrato asignado) en cada falla catastrófica que sucede principalmente imputable a los pobres procesos planteados desde la gestión de mantenimiento y la perspectiva gerencial en donde se encontraba el presupuesto de mantenimiento como un gasto y no una prioridad para su operación. Es necesario desarrollar el modelo de gestión de mantenimiento adecuado a la operación de la compañía apoyándose en los principios fundamentales del mantenimiento, acogiendo como hijo de la gestión todo el manejo de inventarios y almacenamiento de equipos pues esto llevo a la perdida de dinero en equipos que se encontraban en condiciones operables pero no disponibles en el tiempo por su almacenamiento inapropiado.

La información se encuentra consignada en el archivo de la compañía bajo los siguientes formatos auditables.

XXX-XX-XX-17 Estrategia de mantenimiento PAD 1 y 3.

XXX-XX-XX-43 Indicadores de gestión de mantenimiento.

XXX-XX-XX-62 Estrategia de semáforos confiabilidad.

## **10.DEFINICION DE ELEMENTOS CLAVE Y CARACTERISTICAS DESEABLES PARA ESTRUCTURACION DE LA GESTION DE MANTENIMIENTO RACIONALIZANDO COSTOS.**

### **10.1 ELEMENTOS CLAVE.**

Como foco fundamental para la estructuración de la estrategia que permita optimizar costos de mantenimiento y operación se deben tener en cuenta los puntos anteriormente resaltados en el diagnóstico.

- Planificación de actividades preventivas y proactivas evitando costos de parada no programada.
- Gestión de inventario, permitiendo minimizar costos elevados en compras de emergencia o sobre valorados por el proveedor.
- Procesos administrativos efectivos, Compras, Gestión de repuestos, procesos de cumplimiento con el proveedor.
- Estructuración de matriz de criticidad de equipos y repuestos. Además de su respectiva estrategia de condición.

## **11. ESTRUCTURACION ESTRATEGIA PARA RACIONALIZAR COSTOS EN LA GESTION DE MANTENIMIENTO.**

### **11.1 CONFIABILIDAD DE EQUIPOS.**

Mejorar las estrategias de mantenimiento con el ánimo de mejorar la confiabilidad de los equipos, sin incurrir en elevar costos por mantenimientos excesivos, cambio de componentes con suficiente tiempo de vida útil sin caer en el periodo de falla ni generar pérdidas a la compañía por constantes paradas preventivas de inspección, pero si es necesario realizar intervenciones en los equipos críticos focalizando componentes de alta rotación o baja fiabilidad para evitar fallas catastróficas que desde cualquier punto de vista podrían generar costos elevados en reparación y perdida por lucro cesante.

Para esto y luego de realizar el análisis respectivo de la gestión de mantenimiento en los 3 años anteriores al presente, se decide crear la estrategia de mantenimiento acorde a la necesidad de la compañía de captar la mayor cantidad de contratos vs los equipos disponibles a ofertar para estos contratos.

Aquí se deben tener en cuenta la destinación de los recursos para mantenimiento y recuperación de equipos, pues no sería relevante invertir en equipos que tengan baja rotación o poca afectación a la producción y mejor más relevante es priorizar en recuperación y mantenimiento de equipos de alta demanda en el mercado que generen grandes pérdidas económicas.

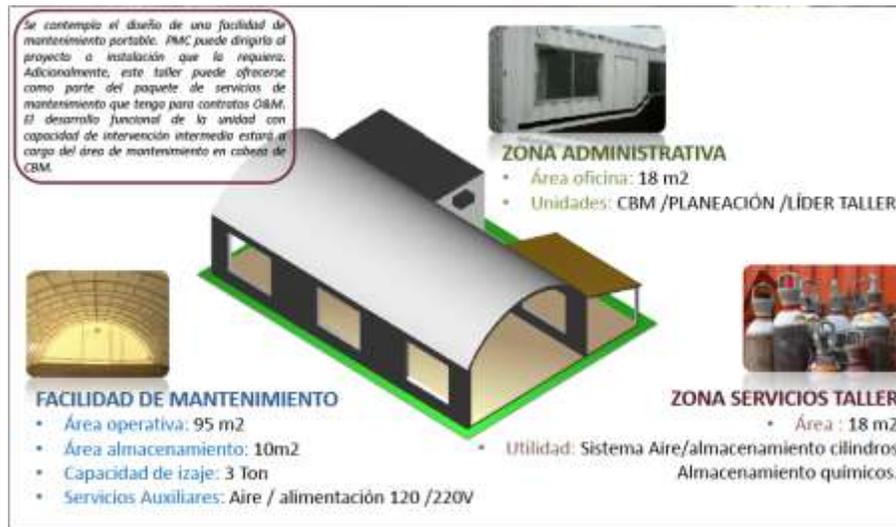
### **11.2 RECUPERACIÓN DE EQUIPOS EN TALLER PROPIO.**

Con el ánimo de aprovechar el conocimiento obtenido por el equipo de mantenimiento de la compañía, al cabo de más de 5 años de trabajo con los equipos propios y de los clientes a los cuales se les ha prestado el servicio de O&M en sus instalaciones , se desarrolla de manera conceptual con el ánimo de poner en marcha en el tercer semestre de 2017, el taller de servicio especializado en mantenimiento industrial desde la base Villavicencio foco de nuestras actividades y con un objetivo final la generación del taller especializado en Bogotá para prestar servicios a terceros. De esta manera se reducirían costos en la ejecución de recuperación de equipos. Es claro que según la condición general de los equipos y evaluando los costos generados por los terceros en las reparaciones de los años anteriores evaluados, vale la pena invertir en este taller de mantenimiento propio en donde con el paso del tiempo se pretende general valor al ofrecer servicios a nuestros clientes pues la meta final va más allá de la recuperación de equipos propios.

Con el personal que se cuenta actualmente y los respectivos documentos manuales de los equipos propios podríamos realizar actividades que hoy se trabajan con terceros reduciendo costos cerca del 25 al 30% siendo esto valor

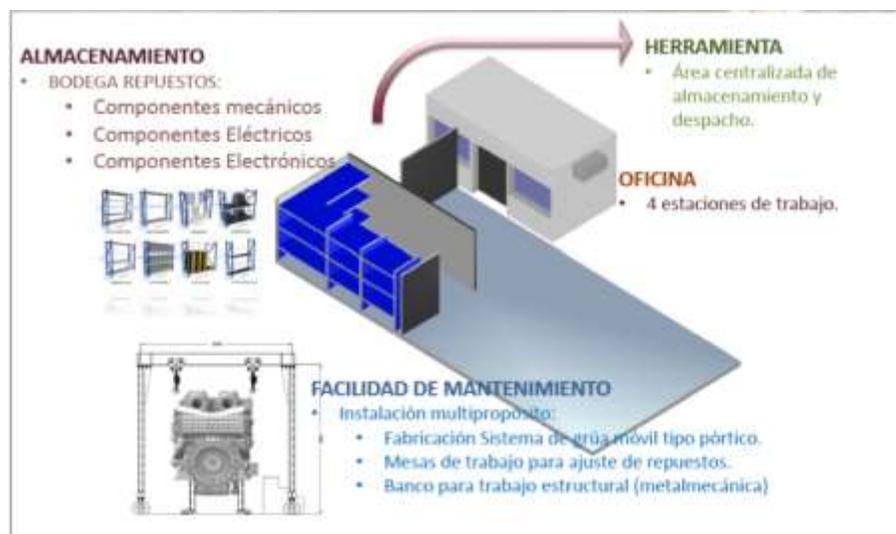
agregado para la empresa, pudiendo costearse solo y generando valor al vender servicios de reparación a los clientes. Ofreciendo paquetes enlazando renta de equipos, O&M de equipos del cliente y recuperación de partes industriales en taller especializado.

Figura 1. Diseño propuesta taller en base operativa 1.



Nota: La Información para la elaboración del cuadro fue tomada de documentos pertenecientes a la compañía Panthers Machinery Colombia.

Figura 2. Diseño propuesta taller en base operativa 2.



Nota: La Información para la elaboración del cuadro fue tomada de documentos pertenecientes a la compañía Panthers Machinery Colombia.

### 11.3 PLAN DE RECUPERACIÓN DE EQUIPO PROPIO.

Resulta conveniente realizar una estrategia mayor para la recuperación de equipos pues en este momento se cuenta con un 60% de los activos fuera de operación, por fallas catastróficas o falta de mantenimiento preventivo/correctivo. Si bien el sector de hidrocarburos muestra al día una mejoría luego de la crisis presentada, la compañía no cuenta con activos suficientes para afrontar la posible demanda que se avecina pudiendo perder oportunidades de participación por indisponibilidad de equipos propios.

Para esto se plantea un cronograma de recuperación de equipos en donde se presupuesta la puesta a punto a punto de los equipos que se encuentran indisponibles y se incluye también el mantenimiento preventivo y overhaul de los equipos que se encuentran en operación. Algunos de los equipos que se encuentran operativos exceden el doble del tiempo asignado por el fabricante para una evaluación intermedia, en algunos casos el tiempo excede el tiempo de overhaul sin ninguna intervención de mantenimiento. (Se reservan detalles de las intervenciones evidenciadas en el siguiente cuadro por confidencialidad de la compañía.

Tabla 1. Cronograma de mantenimiento a desarrollar 2017

CRONOGRAMA ACTIVIDADES MANTENIMIENTO					
UNIDAD	SOLICITUD REP	INICIO MTTO	FIN MTTO	DISPONIBLE	COMENTARIO
MOTOR PMC-118		01/10/2016	25/11/2016	15/12/2016	- Overhaul Motor 118 - Adecuacion skid 117
BOMBA PMC-103	-	15/11/2016	22/11/2016	24/11/2016	- Se requiere terminar de desarmar, limpieza y ar
BOMBA PMC-119	01/11/2016	23/11/2016	23/11/2016	23/11/2016	Pendiente por instalar electro ventilador sist. Aux. Lub.
SKID PMC-117	15/11/2016	24/11/2016	02/11/2016	15/12/2016	- Realizar drenaje al skid en la parte del motor....
MOTOR PMC-119	17/11/2016	14/12/2016	27/01/2017	03/02/2017	- Overhaul motor 119 - Solicitar repuestos 119
INCR. PMC-118	17/01/2017	23/01/2017	15/01/2017	22/01/2017	- recuperacion eje alta velocidad, cojinetes, instalacion de
MOTOR PMC-126	09/01/2017	06/02/2017	13/03/2017	27/03/2017	- Mantenimeinto overhaul
MOTOR PMC-102	06/02/2017	20/02/2017	24/02/2017	27/02/2017	- Equipo por verificacion en motor combustion. - Motor electrico Operativo
MOTOR PMC-114	24/02/2017	06/03/2017	15/03/2017	20/03/2017	- Culminar motor en proceso de armado, se requiere solicitar 4 ki
MOTOR PMC-117	15/03/2017	10/04/2017	17/05/2017	26/05/2017	- Overhaul a Motor - Traer respuestos del PAD1 y 2: (exosto,
BOMBA PMC-118	30/01/2017	17/04/2017	26/04/2017	01/05/2017	- Instalar sistema de lubricacion
BOMBA PMC-120	02/06/2017	19/06/2017	28/06/2017	03/07/2017	- Inst sistema aux lubricacion bomba
BOMBA PMC-105	26/06/2017	05/07/2017	07/07/2017	12/07/2017	- Instalación... *10 dias acondicionamiento.
INCR. PMC-120	05/03/2017 03/07/2017	12/07/2017	03/08/2017	08/08/2017	- Inspeccion general
MOTOR PMC-120	16/06/2017	17/07/2017	21/08/2017	28/08/2017	- Instalar Skid 120
INCR. PMC-125	30/06/2017	19/07/2017	20/07/2017	21/07/2017	- compra e inst. bomba lubricadora cojinetes
MOTOR PMC-121	21/08/2017	18/09/2017	02/10/2017	09/10/2017	Se espera obtener un mantenimiento intermedio, no
MOTOR PMC-111	13/10/2017	18/10/2017	21/10/2017	24/10/2017	Inst radiador evaluacion motor
MOTOR PMC-122	16/10/2017	06/11/2017	20/11/2017	27/11/2017	Se espera obtener un mantenimiento intermedio, no
BOMBA PMC-125	08/05/2017	-	-	30/08/2017	ordenes una a pagar en Feb por 170.000.000 COP y otra en Jul por 170.000.000 COP.

Nota: La Información para la elaboración del cuadro fue tomada de documentos pertenecientes a la compañía Panthers Machinery Colombia.

Tabla 2. Presupuesto gestión de mantenimiento 2017

PRESUPUESTO MANTENIMIENTO EQUIPO MAYOR														
DESCRIPCION BASICA	ELEMENTO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
MTTO OH MOTOR - INYECTORES	MOTOR PMC-116	100,000,000	100,000,000	100,000,000								120,000,000		420,000,000
COJINETES	INCREMENTADOR PMC-116													0
COJINETES	BOMBA PMC-116	20,000,000												20,000,000
RECONSTRUCCION - OH - INYECTORES- ACOPL	MOTOR PMC-117				100,000,000	115,000,000	100,000,000							315,000,000
TODOS COSTOS 2016- INYECTORES	MOTOR PMC-118								120,000,000					120,000,000
REPARACION Y BOMBA ACEITE	INCREMENTADOR PMC-118	20,000,000	15,000,000											35,000,000
SISTEMA DE LUBRICACIÓN	BOMBA PMC-118	30,000,000												30,000,000
COJINETES	BOMBA PMC-118				20,000,000									20,000,000
REPUESTOS 2016 - OH - INYECTORES	MOTOR PMC-119	110,000,000	100,000,000	100,000,000						120,000,000				430,000,000
TODDO 2016	INCREMENTADOR PMC-119													0
BOMBA LUBRICACION	BOMBA PMC-119		15,000,000											15,000,000
RECONSTRUCCION - OH - INYECTORES	MOTOR PMC-120						110,000,000	110,000,000	110,000,000					330,000,000
SISTEMA DE LUBRICACIÓN	BOMBA PMC-120						30,000,000							30,000,000
MANTENIMIENTO E INYECTORES	MOTOR PMC-121									80,000,000	80,000,000			160,000,000
KIT DE SELLOS	BOMBA PMC-121										20,000,000			20,000,000
COMPRA INYECTORES	MOTOR PMC-122											160,000,000		160,000,000
BOMBA LUBRICACION	INCREMENTADOR PMC-125							20,000,000						20,000,000
PAGO REPUESTOS	BOMBA PMC-125		170,000,000						170,000,000					340,000,000
OH E INYECTORES	MOTOR PMC-126		80,000,000	80,000,000	100,000,000									260,000,000
	STOCK DE REPUESTOS Y MANTENIMIENTO VARIOS	45,000,000	45,000,000	45,000,000	45,000,000	45,000,000	45,000,000	45,000,000	45,000,000	45,000,000	45,000,000	45,000,000	45,000,000	540,000,000
EVALUAR MOTOR	MOTOR PMC-102		30,000,000											30,000,000
ARMADO BOMBA	MOTOR PMC-103													0
TREN DE POTENCIA Y OVERHAUL	MOTOR PMC-114			60,000,000										60,000,000
RADIADOR, MANGUERAS	MOTOR PMC-P-111										10,000,000			10,000,000
INSERTOS, EVALUAR MOTOR	BOMBA MOTOR PMC-105						2,000,000							2,000,000
PROTECCIONES	PROTECCIONES MOTORES	48,000,000		48,000,000		48,000,000		48,000,000	48,000,000	48,000,000		48,000,000		336,000,000
REALIZACION SHELTER	SHELTER PARA LAS UNIDADES		10,000,000		10,000,000		10,000,000		10,000,000					40,000,000
CALIBRACION	INSTRUMENTACION	10,000,000	2,500,000	2,500,000										15,000,000
	TOTAL	383,000,000	567,500,000	435,500,000	275,000,000	208,000,000	297,000,000	223,000,000	503,000,000	293,000,000	155,000,000	373,000,000	45,000,000	3,758,000,000

Nota: La Información para la elaboración del cuadro fue tomada de documentos pertenecientes a la compañía Panthers Machinery Colombia.

Se aclara que esta planeación es alterna con la ejecución del taller de mantenimiento. Esto con el ánimo de migrar los trabajos acorde a las capacidades constructivas de la facilidad propia de la compañía.

#### 11.4 SEGUIMIENTO ESTRICTO AL PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO E IMPLEMENTACIÓN DEL MGM

La compañía viene trabajando en la optimización y ejecución de mantenimientos predictivos en la compañía, al punto de generar semáforos de seguimiento. El ideal es realizar el análisis de la información recopilada desde el año 2016, con esto lograr generar tendencias y estadísticas para la creación de matrices de componente crítico, tiempo de vida de componente y seguimiento minucioso al comportamiento operacional según condición de equipo.

Como parte de la estructura de reducción de costos se creó el listado de repuesto crítico, para evaluar estos específicamente en sus tiempos de vida y la generación de valor de mantenerlos según estrategia para no llevarlos a daño general. Generando evaluaciones de la siguiente manera. Equipo que no se mantiene se va a pérdida total por falla catastrófica, es decir es necesario realizar la compra del mismo nuevamente, si realizamos mantenimiento preventivo este tendría un costo promedio del 5% de su valor total, extendiendo su tiempo de vida en un 35% más que si se permite falla catastrófica, esto se traduce según el componente evaluado en ganancias aproximadas al 10% del costo inicial según el modelo. Sin tener en cuenta las ganancias tras bambalinas que son la no pérdida por lucro cesante, la no pérdida de otros componentes y la inversión de compra de los mismos por causa raíz de pérdida del primer componente, evitamos pérdidas en la imagen de la compañía ya que no mantenemos actividades correctivas sino preventivas en los equipos sin tener pérdida inesperada de producción para el cliente.

Sumado a lo antes mencionado, la compañía está generando una re-estructuración en la documentación, almacenamiento y seguimiento de los programas de mantenimiento para los equipos. Esto de la mano con la generación del MGM, ya que es necesario sincerar la información con la que se cuenta, actualizar la condición de cada uno de los equipos y generar planes de recuperación de los mismos como se ve planteado en la recuperación de equipo propio.

Como paso a paso de dicha propuesta se encuentran las siguientes actividades. Iniciar el proceso de actualización de HV de los equipos, Seguido se identifican las necesidades del área para cumplir con las certificaciones de la compañía y se encuentra necesaria la creación de HV de instrumentos de medición y la generación de su respectivo plan de calibración según condición. Seguido a esto y en paralelo se implementan sistemas de control a las actividades a ejecutar en el taller CSV y el cumplimiento de los objetivos de mantenimiento preventivo de equipos operativos. Basados en lo anterior y con el diagnóstico entregado se solicitan stock de repuestos y se generan controles inmediatos cerrando brechas con almacén. De allí se encuentran los análisis de ciclo de vida de componente, los planes de recuperación de componente fuera de servicio y a su vez la reducción de costos para mantenimiento que es el objetivo final al que se pretende llegar.

La información anteriormente mencionada puede ser validada en dicha compañía, en las carpetas de red con los siguientes códigos.

XXX-XX-XX-72 Listado de HV de equipos.

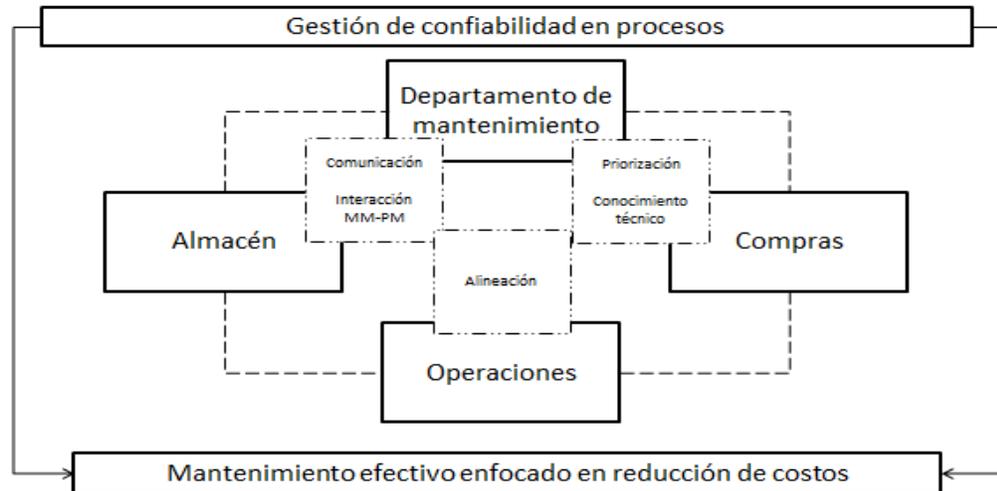
XXX-XX-XX-19 HV de equipo Motor-Bomba de inyección.

XXX-XX-XX-73 de equipo motor-soldador, iluminaria tipo planta estadio y compresor.

## 11.5 CONFIABILIDAD EN PROCESOS CORPORATIVOS.

Se identifican 2 Gerencias fundamentales de la compañía los cuales presentan brechas significativas en los procesos generando afectación profunda a la gestión de mantenimiento.

Figura 3. Enlace gestión de confiabilidad de procesos y mantenimiento efectivo enfocado en reducción de costos



## 11.6 RELACIÓN GERENCIA TÉCNICA, MANTENIMIENTO – GERENCIA PROCURA Y LOGÍSTICA, COMPRAS.

En toda compañía de ingeniería debe existir un enlace fuerte en la relación compras mantenimiento, ya que es necesario tener un conocimiento técnico básico de los elementos a comprar. Parte de los problemas que se presenta frecuentemente es la tardanza en la llegada de repuestos pues no se tiene conocimiento de lo que se está solicitando, esto lleva al planeador de mantenimiento a ser el comprador directo de la empresa, pues debe ser quien entabla la relación comercial con el proveedor, cotiza, compara y en definitiva realiza la compra con el aval del departamento de compras. Esto no permite que la persona desempeñe su rol a cabalidad ya que sus funciones se están extralimitando a las funciones del comprador de la compañía. Para esto se genera el plan de capacitación interna en donde el personal con mayor conocimiento técnico capacita al personal de compras.

Otra dificultad evidenciada es la falta de prioridad en la compra, siempre ligada al conocimiento técnico de los repuestos. La persona encargada de realizar la compra ve todos los repuestos con el mismo nivel de criticidad aun cuando existen algunos repuestos que generan parada de producción y otros que se solicitan para mantener en Stock. Aquí va de la mano con la correcta ejecución de la labor de

almacén pues deben ser ellos quienes alerten cuando los stocks llegan a sus rangos mínimos. Para solucionar esto se genera la matriz de criticidad de repuesto y se agrega una casilla de valor en donde se indica en cada solicitud si el repuesto se requiere para instalación inmediata, el repuesto está próximo a fallar pero se cuenta con stock, repuesto próximo a fallar y no se cuenta en stock o si es repuesto para alimentar el almacén.

Por otra parte se evalúa el tiempo de consecución de repuesto, repuesto de consecución mayor a 3 semanas, repuesto de consecución de 1 a 3 semanas, repuesto a fabricar y repuesto de consecución inmediata.

Como resultado de dicha catalogación de repuestos se obtiene la siguiente matriz de criticidad de compra de suministros.

Figura 4. Matriz de criticidad en compras.

MATRIZ DE CRITICIDAD DE COMPRA					
CRITICIDAD	4				
	3				
	2				
	1				
		1	2	3	4
		CONSECUCION			

Los parámetros para realizar la evaluación se catalogaron con el siguiente valor según se explica en el párrafo anterior.

Figura 5. Factores de evaluación de compras según criticidad vs consecución

CRITICIDAD		CONSECUCION	
RII	4	RC > 3 SEM	4
RPFS	3	RC 1 - 3 SEM	3
RPFSS	2	RC FABRICACION	2
RAA	1	RC INMEDITA	1

Finalmente la evaluación de la gestión de compra se catalogara dependiendo el color asignado según la criticidad y el tiempo de consecución.

Figura 6. .Factor de evaluación de compras.

GESTION DE COMPRA	
GESTION INMEDIATA	Red
GESTION ANTES DE 1 SEM	Naranja
GESTION DE 1- 2 SEM	Amarillo
GESTION POR ALMACEN	Verde

### **11.7 RELACIÓN GERENCIA TÉCNICA, MANTENIMIENTO – GERENCIA PROCURA Y LOGÍSTICA, ALMACÉN.**

Continuando con la generación de acciones que nos ayuden a ganar confiabilidad en los procesos, se pretende cerrar la brecha existente entre las gerencias involucradas, para esto debemos atacar la desviación centrada en la comunicación, al ser dos dependencias de diferente gerencia, El personal de almacén no tiene comunicación con los movimientos de repuestos existentes entre los campos, el almacén Villavicencio y el registro SAP de almacén en Bogotá y base Villavicencio. La primera falencia está en la falta de comunicación directa entre almacenes, ocasionando que la labor del almacenista sea verificar ingresos por compras, y generar ordenes de movilización sin conocimiento alguno de la utilización de los repuestos o consumibles en la operación. Como solución a esta situación se hace necesario relacionar el cmms de la compañía con los stock de almacén existentes, para esto se crea el formato PMC-FO-GT-XX en donde se consigan cada retiro de repuestos y consumibles de los almacenes de campo, base Villavicencio y Bogotá ligando a esta el número de OT y la actividad a realizar. De esta manera mientras se instala SAP en todos los puntos y se cuenta con la línea de internet debida, se lleva control de movimiento de inventarios en cada una de las bodegas creadas. Esta información debe ser recopilada semanalmente y actualizada en el programa SAP de la compañía.



parte de operaciones y del objetivo de preservar la integridad de los activos de la compañía. Se alinean esfuerzos y como primera medida se determina enviar un supervisor de cada área para realizar los respectivos turnos rotativos en donde se encuentran operando las unidades. En el pasado las áreas llevaban documentación de control distinta, para ello era necesario contar con la presencia de dos técnicos junto a la maquina mínimo. Uno tomando datos de mantenimiento y otro generando información para operaciones. De este modo se genera ahorro en personal, optimización de las labores a desempeñar por los mismos y ahorro en papelería pues se generaron formatos donde se diligencia información de utilidad para las dos áreas y control a la par de una sola persona.

Las decisiones a tomar se realizan en consenso con las dos áreas y el compromiso de la operación se mancomuna para lograr trabajos con todo el personal que se cuenta, de esta manera los expertos en mantenimiento aportan y dirigen las actividades de recuperación, reacondicionamiento y demás relacionadas con el mantenimiento y el personal de la operación aporta en la medida de las posibilidades y sus conocimientos acortando tiempos de parada de nuestras unidades en cada una de las actividades planteadas. De otra forma cuando es necesario realizar movimientos operacionales, el personal de mantenimiento hace las veces de subordinado de los operadores quienes tienen el poder de decisión en dichas actividades.

Se realiza la creación de una reunión operacional diaria, la cual era ejecutada de manera individual por las dos áreas, esto con el ánimo de discutir y debatir las actividades programadas del día optimizando recursos según requerimiento, además de mantener enterados a cada gerente de área de lo que se está ejecutando en la operación de la compañía.

Como análisis final del proceso de alineación de procesos, se comparten la ejecución de actividades administrativas, pues en base Villavicencio se cuenta con administrativo operacional y en Bogotá administrativo de mantenimiento. Esto ha ayudado a acelerar procesos de solicitud de pedido, compras y gestión interna de los dos departamentos. Esto se traduce en tiempo y el tiempo en dinero para la compañía.

## **11.9 CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS DE MANTENIMIENTO.**

Dicha caracterización del proceso se enfoca en linear el debido proceso de ejecución de las labores de mantenimiento, en ella se incluye como factor a evaluar la reducción de costos generados por mantenimiento realizando la relación gestio de mantenimiento 2016 vs los costos generados al finalizar la gestión de mantenimiento 2017. Es importante resaltar que debido a la diferenciación de actividades de un año respecto al otro se hace necesario evaluar detalladamente las actividades relacionadas y generar la escala de medida. Como meta se supone lograr un 25% en ahorro, meta propuesta según ahorros obtenidos bajo planeación estratégica generada.

Tabla 3. Caracterización del proceso de mantenimiento

		CARACTERIZACIÓN DE PROCESO						PMC-xxx-xxx-xx
								Versión: X
								Rev. xx de xxx de 2016
<b>PROCESO</b>	Gestión de Mantenimiento							
<b>LÍDER</b>	Coordinador de mantenimiento							
<b>ALCANCE</b>	Abarca toda la gestión de mantenimiento realizada en la compañía teniendo en cuenta la planeación, programación y ejecución de los planes de mantenimiento, asegurando reducción de costos basado en confiabilidad de equipos, procesos y gestión de inventarios							
<b>OBJETIVO DEL PROCESO</b>	Planificar y guiar la ejecución de los mantenimientos preventivos, proactivos y correctivos que se requieran en los equipos de la operación así como asegurar la reducción de costos.							
PARÁMETROS DE CONTROL / INDICADORES DE GESTIÓN								
OBJETIVOS DEL SIG	OBJETIVO RELACIONADO	INDICADOR	FORMULA	META	FRECUENCIA	FUENTE	RESPONSABLE	
Mantener la disponibilidad de equipos operativos	Cumplimiento programa de mantenimiento	Horas programas de mantenimiento vs horas ejecutadas	$(HH \text{ Programadas} / HH \text{ ejecutadas}) * 100$	70%	Monitoreo: Mensual Evaluación: Trimestral	Privacidad Compañía	Coordinador de mantenimiento	
	Verificar el porcentaje de ordenes de mantenimiento por tipo de mantenimiento.	Ordenes de trabajo por tipo de mantenimiento vs ordenes de trabajo totales	$(\text{No de OTs por tipo de mantenimiento} / \text{No total de OTs}) * 100$	95% de OTs mto proactivo	Monitoreo: Mensual Evaluación: Trimestral	Privacidad Compañía	Coordinador de mantenimiento	
	Verificar el porcentaje de horas hombre trabajadas por tipo de mantenimiento	Horas hombre por tipo de mantenimiento vs horas hombre totales	$(HH \text{ por tipo de mantenimiento} / HH \text{ Totales}) * 100$	75% mto preventivos	Monitoreo: Mensual Evaluación: Trimestral	Privacidad Compañía	Coordinador de mantenimiento	
	Verificar el porcentaje de horas hombre trabajadas por mantenimiento proactivos.	Horas hombre por mto proactivo vs horas hombre totales	$(HH \text{ por mto proactivo} / HH \text{ Totales}) * 100$	90%	Monitoreo: Mensual Evaluación: Trimestral	Privacidad Compañía	Coordinador de mantenimiento	
	Aseguramiento en reducción de costos basado en confiabilidad de procesos, equipos e inventarios	Reducción de costos MTTO 2017 vs 2016 (Relación de actividades y presupuesto)	$\text{Costos } 2017 < \text{costos } 2016$		Reducción 25%	Monitoreo: trimestral Evaluación: Anual	Privacidad Compañía	Coordinador de mantenimiento

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO				
PROVEEDORES	ENTRADAS	ACTIVIDAD	SALIDA	CLIENTES
<b>PLANEAR</b>				
Proceso de planificación estratégica	Planificación estratégica (misión, visión, valores corporativos) Política del sistema de gestión Objetivos y metas del sistema de gestión. Presupuesto Proyectos especiales	Planeación de estrategias de proyectos	Planificación de actividades para contratos y servicios	Proceso de evaluación técnica
Fabricante	Necesidades operativas de equipos definidas a través de los manuales de operación	Planeación de programa de mantenimiento preventivo	Programa de mantenimiento	Proceso de evaluación técnica Proceso de operaciones y mantenimiento
Proceso de gestión de mantenimiento	Resultado de indicadores del programa de mantenimiento			
<b>HACER</b>				
Proceso gestión de mantenimiento Proceso de evaluación técnica	Necesidades materiales, herramientas y equipos para mantenimientos predictivos y correctivos así como requerimientos de metrología	Solicitud de pedido de materiales, herramientas y equipos para mantenimientos predictivos y correctivos así como requerimientos de metrología	Solicitud de pedido	Proceso de procura, logística, servicios generales y tecnología
Proceso de procura, logística, servicios generales y tecnología	Materiales, herramientas y equipos para mantenimiento predictivo y correctivo / metrología	Entrega de materiales, herramientas y equipos a operaciones y mantenimiento para su ejecución bajo lineamiento de evaluación técnica	Materiales, herramientas y equipos Lineamiento de evaluación técnica para ejecución de mantenimiento	Proceso gestión de mantenimiento
		Ejecución de mantenimiento predictivo y seguimiento metrológico	Registros de mantenimiento predictivo y metrología	Proceso de evaluación técnica
<b>VERIFICAR</b>				
Proceso de evaluación técnica	Retroalimentación del monitoreo de variables acorde a los reportes de la ejecución del proyecto	Realizar reunión con el cliente antes, durante y después de la operación. Entrega de informe de las actividades de mantenimiento realizadas	Encuestas de satisfacción Reportes de no conformidades Oportunidades de mejora	Proceso de comercialización y contratos Proceso de evaluación técnica Proceso de SSAC Proceso de operaciones y mantenimiento
Proceso de operaciones	Registros asociados a mantenimiento Ordenes de trabajo (ejecutadas para mantenimiento)	Consolidación y generación de indicadores del programa de mantenimiento	Resultados de indicadores del programa de mantenimiento	Proceso gestión mantenimiento Proceso de evaluación técnica Proceso de operaciones y mantenimiento
Cliente Proceso de operaciones y mantenimiento	Quejas y Reclamos	Análisis y remisión de reportes	Reportes de no conformidades Oportunidades de mejora	Proceso de operaciones y mantenimiento Proceso de evaluación técnica Proceso de SSAC
			Planes de acción	Cliente Proceso de SSAC Distribución a los demás procesos
<b>ACTUAR</b>				
Proceso de operaciones y mantenimiento Proceso de evaluación técnica	Reportes de no conformidades Oportunidades de mejora Resultados de indicadores del programa de mantenimiento	Implementar ajustes en el programa de mantenimiento	Planes de acción, acciones correctivas y preventivas Programa de mantenimiento ajustado	Proceso de evaluación técnica Proceso de operaciones y mantenimiento Proceso gestión de mantenimiento
Proceso de Planificación Estratégica	Revisión por la dirección	Análisis y gestión de no conformidades, oportunidades de mejora y reportes	Planes de acción, acciones correctivas y preventivas derivadas de la revisión por la dirección	Proceso de evaluación técnica

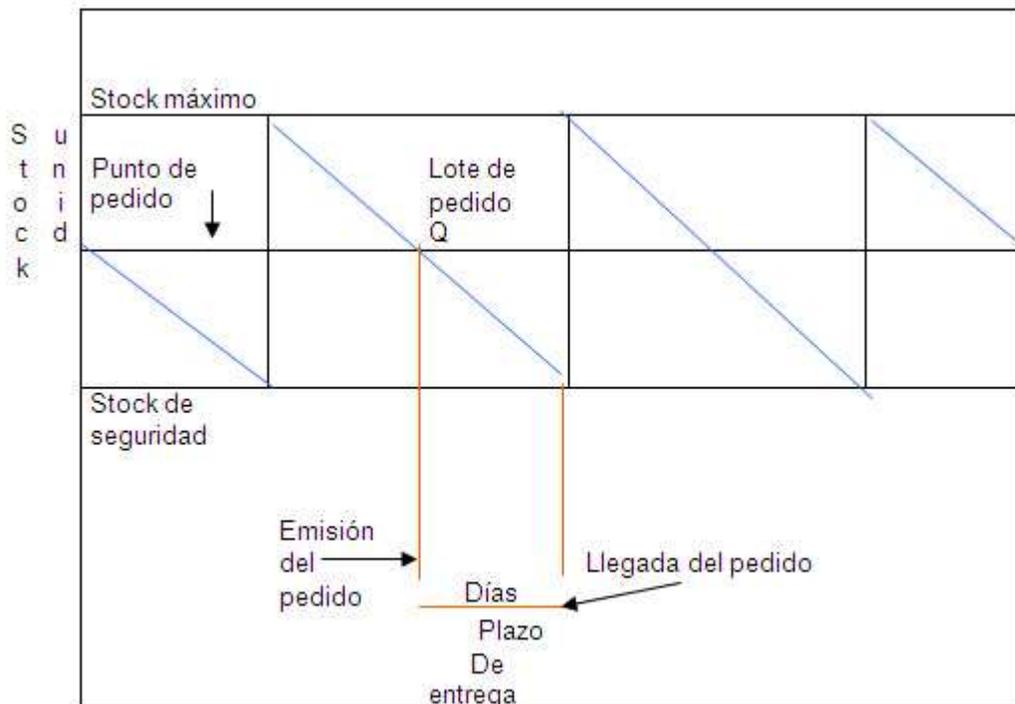
## 11.10 ESTRATEGIA DE GESTIÓN DE REPUESTOS

Como se mencionaba anteriormente parte fundamental es la discriminación de los repuestos críticos, pues en este punto el ahorro es sustancial para la compañía, pensando que la reposición de componentes es bastante alta para este tipo de equipos especializados. Se realiza evaluación de equipos teniendo en cuenta los siguientes criterios.

- Tiempo de trabajo máximo y mínimo sin intervención.
- Factores que afectan la falla ocasionada del elemento.
- Tiempo de vida estimado según fabricante.
- Costo
- Tiempo de consecución del repuesto.

Basado en lo antes mencionado se genera listado de repuesto crítico y se evalúa según la matriz de criticidad de consecución. Esta evaluación es llamada estrategia de stock de min – max.

Figura 8. Teoría stock de máximos y mínimos



Fuente: Añasco Baquero Carlos Dorian, Curso administración de una bodega. En: mailxmail.com. [sitio web]. 06, agosto, 2010. Cap 11. Disponible en: <http://www.mailxmail.com/curso-administracion-bodega/gestion-stocks>

Su ejecución es sencilla y de mayor facilidad para controlar con sistemas computarizados de gerenciamiento de mantenimiento, consiste en la generación de una tendencia de pedido según la criticidad y rotación de inventarios de una compañía teniendo en cuenta sus costos y tiempos de consecución. En este caso es necesario generar el control directo con el almacén de SAP, haciendo que el enlace con el PM genere avisos y solicitudes de pedido. Siendo así la generación de pedido cuando el stock de inyectores para alguna referencia de operación sea inferior al mínimo utilizado por la unidad, o la cantidad de bombas de refrigeración de un equipo sea requerida automáticamente cuando el stock de viene a 0.

## 12. CONCLUSIONES.

- Es importante evitar alta rotación en el personal de compras de la compañía ya que esto genera pérdidas en el cierre de brechas de los procesos mantenimiento-compras, de suceder debe incluirse en el plan de inducción, la capacitación de parte de los ingenieros técnicos de la compañía a menos que la persona contratada cuente con el conocimiento específico requerido.
- Aun cuando la brecha con la gestión de operaciones se ha cerrado, es importante mantenerla de esta manera ya que por principios de operación muchas veces estos acuerdos tienden a deshacerse generando pérdidas innecesarias a la compañía.
- El stock de repuesto necesario, debe ser contemplado acorde a la liquidez con la que cuente la compañía en el momento, pues debe ser razonable con la cantidad de equipos operativos.
- Aun cuando la reducción de costos se ve ambiciosa en el objetivo de la caracterización del proceso de mantenimiento, es posible cumplirlo según los modelos y análisis económicos planteados. Generación de valor taller, generación de valor en confiabilidad de procesos, generación de valor en stock y análisis de repuesto crítico.
- Es importante tener en cuenta que la compañía en estudio es una compañía de menos de 200 empleados, y el indicador de confiabilidad de equipo está planteado al nivel de las compañías de clase mundial. Motivo por el cual es necesario el apoyo económico de parte de la gerencia general para cumplir el objetivo.
- El diagnóstico de los planes de mantenimiento de los años 2014 a 2016 fue fundamental para alimentar la memoria de los directivos y así no repetir errores que posiblemente en el pasado se pasaron por alto.
- Definitivamente la re-estructuración debe realizarse en cada uno de los departamentos de la compañía, plasmando así los nuevos procedimientos a seguir para continuar con la reducción de costos en cada una de las áreas.

### **13. RECOMENDACIONES.**

- Se recomienda terminar con la generación de actividades planteadas al finalizar el año 2017, realizando igual evaluación entre la gestión 2016 vs 2017 con el ánimo de generar la estrategia de mejora continua.
- Podría ser buen ejercicio presentar los resultados ante la junta directiva y las gerencias de la compañía, ya que esto abre la puerta del cambio a los demás equipos de trabajo.

## **BIBLIOGRAFIA.**

REY SACRISTÁN Francisco. Mantenimiento total de la producción (TPM): proceso de implantación y desarrollo. España. Editorial Dayenu, 2001 Cap. 4

PARRA Carlos. Curso preparatorio para certificación como profesional en mantenimiento y confiabilidad: Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicada a la Gestión de Activos.(prest. Power point). Edita Ingeman. Bogotá D.C. 2016.

REY SACRISTÁN Francisco. Mantenimiento total de la producción (TPM): proceso de implantación y desarrollo. España. Editorial Dayenu, 2001 Cap. 4

LÓPEZ Monica y CRESPO Adolfo. Modelo de referencia para la gestión de mantenimiento, Décimo congreso de confiabilidad, Curso en line. Lérida España, 2008

MORA GUTIÉRREZ. Alberto Mantenimiento Planeación, Ejecución y control., Editorial Alfa omega, 1era edición, 2009