

EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA ESTACIÓN DE  
BOMBEO RUBIALES EN BASE A LAS DIEZ MEJORES PRÁCTICAS QUE  
SUSTENTAN EL MANTENIMIENTO CLASE MUNDIAL

JUAN CARLOS CONSTANTE PATERNINA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA

2017

EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA ESTACIÓN DE  
BOMBEO RUBIALES EN BASE A LAS DIEZ MEJORES PRÁCTICAS QUE  
SUSTENTAN EL MANTENIMIENTO CLASE MUNDIAL

JUAN CARLOS CONSTANTE PATERNINA

Monografía de Especialización para optar al título de  
Especialista en Gerencia de Mantenimiento

Director

FRANCISCO DE JESÚS GARCÍA RIVERA

Esp. en Gerencia de Mantenimiento

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA

2017

## DEDICATORIA

*A Dios por su infinito amor, misericordia y bendiciones.*

*A mi Mamá Nora Suarez, por mostrarme el amor verdadero, por tantos años de sacrificio y de abnegación, en los que me inculcó grandes valores que hicieron de mí un hombre de bien.*

*A mi familia por todo el apoyo incondicional, por los maravillosos momentos que hemos compartido juntos, por ese lazo de unión tan fuerte.*

*A mis amigos que han sido mi voz de aliento en momentos difíciles.*

**Juan**

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a Dios por permitirme emprender y culminar este proyecto.

A Oleoducto de los Llanos Orientales por permitirme realizar esta propuesta en la organización.

A los Ingenieros Francisco García, Oscar Motato y Hugo Villamizar por todo su apoyo incondicional y aportes a este trabajo de grado.

A todo el personal de la Estación de Bombeo Rubiales por sacar un espacio de su valioso tiempo para compartir información.

## TABLA DE CONTENIDO

	pág
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	15
<b>1. MARCO REFERENCIAL</b> .....	17
1.1 OLEODUCTO DE LOS LLANOS ORIENTALES S.A.....	17
1.2 SISTEMA DE TRANSPORTE ODL .....	18
1.2.1 Estación de Bombeo Rubiales – EBR.....	20
1.2.2 Subsistema de Despacho de Estación de Bombeo Rubiales – EBR .....	22
1.3 MISIÓN Y VISIÓN.....	23
1.3.1 Misión.....	23
1.3.2 Visión .....	23
1.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL .....	23
1.5 GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN ODL.....	24
1.6 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	26
1.7 OBJETIVOS.....	27
1.7.1 Objetivo General .....	27
1.7.2 Objetivos Específicos.....	27
<b>2. MARCO CONCEPTUAL</b> .....	28
2.1 MANTENIMIENTO CLASE MUNDIAL (M.C.M.) .....	28
2.2 DIEZ MEJORES PRÁCTICAS QUE SUSTENTAN EL MANTENIMIENTO CLASE MUNDIAL .....	28
2.2.1 Organización centrada en equipos de trabajo.....	28

2.2.2 Contratistas orientados a la productividad .....	29
2.2.3 Integración con proveedores de materiales y servicios .....	29
2.2.4 Apoyo y visión de la gerencia .....	29
2.2.5 Planificación y Programación Proactiva .....	29
2.2.6 Procesos orientados al mejoramiento continuo .....	30
2.2.7 Gestión disciplinada de procura de materiales .....	30
2.2.8 Integración de sistemas .....	30
2.2.9 Gerencia disciplinada de paradas de plantas .....	30
2.2.10 Producción basada en confiabilidad .....	30
2.3 LA CALIDAD EN EL MANTENIMIENTO.....	31
2.4 DIAGNÓSTICO DE LA ORGANIZACIÓN EN LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.....	32
2.5 AUDITORIAS DE MANTENIMIENTO .....	34
2.5.1 ¿Para qué sirve una Auditoría de Mantenimiento? .....	34
2.5.2 Tipos de Auditoria de Mantenimiento.....	35
2.5.2.1 Auditoría Técnica .....	35
2.5.2.2 Auditoría de Gestión .....	35
2.6 GRADO DE MADUREZ DE UN PROCESO .....	35
2.7 GRÁFICO RADAR O POLÍGONO DE PRODUCTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO.....	36
<b>3. MODELO Y AUDITORÍA .....</b>	<b>38</b>
3.1 ELABORACIÓN DEL MODELO DE AUDITORÍA .....	38
3.2 AUDITORÍA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO .....	39
<b>4. ESTRATEGIA METODOLÓGICA .....</b>	<b>42</b>
4.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ENCONTRADA .....	42

4.1.1 Organización Centrada en Equipos de Trabajo .....	42
4.1.2 Contratistas Orientados a la Productividad .....	43
4.1.3 Integración con Proveedores de Materiales y Servicios .....	44
4.1.4 Apoyo y Visión de la Gerencia .....	45
4.1.5 Planificación y Programación Proactiva .....	47
4.1.6 Procesos Orientados al Mejoramiento Continuo.....	48
4.1.7 Gestión Disciplinada de Materiales.....	49
4.1.8 Integración de Sistemas.....	51
4.1.9 Gestión Disciplinada de Paradas de Planta.....	52
4.1.10 Producción Basada en Confiabilidad .....	53
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>55</b>
<b>6. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>56</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>60</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>62</b>

## LISTA DE FIGURAS

	pág
Figura 1. Composición accionaria de ODL S.A.....	18
Figura 2. Sistema de Transporte ODL .....	19
Figura 3. Diagrama de Descripción del Proceso en EBR .....	21
Figura 4. Estructura Organizacional.....	24
Figura 5. Evaluación cualitativa de la gestión de mantenimiento.....	39
Figura 6. Diagrama radar.....	40

## LISTA DE TABLAS

	pág
Tabla 1. Propiedades químicas crudos EBR .....	20
Tabla 2. Resultados auditoría a la gestión del mantenimiento.....	39

## LISTA DE ANEXOS

pág

<b>Anexo A.</b> Evaluación basada en las diez mejores prácticas que sustentan el mantenimiento clase mundial.....	62
---	----

## RESUMEN

**TÍTULO:** EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO RUBIALES EN BASE A LAS DIEZ MEJORES PRÁCTICAS QUE SUSTENTAN AL MANTENIMIENTO CLASE MUNDIAL.<sup>1</sup>

**AUTOR:** JUAN CARLOS CONSTANTE PATERNINA<sup>2</sup>.

**PALABRAS CLAVES:** GESTIÓN DE MANTENIMIENTO, DIEZ MEJORES PRÁCTICAS, MANTENIMIENTO CLASE MUNDIAL, NIVEL DE MADUREZ.

**DESCRIPCIÓN O CONTENIDO:** En los últimos años la industria del petróleo en Colombia se ha visto afectada por la caída del precio del crudo a nivel internacional, fenómeno que ha llevado a las empresas del sector a revisar con lupa cada uno de sus procesos, con el fin de optimizarlos y ser más competitivos. Uno de los procesos que agregan valor a la competitividad de las organizaciones es la gestión de mantenimiento, pero para ser competitivos, se debe gestionar este proceso implementando las mejores prácticas de clase mundial.

El objetivo del presente trabajo es: Evaluar la Gestión de Mantenimiento en la Estación de Bombeo Rubiales en base a las Diez Mejores Prácticas que sustentan el Mantenimiento Clase Mundial. Para el cumplimiento del objetivo propuesto se elaboró y se aplicó un modelo de evaluación basado en los requerimientos de estas Diez Mejores Prácticas, se estableció el nivel de madurez en que se encuentra la gestión con respecto a las Diez Mejores Prácticas, se realizó un análisis para determinar las fortalezas y debilidades de la gestión actual, y se realizaron las recomendaciones de mejora.

De acuerdo a la Evaluación realizada el nivel de madurez de la Gestión de Mantenimiento en la Estación de Bombeo Rubiales se encuentra en la etapa de “Competencia”, demostrando que son bien entendidos los criterios, características y beneficios de las “Diez Mejores Prácticas”. La implementación de las recomendaciones le permitirá a la empresa alcanzar el nivel de “Excelencia” y posicionarse en la Gestión de Mantenimiento Clase Mundial.

---

<sup>1</sup> Monografía.

<sup>2</sup> Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Director: Francisco de Jesús García Rivera, Especialista en Gerencia de Mantenimiento.

## SUMMARY

**TITLE:** EVALUATION OF THE MAINTENANCE MANAGEMENT OF THE RUBIALES PUMPING STATION BASED ON THE TEN BEST PRACTICES THAT SUPPORT WORLD CLASS MAINTENANCE.<sup>3</sup>

**AUTHOR:** JUAN CARLOS CONSTANTE PATERNINA<sup>4</sup>.

**KEYWORDS:** MAINTENANCE MANAGEMENT, TEN BEST PRACTICES, WORLD CLASS MAINTENANCE, MATURITY LEVEL.

**DESCRIPTION OR CONTENTS:** Currently, the assets (machinery or equipment) in addition to not add value to the organization to be seen management as an expense and not a cost significantly impact the Integrated Management Systems and System Maintenance, not detected time chronic problems, not being managed and disposed of in time, generate sporadic problems or accidents or breakdowns or quality defects and high costs in the maintenance management.

The maintenance is considered a critical process and is included in the operational strategy and the asset management companies, which are not only relevant costs, but also the actual contribution to the business in terms of availability, reliability, maintainability of equipment and facilities and the contribution to the quality of products and services, the security of persons and facilities and environmental care. To this proper management of human resources adds.

The maintenance has been being responsible for the asset management and has come to play a significant role in the industrial activity, generating one of the most important changes in the management field, it is why this paper wants to present the beginning of a methodological guide, which presents and describes different types of tools that can be implemented and adapted by companies.

---

<sup>3</sup> Monograph.

<sup>4</sup> Faculty of Engineering Physics and Mechanics. Mechanical Engineering School. Specialization in Maintenance Management. Director: Francisco de Jesús García Rivera, Maintenance Management Specialist.

## INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de esta monografía es Evaluar la Gestión de Mantenimiento de la Estación de Bombeo Rubiales mediante la aplicación de los requerimientos establecidos en las Diez Mejores Prácticas que sustentan el Mantenimiento Clase Mundial, realizando auditoria a la Gestión de Mantenimiento contra las Diez Mejores Prácticas, analizando las fortalezas y debilidades existentes, determinando el grado de madurez de la gestión actual y estableciendo recomendaciones que le permitan alcanzar un nivel de gestión clase mundial.

El primer capítulo define el título de la monografía: “Evaluación de la Gestión de Mantenimiento de la Estación de Bombeo Rubiales en Base a las Diez Mejores Prácticas que Sustentan al Mantenimiento Clase Mundial”. Se presenta la empresa, su reseña histórica, Misión, Visión, Objetivos, la conformación del Departamento de Mantenimiento y el modelo actual de gestión de mantenimiento, se realiza el análisis del problema y la necesidad de aplicar los criterios de las Diez Mejores Prácticas para lograr los objetivos estratégicos de la empresa, igualmente se establecen el objetivo general y los objetivos específicos.

En el segundo capítulo se desarrolla el marco teórico sobre el mantenimiento clase mundial, se presentan los criterios de las Diez mejores Prácticas y el diagnostico en la gestión de mantenimiento.

El tercer capítulo contiene el Modelo de Auditoría para cada uno de los requerimientos de las Diez Mejores Prácticas y se muestran los resultados de su aplicación a la Gestión de Mantenimiento de la Estación de Bombeo Rubiales.

El cuarto capítulo contiene la Estrategia Metodológica, se realiza el análisis de la situación actual evaluando fortalezas y debilidades en términos de valor para la

organización, se establecen recomendaciones a ser implementadas para alcanzar el máximo nivel en la Gestión Clase Mundial. El quinto capítulo contiene las conclusiones de la monografía.

## 1. MARCO REFERENCIAL

### 1.1 OLEODUCTO DE LOS LLANOS ORIENTALES S.A.

Oleoducto de los Llanos Orientales S. A. (ODL S.A.) fue constituida en el año 2007 entre Ecopetrol S. A. y Petro Rubiales Corp. a través de la compañía ODL Finance S.A. radicada en Panamá. Un año después, esta nueva compañía creó la empresa Oleoducto de los Llanos Orientales S. A. (sucursal Colombia).

Ecopetrol, por su parte, constituyó en 2012 a la empresa CENIT S. A. Transporte y Logística de Hidrocarburos, encargada de la ampliación y fortalecimiento de la red de transporte de hidrocarburos del país, y en consecuencia cedió sus intereses en ODL Finance. En 2013 Petro Rubiales Corp. cambió su razón social a Pacific Midstream Holding Corp., y en 2014 ODL S. A. se fusionó por absorción con ODL Finance quedando únicamente ODL S. A. como sociedad.<sup>5</sup>

Como se muestra en la figura 1, la composición accionaria de ODL S.A., está dividida en 65% de participación de Cenit y un 35% de participación de Pacific Midstream.

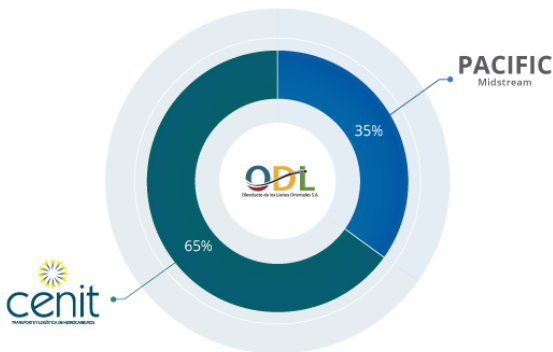
En cumplimiento de su objeto social, ODL es una empresa que identifica y desarrolla soluciones integrales en logística; opera y mantiene sistemas de transporte de hidrocarburos, con el uso de tecnologías apropiadas y con responsabilidad socio ambiental, para generar valor a sus grupos de interés, y se proyecta en 2020 a ser la solución integradora para la evacuación de hidrocarburos desde los Llanos Orientales, sostenible en el tiempo, producto de la aplicación de las prácticas líderes

---

<sup>5</sup> OLEODUCTO DE LOS LLANOS ORIENTALES. Quiénes Somos. [En línea]. [Fecha de consulta: octubre de 2016]. Disponible en: <https://www.odl.com.co/odl/index.php/quienes-somos-2.html>

operacionales, la incorporación de tecnología, el conocimiento del entorno y el reconocimiento de sus grupos de interés.<sup>6</sup>

Figura 1. Composición accionaria de ODL S.A.



Fuente: <https://www.odl.com.co/odl/index.php/quienes-somos-2.html>

## 1.2 SISTEMA DE TRANSPORTE ODL

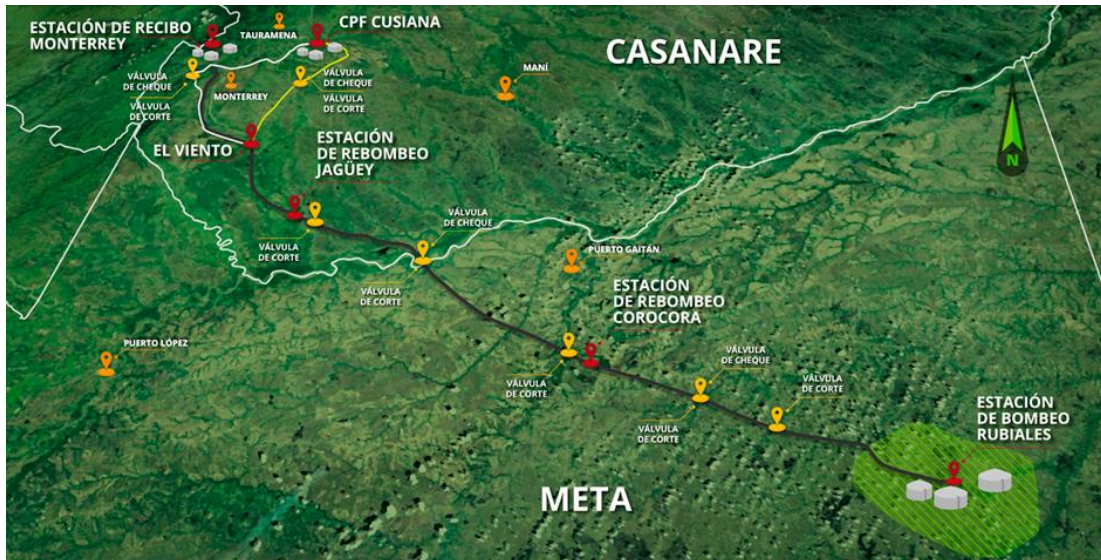
El sistema de transporte del ODL que se describe a continuación, se muestra en la figura 2.

El Oleoducto de los Llanos Orientales S.A., (ODL) es un sistema de transporte de crudo pesado diluido, constituido por una línea de 24 pulgadas de diámetro y 234 kilómetros de longitud que inicia en la Estación de Bombeo Rubiales, en el departamento del Meta, y finaliza en la estación de recibo Monterrey, en el departamento del Casanare. Este tramo se conoce como el Oleoducto Rubiales Monterrey (ORM).

---

<sup>6</sup> OLEODUCTO DE LOS LLANOS ORIENTALES. Quiénes Somos. [En línea]. [Fecha de consulta: octubre de 2016]. Disponible en: <https://www.odl.com.co/odl/index.php/quienes-somos-2.html>

Figura 2. Sistema de Transporte ODL



Fuente: <https://www.odl.com.co/odl/index.php/quienes-somos-2.html>

En el kilómetro 198 del ORM se cuenta con una derivación de 24 pulgadas de diámetro y 25 kilómetros de longitud, que inicia en la válvula de seccionamiento del sector conocido como El Viento y finaliza en la Estación de Recibo Cusiana (ERC), ubicada dentro del área operativa de OCENSA en el CPF de Cusiana, ambas en el departamento de Casanare. Este tramo se conoce como el Oleoducto el Viento Cusiana (OVC).

En los kilómetros 79 y 174 del ORM se cuenta con dos estaciones de refuerzo conocidas como ER1 – Corocora y ER2 – Jagüey, respectivamente, que permiten alcanzar la capacidad máxima probada del Oleoducto de 340.000 bpd para un crudo mezcla de 18°API.

**1.2.1 Estación de Bombeo Rubiales – EBR:** La Estación de Bombeo Rubiales (EBR) sirve como una estación de recibo de crudo pesado de las facilidades de producción del campo Rubiales, el cual se mezcla con producto diluyente para facilitar su despacho a las estaciones de recibo en Monterrey y en Cusiana.

En EBR se recibe crudo de 12°API a 14°API proveniente de las instalaciones de CPF1 - CPF2 y QUIFA - BATERIA 4, y se cuenta con un descargadero de 15 bahías para el recibo por carrotanques de diluyentes de 42 API a 85 API. El crudo pesado se mezcla en línea con el diluyente para obtener un crudo diluido que pueda ser transportado por el Oleoducto, y cumpla con las especificaciones de calidad definidas en el manual del transportador del ODL. Las propiedades químicas de los crudos pesados y diluyentes recibidos en la EBR, y el crudo mezcla obtenido, se resumen en el cuadro 1.

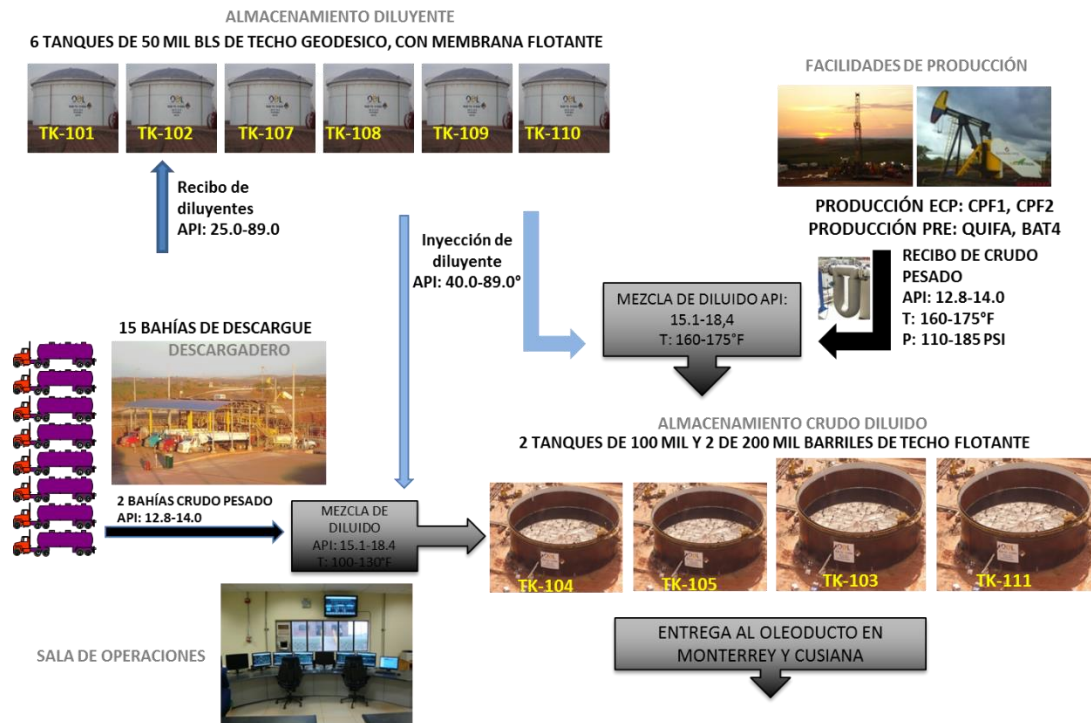
Tabla 1. Propiedades químicas crudos EBR

Propiedad	Crudo Pesado		Diluyente	Diluido
	CPF1- CPF2	Quifa- Batería 4		
Gravedad API @ 60° F	13,1	13,9	78,0	15,1
S.G @ 60°F	0,9786	0,9732	0,6754	0,9652
Azufre, wt%	1,19	1,18	--	1,16
Viscosidad Cinemática @ 86°F, cSt	4250	2103	0,49	1190
Contenido de Sales, lb/1000 BBL	5,2	4,9	--	3,8
Fuente: ODL. Manual de Operación Estación de Bombeo Rubiales. TPO-M-001				

Para el almacenamiento del diluyente se cuenta con una capacidad de 300.000 barriles, distribuidos en 6 tanques de techo geodésico de 50.000 barriles cada uno. El crudo diluido se almacena en tanques de techo flotante con capacidad de inventario de 600.000 barriles, distribuidos en 2 tanques de 100.000 barriles cada uno y 2 tanques de 200.000 barriles cada uno.

El proceso el proceso descrito anteriormente, se presenta de forma gráfica en la figura 3.

Figura 3. Diagrama de Descripción del Proceso en EBR



El crudo dentro de especificaciones que es despachado por el ODL se entrega en custodia a las estaciones ERM y ERC, para su posterior transferencia al sistema de transporte de OCENSA hasta la terminal Coveñas.

Inicialmente en la estación EBR se transportaba un crudo mezcla con una calidad de 18°API y viscosidad de 300 cSt a 30°C. Sin embargo, por las condiciones actuales del mercado, se está transportado un crudo mezcla con calidad de 15.1°API y una viscosidad de 1190 cSt a 30°C, tal como se detalló en el cuadro 1.

El control y monitoreo de la estación EBR y el Oleoducto, se realiza en el cuarto de control de la estación EBR, desde el cual se coordinan las condiciones operativas de bombeo y atención de emergencias.

**1.2.2 Subsistema de Despacho de Estación de Bombeo Rubiales – EBR:** El sistema de bombeo inicia desde los tanques del almacenamiento de crudo diluido los cuales se encuentran conectados a 6 bombas booster, 2 de ellas con capacidad de 60 KBPD cada una, y las 4 restantes con capacidad de 84 KBPD cada una. Estas bombas son de tipo centrífuga vertical configuradas en paralelo, que entregan una presión de descarga de 220 psi. En el cabezal de descarga de las bombas booster se encuentra la válvula de control de presión que opera con el fin de mantener una presión menor a 240 psi en dichos cabezales, recirculando crudo hacía el tanque que en el momento se encuentre despachando.

Luego se envía el crudo a 6 bombas principales, 2 de ellas con capacidad de 1750gpm (2386BPH) cada una, y las 4 restantes con capacidad de 2334gpm (3183 BPH) cada una. Estas bombas, de tipo centrífuga multietapas, están configuradas en paralelo y entregan una presión nominal de descarga de 1900 psi. Las dos bombas de menor capacidad se instalaron en una fase temprana de operación de la estación y actualmente se encuentran en Stand By, ya que la operación normal se realiza con las 4 bombas de mayor capacidad.

En la descarga de cada una de las bombas principales se cuenta con válvulas de control de flujo que operan con el fin garantizar el flujo mínimo necesario para evitar

que las bombas caviten, recirculando crudo hacia el tanque que en el momento se encuentren despachando.

Por último, si se requiere limpiar el oleoducto, la EBR cuenta con trampa de lanzamiento de raspadores en los tramos EBR –ERM. El tramo El Viento Cusiana, también cuenta con esta facilidad.

### **1.3 MISIÓN Y VISIÓN**

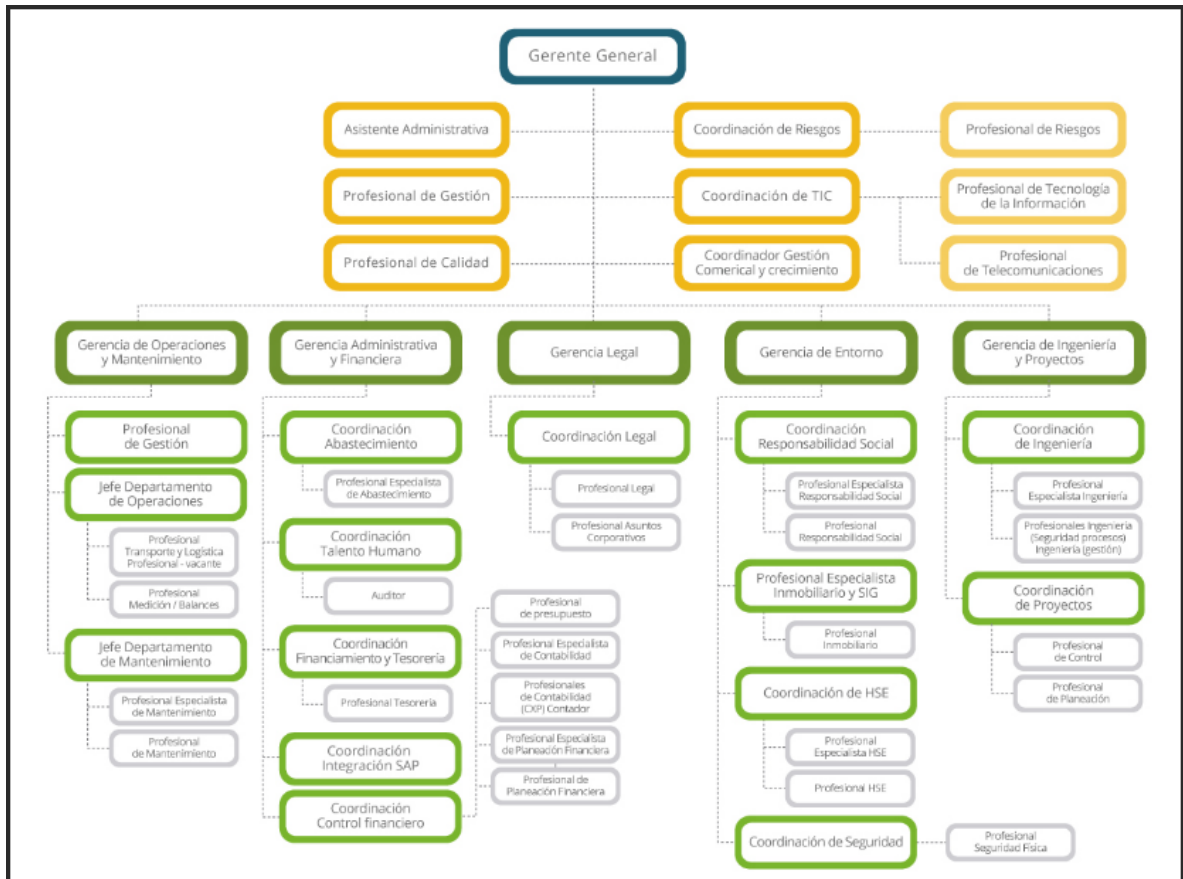
**1.3.1 Misión:** Somos una empresa que identifica y desarrolla soluciones integrales en logística; opera y mantiene sistemas de transporte de hidrocarburos, con el uso de tecnologías apropiadas y con responsabilidad socio ambiental, para generar valor a sus grupos de interés.

**1.3.2 Visión:** En 2020 seremos la solución integradora para la evacuación de hidrocarburos desde los Llanos Orientales, sostenible en el tiempo, producto de la aplicación de las prácticas líderes operacionales, la incorporación de tecnología, el conocimiento del entorno y el reconocimiento de nuestros grupos de interés.

### **1.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL**

La estructura organizacional de ODL se presenta en la Figura 4.

Figura 4. Estructura Organizacional



Fuente: <https://www.odl.com.co/odl/index.php/quienes-somos-2/estructura.html>

## 1.5 GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN ODL

Dentro del Sistema Integrado de Gestión del Oleoducto de los Llanos Orientales, la planeación y ejecución de los servicios de mantenimiento está clasificado como uno de los procesos de la cadena de valor de la compañía.

El propósito y proyección de este proceso está definido como el conjunto de actividades encaminadas a garantizar la confiabilidad operativa y ambiental de los equipos e infraestructura de Oleoducto de los Llanos Orientales, mediante la estandarización de criterios y parámetros técnicos, la planeación de mantenimiento

de origen proactivo, el análisis estadístico predictivo del desempeño de equipos, el mejoramiento continuo y el soporte técnico especializado.

El proceso de Planeación y Ejecución de los Servicios de Mantenimiento, cuenta con los siguientes objetivos:

- Disminuir el costo de mantenimiento para cada uno de los sistemas operacionales.
- Garantizar en cada uno de los equipos la disponibilidad para cumplir con la confiabilidad requerido en los compromisos de transporte de la organización.
- Garantizar que cada uno de los procedimientos técnicos de mantenimiento contenga las normas de seguridad de ODL.
- Generar planes de mantenimiento proactivo adecuadamente estructurados y presupuestados.
- Realizar análisis de falla para evaluar desviaciones negativas del comportamiento de los equipos y sistemas operacionales, y clasificar de acuerdo con su comportamiento para generar recomendaciones.
- Inicia con el análisis de la condición y de los eventos de falla de la orden de trabajo y el manejo estadístico de resultados, y termina con la entrega de recomendaciones para ajustar pronósticos de mantenimiento proactivo, predictivo y órdenes de trabajo para realizar actividades mejorativas. Adicionalmente debe generar recomendaciones para actualizar y ajustar planes de mantenimiento, así como informe de análisis y la condición de falla.
- El estudio técnico sugiere de acuerdo a la condición de confiabilidad, la asignación de la fecha requerida para la ejecución del trabajo, determina y actualiza la información de confiabilidad y mantenibilidad, y calcula la relación costo / beneficio de los programas de mantenimiento preventivo y predictivo, estableciendo la necesidad de ajustar las diferentes actividades de mantenimiento.

El proceso comprende la parametrización y caracterización de equipos y subequipos, la planeación del mantenimiento preventivo, el análisis estadístico y la condición de falla de los equipos de la infraestructura operativa y los estudios técnicos requeridos por la función de mantenimiento.

## **1.6 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Históricamente el mantenimiento ha evolucionado a través del tiempo, observándose diferentes enfoques de mejores prácticas en cada una de las épocas determinadas hasta llegar a constituirse como un factor determinante en la cadena de valor de todo proceso productivo.

Hoy en día las organizaciones tienen la tarea de organizar y gestionar las actividades del mantenimiento de manera que se utilicen eficientemente los recursos y se logren los objetivos planteados dentro del marco estratégico organizacional. Esta tarea se cumple con la implementación de un sistema de gestión que se adapte a las características específicas del entorno y que una vez implementado sea evaluado y ajustado periódicamente a las demandas y exigencias de clase mundial, a fin de que puedan hacerse efectivos los beneficios que aporta al proceso productivo de la organización.

El Oleoducto de los Llanos Orientales, ODL, es una empresa que opera y mantiene sistemas de transporte de hidrocarburos, la cual parte de la Estación de Bombeo Rubiales, en el departamento del meta, y cuenta con dos puntos de entrega, uno en la Estación de Recibo Monterrey, con una longitud aproximada de 235 km y un diámetro de 24”, y otro en la Estación de Recibo Cusiana en el departamento del Casanare, que se extiende 25 kilómetros desde la válvula el Viento y cuenta con un diámetro de 24”.

ODL, es una de las empresas que se ha visto afectada significativamente por la crisis que sufre la industria del petrolero en Colombia, situación que la ha obligado a buscar alternativas tendientes a disminuir sus costos operativos para poder mantenerse en el mercado, es por esto que surge la necesidad de evaluar cuan eficientes y eficaces son sus procesos al interior y exterior de la organización, con el fin de mejorarlos y ser cada vez más productivos.

En este contexto nace la propuesta de evaluar la gestión de mantenimiento de la Estación de Bombeo Rubiales en base a las mejores prácticas del mantenimiento de clase mundial, como respuesta a la necesidad de ser más competitivos y estar a la vanguardia de un mercado global donde los retos son los cambios profundos de su entorno.

## **1.7 OBJETIVOS**

### **1.7.1 Objetivo General**

Evaluar la gestión de mantenimiento de la Estación de Bombeo Rubiales en base a las diez mejores prácticas que sustentan el mantenimiento clase mundial.

### **1.7.2 Objetivos Específicos**

- Elaborar un modelo de evaluación tomando como referencia las diez mejores prácticas que sustentan el mantenimiento de clase mundial.
- Auditar la gestión de mantenimiento empleando el modelo de evaluación propuesto.
- Identificar las fortalezas y debilidades de la gestión de mantenimiento actual.
- Establecer recomendaciones para mejorar la gestión de mantenimiento actual.

## 2. MARCO CONCEPTUAL

### 2.1 MANTENIMIENTO CLASE MUNDIAL (M.C.M.)

Es: “El conjunto de las mejores prácticas operacionales y de mantenimiento, que reúne elementos de distintos enfoques organizacionales con visión de negocio, para crear un todo armónico de alto valor práctico, las cuales aplicadas en forma coherente generan ahorros sustanciales a las empresas”<sup>7</sup>.

La categoría clase mundial, exige la focalización de los siguientes aspectos:

- Excelencia en sus procesos medulares.
- Calidad y rentabilidad de los productos.
- Motivación y satisfacción personal y de los clientes.
- Máxima confiabilidad.
- Logro de la producción requerida.
- Máxima seguridad personal.
- Máxima protección ambiental.

### 2.2 DIEZ MEJORES PRÁCTICAS QUE SUSTENTAN EL MANTENIMIENTO CLASE MUNDIAL

**2.2.1 Organización centrada en equipos de trabajo.** Se refiere al análisis de procesos y resolución de problemas a través de equipos de trabajo

---

<sup>7</sup> BOXWEL, Robert J. Benchmarking for competitive advantage. Madrid: Mc Graw Hill, 1994. ISBN: 84-481-1837-5.

multidisciplinarios y a organizaciones que evalúan y reconocen formalmente esta manera de trabajar.

**2.2.2 Contratistas orientados a la productividad.** Se debe considerar al contratista como un socio estratégico, donde se establecen pagos vinculados con el aumento de los niveles de producción, con mejoras en la productividad y con la implantación de programas de optimización de costos. Todos los trabajos contratados deben ser formalmente planificados, con alcances bien definidos y presupuestados, que conlleven a no incentivar el incremento en las horas - hombres utilizadas.

**2.2.3 Integración con proveedores de materiales y servicios.** Considera que los inventarios de materiales sean gerenciados por los proveedores, asegurando las cantidades requeridas en el momento apropiado y a un costo total óptimo. Por otro lado, debe existir una base consolidada de proveedores confiables e integrados con los procesos para los cuales se requieren tales materiales.

**2.2.4 Apoyo y visión de la gerencia.** Involucramiento activo y visible de la alta Gerencia en equipos de trabajo para el mejoramiento continuo, adiestramiento, programa de incentivos y reconocimiento, evaluación del empleado, procesos definidos de selección y empleo y programas de desarrollo de carrera.

**2.2.5 Planificación y Programación Proactiva.** La planificación y programación son bases fundamentales en el proceso de gestión de mantenimiento orientada a la confiabilidad operacional. El objetivo es maximizar efectividad/eficacia de la capacidad instalada, incrementando el tiempo de permanencia en operación de los equipos e instalaciones, el ciclo de vida útil y los niveles de calidad que permitan operar al más bajo costo por unidad producida. El proceso de gestión de mantenimiento y confiabilidad debe ser metódico y sistemático, de ciclo cerrado con retroalimentación. Se deben

planificar las actividades a corto, mediano y largo plazo tratando de maximizar la productividad y confiabilidad de las instalaciones con el involucramiento de todos los actores de las diferentes organizaciones bajo procesos y procedimientos de gerencia documentados.

**2.2.6 Procesos orientados al mejoramiento continuo.** Consiste en buscar continuamente la manera de mejorar las actividades y procesos, siendo estas mejoras promovidas, seguidas y reconocidas públicamente por las gerencias. Esta filosofía de trabajo es parte de la cultura de todos en la organización.

**2.2.7 Gestión disciplinada de procura de materiales.** Procedimiento de procura de materiales homologado y unificado en toda la corporación, que garantice el servicio de los mejores proveedores, balanceando costos y calidad, en función de convenios y tiempos de entrega oportunos y utilizando modernas tecnologías de suministro.

**2.2.8 Integración de sistemas.** Se refiere al uso de sistemas estándares en la organización, alineados con los procesos a los que apoyan y que faciliten la captura y el registro de datos para análisis.

**2.2.9 Gerencia disciplinada de paradas de plantas.** Paradas de plantas con visión de Gerencia de Proyectos con una gestión rígida y disciplinada, liderada por profesionales. Se debe realizar adiestramiento intensivo en Paradas tanto a los custodios como a los contratistas y proveedores, y la planificación de las Paradas de Planta deben realizarse con 12 a 18 meses de anticipación al inicio de la ejecución física involucrando a todos los actores bajo procedimientos y prácticas de trabajo documentadas y practicadas.

**2.2.10 Producción basada en confiabilidad.** Grupos formales de mantenimiento predictivo/confiabilidad (ingeniería de mantenimiento) deben

aplicar sistemáticamente las más avanzadas tecnologías/metodologías existentes del mantenimiento predictivo como: vibración, análisis de aceite, ultrasonido, alineación, balanceo y otras. Este grupo debe tener la habilidad de predecir el comportamiento de los equipos con 12 meses de anticipación y coordinar la realización de procesos formales de “análisis causa-raíz” y otras herramientas de confiabilidad (MCC, IBR, AC, MCC-R, O.C.R., etc.).

### **2.3 LA CALIDAD EN EL MANTENIMIENTO**

La calidad en la fabricación de tornillos tiene un significado fácil de entender. Significa fabricar tornillos que alcancen las especificaciones marcadas a un coste que permita obtener el beneficio deseado a la empresa que los produce. Cuando se habla de calidad en el servicio que presta un restaurante se refiere a la satisfacción que provoca en el cliente el conjunto de alimentos y servicios disfrutados (decoración, amabilidad, etc.) en relación al dinero pagado, o dicho de otra forma, al cumplimiento de las expectativas del cliente en lo que recibe en relación a lo que tiene que abonar por ello<sup>8</sup>.

Cuando se habla de Calidad o de Excelencia en mantenimiento, es conveniente decir con exactitud a que se está refiriendo. Por Calidad en mantenimiento se debe entender lo siguiente: “Máxima disponibilidad al mínimo costo”

Si desmenuzan este ambicioso objetivo en pequeñas metas menores, se encuentra que la Máxima Disponibilidad al Mínimo Costo significa, entre otras cosas:

1. Que se dispone de mano de obra en la cantidad suficiente y con el nivel de organización necesario.

---

<sup>8</sup> GARRIDO, Santiago. Auditorias de Mantenimiento. [En línea]. [Fecha de consulta: noviembre 7 de 2016]. Disponible en: <http://www.renovetec.com/auditoriasdemantenimiento.pdf>

2. Que la mano de obra esté lo suficientemente calificada para realizar las tareas que sea necesario llevar a cabo.
3. Que el rendimiento de dicha mano de obra sea el más alto posible.
4. Que se dispone de las herramientas adecuadas más adecuadas para los equipos que hay que atender.
5. Que los materiales que se empleen en mantenimiento cumplan con los requisitos necesarios.
6. Que el dinero gastado en materiales y repuestos sea el más bajo posible.
7. Que se disponga de los métodos más adecuados para realizar las actividades de mantenimiento.
8. Que las reparaciones que se realicen sean confiables. Es decir, que no vuelvan a producirse en un largo periodo de tiempo.
9. Que las paradas que se produzcan en los equipos, como consecuencia de averías o intervenciones programadas, no afecten el plan de producción y; por tanto, no afecten los clientes (externos o internos).
10. Que dispongan de información útil y confiable sobre la evolución del mantenimiento, que permita tomar decisiones.

## **2.4 DIAGNÓSTICO DE LA ORGANIZACIÓN EN LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO**

El propósito de una auditoría para el diagnóstico de la organización en la gestión de mantenimiento es determinar el grado de implementación de las diferentes técnicas y metodologías de mantenimiento según benchmarking o matriz de excelencia, ya que se evalúa si el sistema de control interno, implementado por la administración del mantenimiento, está operando efectiva y eficientemente a fin de fortalecer este aspecto y determinar las áreas que deben ser mejoradas para que los servicios sean entregados con calidad, el costo y la oportunidad que son requeridos, y cuyo objetivo primordial es dar recomendaciones a la alta

administración tanto para fortalecer los controles internos existentes o para sugerir nuevos controles, como para promover la eficiencia de los procedimientos existentes, después de evaluarlos. Este instrumento provee una visión de la estructura, relaciones, procedimientos y personal, relativo a una buena práctica del mantenimiento. Este es el primer paso para decidir e implementar mejoramientos en la gestión de mantenimiento.

El paradigma de la Gestión en Mantenimiento: “Si no sabemos en donde estamos; cómo sabremos cuánto debemos gestionar”, hace recapacitar acerca de la importancia de tener un estándar para evaluar y medir la gestión de la función mantenimiento, el cual finalmente es un insumo muy importante para el mejoramiento de procesos.

Existen herramientas para ser aplicadas en función de mejorar la gestión del mantenimiento, pero surgen los grandes interrogantes ¿realmente se debería invertir en el desarrollo de todos los programas y las mejores prácticas de la industria?... y de los que se debe desarrollar... ¿Qué se ha logrado?... y ¿Cuál es el plan a seguir? La clave está en utilizar una metodología de diagnóstico que permita comparar la gestión actual versus las mejores prácticas requeridas para cumplir los objetivos estratégicos del negocio.

En conclusión se puede decir que una auditoría a la gestión de mantenimiento está diseñada para:

- a. Identificar de manera detalla y objetiva el estado de madurez y la capacidad de una compañía en el manejo de sus activos productivos (OPORTUNIDADES DE MEJORA).

b. Identificar las oportunidades de mejora y la línea base para la implementación del programa de Ingeniería del Mantenimiento y Confiabilidad (BRECHAS CON LAS MEJORES PRACTICAS).

c. Definir las acciones a seguir y los recursos óptimos necesarios para desarrollarlas acorde a los objetivos establecidos (PLAN DE ACCION).

## **2.5 AUDITORIAS DE MANTENIMIENTO**

Realizar una auditoría de mantenimiento no es otra cosa que comprobar cómo se gestiona cada uno de los diez puntos indicados anteriormente (La Calidad en el Mantenimiento). El objetivo que se persigue al realizar una Auditoría no es juzgar al responsable de mantenimiento, no es cuestionar su forma de trabajar, no es crucificarle: es saber en qué situación se encuentra un departamento de mantenimiento en un momento determinado, identificar puntos de mejora y determinar qué acciones son necesarias para mejorar los resultados.<sup>9</sup>

### **2.5.1 ¿Para qué sirve una Auditoría de Mantenimiento?**

Una auditoría de mantenimiento permite:

- Identificar el estado de mantenimiento de las instalaciones, de acuerdo a las prescripciones aplicables.
- Informar, al titular, de las anomalías y puntos débiles detectados en el mantenimiento.

---

<sup>9</sup> GARRIDO, Santiago. Auditorias de Mantenimiento. [En línea]. [Fecha de consulta: noviembre 7 de 2016]. Disponible en: <http://www.renovetec.com/auditoriasdemantenimiento.pdf>

- Establecer un plan de acción para corregir las deficiencias, asesorando en las fases de mejora.

## **2.5.2 Tipos de Auditoria de Mantenimiento**

**2.5.2.1 Auditoría Técnica.** Éstas “tratan de determinar el estado de una instalación”, determinan si el equipo o la instalación se encuentran en las condiciones físicas y funcionales correctas para cumplir con el objetivo para el cual fueron diseñados.

**2.5.2.2 Auditoría de Gestión.** Éstas “Tratan de determinar el grado de excelencia de un departamento de mantenimiento y su forma de gestionar”

## **2.6 GRADO DE MADUREZ DE UN PROCESO**

Es el punto hasta el cual un proceso es explícitamente definido, administrado, medido, controlado y efectivo. La madurez es el potencial de crecimiento de la capacidad del proceso, también indica tanto la riqueza del proceso de una organización, como la consistencia con la cual es aplicado en los proyectos a lo largo de la misma.

La madurez de un proceso implica que la capacidad del proceso ha crecido, específicamente debe ser: definido, documentado, entrenado, practicado, soportado, mantenido, controlado, verificado, validado, medido y capaz de mejorar.

Un nivel de madurez, es una plataforma bien definida desde la cual podemos obtener un proceso maduro. A medida que una organización adquiere madurez en su proceso, esta lo institucionaliza a través de políticas, estándares y

estructuras organizacionales. La institucionalización conlleva a la construcción de una infraestructura y una cultura corporativa que soporte los métodos, prácticas y procedimientos. Los niveles definen una escala para medir la madurez y evaluar la capacidad de los procesos. Los niveles ayudan a la empresa a dar prioridades en el esfuerzo de mejora.

## **2.7 GRÁFICO RADAR O POLÍGONO DE PRODUCTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO**

La técnica consiste en una encuesta estructurada con determinados parámetros que son valorados en escala y se reflejan en un gráfico tipo radial. Se define el método como el “Establecimiento de parámetros para evaluar el mantenimiento utilizando la técnica registro de los porcentuales de satisfacción de cada uno en los rayos de un círculo (radar del mantenimiento)”<sup>10</sup>.

Los temas del gráfico se pueden separar por áreas de actuación (ver figura X), tales como: tecnología, gestión, recursos humanos, métodos, suministro, seguridad y medio ambiente, entre otros. El tradicional método del “Gráfico de Radar”, de “tela de araña” o el tradicional método del radar es, hoy día, aplicado para escuchar a la gente que trabaja en piso de planta, o sea, los operadores y los mantenedores, que, por estar en el día a día en contacto con los equipos, los procesos, la jefatura y los procedimientos, pueden apuntar con mucha propiedad donde es necesario aplicar ajustes buscando mejorar la eficiencia, optimizar la logística, ahorrar energía (agua, electricidad, gases y vapor), mejorar el

---

<sup>10</sup> TAVARES, Lourival. Auditorias de Gestión de Mantenimiento. [En línea]. [Fecha de consulta: noviembre 20 de 2016]. Disponible en: <http://www.mantenimientomundial.com/Sites%5CMMnew%5Ccap%5Cpresent/06ForoMX/05LT.pdf>

tratamiento de desechos, aplicar acciones para mejorar la seguridad industrial e implementar o mejorar las técnicas de aumento de la autoestima.

### **3. MODELO Y AUDITORÍA**

#### **3.1 ELABORACIÓN DEL MODELO DE AUDITORÍA**

El modelo se elaboró mediante el método del cuestionario el cual consiste en realizar para cada uno de los diez criterios de las mejores prácticas que sustentan el mantenimiento clase mundial, una serie de preguntas a las cuales se les asignaron un peso respectivo en porcentaje según su importancia, para la elaboración del cuestionario se realizaron consultas con los profesional de las especialidades de mantenimiento, visitas a las instalaciones, se consultaron normas y estándares de la empresa, se analizó la información existente y los históricos, se consultaron los clientes de mantenimiento, se realizaron reuniones para finalmente obtener el modelo que se presenta como anexo A.

La calificación para cada pregunta se realizó sobre un valor de 0-10, donde 0 es la calificación mínima y 10 la máxima, este valor se multiplica por el peso asignado en porcentaje para obtener el valor del renglón respectivo. Para la obtención de la calificación del requerimiento se suman los valores anteriores obteniéndose el puntaje de dicho requerimiento.

El puntaje para obtener el nivel de madurez de gestión actual de mantenimiento, mediante las mejores prácticas que sustentan el mantenimiento clase mundial se establece conforme a la figura 5.

Figura 5. Evaluación cualitativa de la gestión de mantenimiento.



Fuente:

<http://www.mantenimientoenlatinoamerica.com/pdf/ML%20Volumen%206-3.pdf>

### 3.2 AUDITORÍA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Con base al modelo obtenido se realizó la auditoría a la gestión de mantenimiento de la Estación de Bombeo Rubiales obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 2. Resultados auditoría a la gestión del mantenimiento.

No.	DIEZ MEJORES PRACTICAS QUE SUSTENTAN EL MANTENIMIENTO CLASE MUNDIAL	CALIFICACION
1	Organización Centrada en Equipos de Trabajo	3,72
2	Contratistas Orientados a la Productividad	3,55

3	Integración con Proveedores de Materiales y Servicios	3,29
4	Apoyo y Visión de la Gerencia	3,31
5	Planificación y Programación Proactiva	3,93
6	Procesos Orientados al Mejoramiento Continuo	3,60
7	Gestión Disciplinada de Procura de Materiales	3,30
8	Integración de Sistemas	3,75
9	Gerencia Disciplinada de Paradas de Planta	3,39
10	Producción Basada en Confiabilidad	3,97

El diagrama radar obtenido según el modelo anterior se presenta en la figura 6.

Figura 6. Diagrama radar.



De acuerdo a la auditoría realizada basada en las Diez Mejores Prácticas que sustentan el mantenimiento clase mundial se encontró que la empresa, en la mayoría de las prácticas, se encuentra en una etapa de “competencia”, lo que

significa que son bien entendidos los criterios, características y beneficios ya implementados en la compañía con un buen control de las “Mejores Prácticas” en proceso de extenderlas a toda la organización.

## **4. ESTRATEGIA METODOLÓGICA**

### **4.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ENCONTRADA**

#### **4.1.1 Organización Centrada en Equipos de Trabajo**

Fortalezas:

- La organización asegura que los objetivos de la gestión de mantenimiento sean conocidos por todas las partes interesadas, se evidenció mediante la encuesta, que gran parte del personal técnico y de las ayudantías de mantenimiento conoce los objetivos de la gestión.
- Operaciones participa activamente en las actividades desarrolladas por las especialidades de mantenimiento. Los operadores de equipos colaboran en actividades básicas y están conscientes sobre la importancia de esta forma de trabajar y su impacto en el mejoramiento de la confiabilidad de los equipos. Existe una reunión técnico-operativa diaria donde integran operaciones y mantenimiento para conocer las actividades que se ejecutaran durante el día y donde también se dan a conocer las metas operativas del día.
- La organización cuenta con un equipo multidisciplinario encargado de solucionar los problemas de mantenimiento, este equipo está conformado por el Coordinador de Mantenimiento, un profesional de confiabilidad, un profesional de integridad y profesionales de mantenimiento en las áreas mecánica, eléctrica e instrumentación y control.

- Se realizan reuniones semanales, mensuales y trimestrales para hacerle seguimiento al cumplimiento del plan de mantenimiento, en esta reunión participan el Coordinador de Mantenimiento, los técnicos de cada una de las especialidades (Mecánica, Eléctrica e Instrumentación y Control) y se invita a un funcionario de Operaciones.

#### Debilidades:

- La organización requiere establecer los canales de comunicación, participación y consulta para retroalimentar a los trabajadores sobre el cumplimiento o logro de la Gestión de Mantenimiento.
- La organización no cuenta con un programa de capacitación orientado a estimular la motivación del personal para trabajar en equipo.
- Se evidencia la falta de estímulos y reconocimiento por parte de la organización por los logros obtenidos en el cumplimiento de las metas.
- La organización no tiene implementado un instrumento de medición para conocer el grado de satisfacción del personal en el ambiente de trabajo.

#### **4.1.2 Contratistas Orientados a la Productividad**

#### Fortalezas:

- La organización considera a sus contratistas como aliados estratégicos.
- La organización asegura en el proceso contractual que el personal contratista empleado en las labores de mantenimiento sea competente,

conozca y entienda los parámetros operacionales de los equipos, aplique métodos de trabajo que han sido previamente aprobados.

- La organización controla que los trabajos ejecutados por los contratistas de mantenimiento se realicen en el tiempo programado, con los recursos presupuestados y con la calidad esperada.
- Los contratistas de mantenimiento cuentan con sistemas de evaluación de desempeño que se encuentran alineados con los objetivos estratégicos de la organización.

Debilidades:

- La organización no cuenta con un plan de compensación para contratistas por la implementación de programas de optimización de costos.
- La organización no tiene establecidos programas permanentes de formación y actualización en áreas técnicas específicas para el personal contratista, aun cuando resulten convenientes o benéficas para la organización.
- La organización no cuenta con un programa de incentivos que promueva el cumplimiento de metas propuestas.

#### **4.1.3 Integración con Proveedores de Materiales y Servicios**

Fortalezas:

- Cuenta con proveedores estratégicos para el suministro de ciertos materiales y servicios.

- La organización tiene definido y documentado un método para codificar, describir y registrar proveedores, cuenta con un procedimiento para analizar, evaluar y aprobar las ofertas, y aplica un procedimiento para evaluar la gestión de los proveedores.

Debilidades:

- No existe un procedimiento para compartir el conocimiento e información con los proveedores, estos no son conocedores de la posición e intención de la organización y en consecuencia de sus obligaciones relacionadas con la gestión de activos.
- En la mayoría de los casos no se tienen establecidas alianzas estratégicas con proveedores donde se incluyen recompensas, incentivos y penalizaciones alineadas al desempeño de los activos y al logro de los objetivos en la gestión de mantenimiento.
- No cuenta con un sistema de repuestos y servicios gerenciado por el proveedor ni con acuerdos de precios por la consecución de repuestos críticos.

#### **4.1.4 Apoyo y Visión de la Gerencia**

Fortalezas:

- La gerencia se reúne con el personal de mantenimiento para comunicar los objetivos estratégicos y divulgar periódicamente los resultados de la gestión.

- La gerencia demuestra el liderazgo y compromiso con la gestión de mantenimiento al promover la mejora continua.
- La gerencia revisa a intervalos definidos el sistema de gestión para evaluar si está siendo implementado completamente y si sigue siendo adecuado para lograr la política, estrategia, objetivos, metas y planes establecidos.
- La gerencia tiene establecido por escrito las especificaciones técnicas para los diferentes cargos, los procesos de selección se realizan de acuerdo a las características del cargo a desempeñar (educación, experiencia, conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes de los candidatos), igualmente se tienen establecidos programas permanentes de formación y actualización del personal para mejorar sus competencias y la organización, posee registros del adiestramiento y competencia del personal, adicionalmente se tienen establecidos mecanismos de evaluación de efectividad del adiestramiento y nivel de competencias.

#### Debilidades:

- Falta más acompañamiento por parte de la gerencia al proceso de ejecución del mantenimiento, realizando en forma sistemática o periódica, visitas a la planta para revisar los métodos de trabajo y el cumplimiento del plan de mantenimiento.
- La gerencia no promueve programas permanentes de formación de personal, por lo que cada trabajador no tiene definido un plan de desarrollo de carrera.

- La gerencia no asegura que la política de mantenimiento sea conocida y entendida en todos los niveles de la organización.
- Falta más apoyo por parte de la gerencia en cuanto al reconocimiento y la motivación del personal de mantenimiento.
- Falta promover más los espacios de integración para propiciar el buen desarrollo de las actividades.

#### **4.1.5 Planificación y Programación Proactiva**

Fortalezas:

- Todas las actividades de gestión de mantenimiento están alineadas a los estándares, especificaciones, requerimientos de seguridad, ambientales y legales y su programación está alineada para optimizar la disponibilidad de los recursos (humanos, técnicos, logísticos, físicos, financieros), los trabajos se agrupan, se jerarquizan y se ejecutan de acuerdo a las necesidades operacionales.
- Los procedimientos, instrucciones de trabajo, estándares y sistemas para la supervisión, verificación o aprobaciones, están diseñados para asegurar un adecuado control de calidad y control del riesgo, además la programación de las actividades de mantenimiento refleja la criticidad y urgencia de las tareas u órdenes de trabajo (OTS).
- La organización promueve espacios para la revisión y actualización de procedimientos, estándares, etc., para asegurar el adecuado control de calidad y control del riesgo.

- La planificación del mantenimiento contempla el mantenimiento de los equipos asociados a la operación de la Estación de Bombeo Rubiales, para lo cual son elaborados: Plan maestro anual de mantenimiento, programa mensual de órdenes de mantenimiento, cronograma semanal de actividades, control diario de horas de funcionamiento de equipos, inspección básica diaria de equipos (check list). Los ajustes en la programación se revisan y discuten en forma semanal y mensual en las reuniones de Gestión de Mantenimiento.
- El control de la Gestión de Mantenimiento y el control de las órdenes de trabajo se hace a través del sistema SAP. Se pudo observar el conocimiento de la importancia que representa este sistema de información para la medición y seguimiento de indicadores de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad.

Debilidades:

- La programación de las actividades no se encuentra alineada con el área de personal y abastecimiento.

#### **4.1.6 Procesos Orientados al Mejoramiento Continuo**

Fortalezas:

- La organización mejora continuamente el Sistema de Gestión de mantenimiento, soportándose en la medición continua de la gestión a través de indicadores claves.
- Se realizan auditorias periódicamente para identificar oportunidades de mejora en la gestión, y el benchmarking es aplicado exitosamente al

compartir experiencias y tomar los resultados positivos en la gestión de otras plantas del sector de hidrocarburos.

- La organización cuenta con un procedimiento para documentar e implementar acciones de mejora.

Debilidades:

- Debe hacerse énfasis en la participación del personal de las ayudantías de mantenimiento en el desarrollo de proyectos de mejoras. En forma general el personal no siente que la gestión de mantenimiento este proyectada firmemente hacia la mejora continua.
- Falta invertir en investigación e innovación para adquirir conocimientos sobre las nuevas tecnologías y prácticas relacionadas a la Gestión de Mantenimiento, incluyendo nuevas herramientas y técnicas, las cuales sean evaluadas para establecer sus beneficios potenciales para la organización.
- La organización no cuenta con un sistema de evaluación de los procesos de mejoramiento continuo.

#### **4.1.7 Gestión Disciplinada de Materiales**

Fortalezas:

- Los materiales y repuestos se encuentran catalogados en el sistema de información y las cantidades físicas son consistentes con las registradas en el sistema.

- El área de abastecimiento garantiza que el software de gestión de materiales arroje información real acerca de las existencias físicas.
- La organización cuenta con un procedimiento estandarizado para la gestión de materiales y el personal de mantenimiento conoce el procedimiento para las solicitudes de materiales y lo aplica disciplinadamente.

Debilidades:

- La organización no cuenta con un sistema estandarizado para la gestión de Stock óptimo de repuestos.
- La mayoría de las veces la entrega de los materiales no se hace en el tiempo oportuno lo cual implica retrasos y reprogramación en las actividades de mantenimiento.
- El sistema utilizado para la gestión de materiales no asegura que los materiales sean entregados única y exclusivamente según la orden de trabajo para la cual fueron reservados.
- La mayoría de las veces el área de abastecimiento no se encuentra alineada con las necesidades del proceso de mantenimiento en la planta.
- La organización no cuenta con modernas tecnologías de suministro para la gestión de materiales.

#### 4.1.8 Integración de Sistemas

##### Fortalezas:

- La organización cuenta con un Software ERP (SAP), una herramienta poderosa para la gestión de mantenimiento, que permite la gestión total e integrada de todas las necesidades de mantenimiento.
- El sistema de gestión de información interrelaciona el proceso de mantenimiento con los procesos de compras, gestión de materiales, almacén, operaciones, recursos humanos y división financiera; permite conocer la disponibilidad de los recursos necesarios para planear las ordenes de mantenimiento.
- El personal de mantenimiento garantiza la calidad y oportunidad en el registro de la información en el sistema de información oficial para la gestión de mantenimiento.
- La información registrada al documentar las órdenes de trabajo en el SAP es suficiente y confiable, lo cual permite a la gerencia la toma oportuna de decisiones.

##### Debilidades:

- La interfaz del sistema no es muy amigable en cuanto al registro y captura de información.
- El personal de operaciones y mantenimiento, encargados de la generación de avisos y documentación de órdenes de trabajo, no recibieron la capacitación adecuada por parte de un experto.

- El sistema de información (SAP) no es compatible con muchos programas por lo tanto en muchas ocasiones se dificulta la generación de reportes.

#### **4.1.9 Gestión Disciplinada de Paradas de Planta**

##### Fortalezas:

- La información obtenida en la ejecución de los mantenimientos mayores se registra disciplinadamente en el sistema de información MP-SAP.
- Se involucra al personal de ingeniería y HSE en la planeación de los mantenimientos mayores.

##### Debilidades:

- Los mantenimientos mayores no se planifican con el rigor de la gerencia de un proyecto ni con el suficiente tiempo de anticipación.
- El personal de abastecimiento no hace parte de la planeación de los mantenimientos mayores.
- Los resultados de los mantenimientos mayores no son retroalimentados a todas las partes interesadas.

#### 4.1.10 Producción Basada en Confiabilidad

Fortalezas:

- La confiabilidad operacional hace parte de la estrategia de mantenimiento de la organización y cuentan con un indicador de gestión para medir la confiabilidad.
- Existe una clasificación de equipos críticos e importantes para la organización en base a seguridad, medio ambiente, mantenimiento, producción y calidad.
- La organización realiza estudios de mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar y/o actualizar el plan de mantenimiento, evaluando la criticidad de los equipos acorde a su función en el sistema, el impacto en la seguridad del personal, procesos y el medio ambiente.
- La organización estudia la evolución de ciertos parámetros de los activos y los asocia a la evolución de fallas para determinar en qué periodo de tiempo la falla va a tomar una relevancia importante y determinar las intervenciones requeridas para que la falla nunca tenga consecuencias graves.
- La organización realiza estudios de monitoreo y análisis de vibraciones para diagnosticar fallas y evaluar la condición de los equipos rotativos y estáticos.
- La organización realiza medición y análisis de termografía infrarroja para definir y precisar las condiciones específicas de un equipo y sus partes, a través del comportamiento de las temperaturas de operaciones.

- La organización realiza análisis dieléctrico y fisicoquímico del aceite aislante utilizado en la operación.
- La organización realiza análisis de Causa Raíz de falla de defectos, con el objetivo de generar soluciones orientadas a la eliminación del mal actor o incidente identificado y/o a la mitigación de sus consecuencias. Realizan talleres con equipos multidisciplinarios para generar soluciones que permitan eliminar la incidencia del modo de falla analizado o incidente de confiabilidad e integridad.

Debilidades:

- No cuentan con un Stock de repuestos centrado en confiabilidad.
- La organización no cuenta con un programa de entrenamiento para el personal de ingeniería de confiabilidad para garantizar el manejo y aprovechamiento óptimo de los datos en la toma de decisiones.

## 5. CONCLUSIONES

Los objetivos del presente trabajo se lograron cumplir en su totalidad, obteniéndose un documento de gran valor, que le permite a la organización, identificar a donde debe dirigir sus esfuerzos y realizar acciones concretas para lograr conseguir mejorar la gestión de mantenimiento y contribuir al cumplimiento de los objetivos del marco estratégico organizacional.

La implementación del modelo de evaluación propuesto permitió conocer el nivel de madurez en que se encuentra la Gestión de Mantenimiento en la Estación de Bombeo Rubiales, la cual presenta una calificación superior a 3 en todas las prácticas, obteniendo un nivel de madurez en su gestión, de 3,58 (escala de 1 a 5), ubicándose en el nivel de “Competencia”.

La organización posee un sistema de gestión de mantenimiento planificado, controlado y documentado, demostrando que existe conocimiento de las Diez Mejores Prácticas, que son bien entendidos los criterios, características y beneficios de su implementación en la gestión de mantenimiento.

De acuerdo a los resultados obtenidos y siguiendo las recomendaciones del presente estudio, la organización puede avanzar al siguiente nivel y trabajar en la maduración de su proceso hasta alcanzar altos estándares de clase mundial.

## 6. RECOMENDACIONES

- Establecer los canales de comunicación, participación y consulta para retroalimentar al personal de mantenimiento en todos los niveles, acerca de los logros o cumplimiento de la gestión de mantenimiento. Puede ser a través de visitas a la planta, teleconferencias o publicaciones en carteleras.
- Coordinar con el personal de recursos humanos la implementación de planes de capacitación orientados a estimular la motivación del personal hacia el trabajo en equipo.
- Implementar un mecanismo de estímulo y reconocimiento para que el personal se sienta más comprometido con el cumplimiento de las metas propuestas.
- Coordinar con el área de recursos humanos la aplicación de encuestas de satisfacción para medir el grado de satisfacción de los empleados en el ambiente de trabajo.
- Implementar programas de capacitación para mejorar las competencias técnicas del personal contratista. Estas se pueden gestionar con los proveedores de los equipos.
- Destinar un presupuesto para crear un programa de incentivos y reconocimiento al personal por los logros obtenidos en el cumplimiento de metas y propuestas de optimización de costos.
- Establecer un procedimiento que le permita compartir el conocimiento y la información con sus proveedores.

- La organización debe implementar alianzas estratégicas con proveedores e incluir un sistema de recompensas, incentivos y penalizaciones, alineadas al desempeño de los activos y al logro de los objetivos en la gestión de mantenimiento.
- Implementar un sistema de gestión de repuestos que sea gerenciado por el proveedor.
- Implementar un programa de visitas periódicas con el fin de hacer visible el acompañamiento de la gerencia en el proceso de ejecución del mantenimiento y asegurar que el proceso se lleve a cabo de acuerdo a los lineamientos estratégicos de la organización.
- Promover programas de formación y entrenamiento del personal que ejecuta las actividades de mantenimiento.
- Apoyar los programas de motivación y reconocimiento.
- Fomentar espacios de integración para propiciar el buen desarrollo de las actividades.
- Asegurar que la programación de las ordenes de trabajo estén alineadas con la disponibilidad de recursos (materiales, repuestos y horas hombre).
- Involucrar a todo el personal de mantenimiento en el desarrollo de proyectos de mejora, incentivar la filosofía de la mejora continua en todos los niveles del personal de mantenimiento.
- Invertir en investigación e innovación para adquirir conocimientos sobre nuevas tecnologías y prácticas como el Lean Maintenance o TPM, las cuales

sean evaluadas para establecer sus beneficios potenciales en la organización.

- Implementar un sistema para evaluar los procesos de mejoramiento continuo.
- Implementar un modelo de gestión de repuestos óptimo alineado con las condiciones operativas de la planta.
- Asegurar la planeación y seguimiento adecuado a los procesos de compra y entrega de materiales y repuestos.
- Gestionar con el proveedor que el sistema de información garantice la exclusividad de los materiales para la orden de trabajo que fueron reservados.
- Establecer las políticas estratégicas que garanticen que el proceso de abastecimiento se encuentre alineado con las necesidades de mantenimiento de la planta.
- Revisar la alternativa de implementar modernas tecnologías de suministro de materiales.
- Revisar con el proveedor del sistema de información SAP la posibilidad de realizar cambios en la interfaz del software para hacer más amigable la interacción con el sistema.
- Coordinar con el proveedor la capacitación y entrenamiento para el personal técnico y operativo.

- Planificar los mantenimientos con mayores con el rigor de la gerencia de un proyecto.
- Involucrar al personal de abastecimiento en la planeación de los mantenimientos mayores para garantizar la disponibilidad de los recursos.
- Establecer los canales de comunicación para la retroalimentación de los resultados al personal del mantenimiento y operaciones.
- Realizar un estudio de repuestos críticos para implementar un Stock de repuestos centrado en confiabilidad.
- Brindar capacitaciones al personal en ingeniería de la confiabilidad.

## BIBLIOGRAFÍA

BOXWEL, Robert J. Benchmarking for competitive advantage. Madrid: Mc Graw Hill, 1994. ISBN: 84-481-1837-5.

FEO, Daniel y GARCIA, Francisco de Jesús. Evaluación del sistema de gestión de mantenimiento empleando el estándar internacional PASS 55:2008 de Gestión de Activos del Departamento de Operaciones y Mantenimiento Caño Limón de Ecopetrol S.A. Monografía Especialista en Gerencia de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. 2012.

GARRIDO, Santiago. Auditorias de Mantenimiento. [En línea]. [Fecha de consulta: noviembre 7 de 2016]. Disponible en: <http://www.renovetec.com/auditoriasdemantenimiento.pdf>

GONZÁLEZ, Carlos Ramón. Principios de Mantenimiento. Bucaramanga, Universidad Industrial de Santander, 2007.

INTERNACIONAL STANDARDS ORGANIZATION. Asset Management-Management System-Requirements. BS ISO 55001:2014. 1 ed. Ginebra: ISO, 2014.

MORA GUTIÉRREZ Alberto. Mantenimiento, Planeación, Ejecución y Control. Bogotá: Alfaomega editores, 2009.

MOUBRAY John. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad RCM II. Asheville: Aladon Ltda., 2004

ROMERO, Gregorio. El modelo de capacidad de madurez y su aplicación en empresas Mexicanas. Trabajo de grado. Universidad de las Américas, 2001.

SILVA, Pedro. Excelencia del Mantenimiento en Colombia. *Revista Mantenimiento en Latinoamérica*. 2014, vol. 6 nro. 3.

TAVARES, Lourival. Auditorias de Gestión de Mantenimiento. [En línea]. [Fecha de consulta: noviembre 20 de 2016]. Disponible en: <http://www.mantenimientomundial.com/Sites%5CMMnew%5Ccap%5Cpresent/06F oroMX/05LT.pdf>

## ANEXOS

### Anexo A. Evaluación basada en las diez mejores prácticas que sustentan el mantenimiento clase mundial

1	Organización Centrada en Equipos de Trabajo	Calificación
1.1	¿La alta dirección demuestra el compromiso y liderazgo promoviendo la colaboración multifuncional dentro de la organización?	7,67
1.2	¿La organización asegura que los objetivos de gestión de mantenimiento sean comunicados oportunamente a todas las partes interesadas?	7,33
1.3	¿La organización cuenta con equipos multidisciplinarios para la resolución de problemas asociados a la gestión de mantenimiento?	8,00
1.4	¿La organización se preocupa por estimular la interacción positiva entre el personal de operaciones y mantenimiento?	7,33
1.5	¿La organización promueve la cultura del trabajo en equipo mediante programas de capacitación en motivación e integración?	7,17
1.6	¿La organización mantiene un nivel de retroalimentación constante en todos los niveles del equipo de trabajo?	6,75
1.7	¿La organización reconoce y estimula formalmente a todos los integrantes del equipo de trabajo por los logros obtenidos?	6,75
1.8	¿El personal de mantenimiento se siente identificado y comprometido con la filosofía de la organización?	7,58
1.9	¿La organización realiza encuestas de clima laboral para medir el grado de satisfacción del personal en los ambientes de trabajo?	7,50
1.10	¿Se realizan reuniones periódicas para hacer seguimiento al cumplimiento de las metas de la organización?	8,25

2	Contratistas Orientados a la Productividad	Calificación
2.1	¿La organización considera a los contratistas de mantenimiento como aliados estratégicos?	8,08
2.2	¿La organización asegura que el contratista suministre personal calificado para la ejecución del mantenimiento?	7,92
2.3	¿La organización controla que los trabajos ejecutados por los contratistas de Mantenimiento cumplan con el tiempo programado, los recursos presupuestados y con la calidad de trabajo esperada?	7,42
2.4	¿La organización cuenta con un programa de capacitación y entrenamiento orientado a mejorar las competencias técnicas del personal contratista?	6,67
2.5	¿Los tiempos establecidos para la ejecución de las órdenes de trabajo se revisan y actualizan frecuentemente?	7,33
2.6	¿La organización implementa planes para la optimización de tiempos muertos al interior de la planta?	7,00
2.7	La organización cuenta con un plan de compensación para contratistas por la implementación de programas de optimización de costos.	5,67
2.8	¿La organización cuenta con un programa de evaluación de desempeño de sus contratistas?	7,50
2.9	¿Los contratistas de mantenimiento conocen las metas de los indicadores de la línea de acción de excelencia operacional del TBG de la compañía?	7,08
2.10	¿La organización cuenta con incentivos que promuevan el cumplimiento de las metas propuestas?	6,25

3	Integración con Proveedores de Materiales y Servicios	Calificación
3.1	¿La organización cuenta con proveedores estratégicos para el suministro de materiales y servicios?	7,08
3.2	¿La organización monitorea a los proveedores de materiales y servicios con el fin de optimizar el aprovisionamiento de la compañía y garantizar la confiabilidad en el abastecimiento?	7,08
3.3	¿La organización comparte con los proveedores estratégicos los resultados, tendencias e información de carácter general, buscando su integración y alineación a las políticas corporativas?	5,67
3.4	¿Existe un plan de alianzas estratégicas con proveedores donde se incluyen recompensas y penalizaciones por el desempeño de los activos y el logro de los objetivos en la gestión?	5,58
3.5	¿La organización cuenta con un indicador para evaluar el desempeño de la gestión de proveedores y servicios?	6,58
3.6	¿La organización gestiona los sobre costos que se puedan generar por incumplimiento de proveedores de bienes y servicios?	6,58
3.7	¿La organización cuenta con un sistema de gestión de repuestos y servicios gerenciado por el proveedor?	4,75
3.8	¿La organización cuenta con un método para codificar, describir y registrar proveedores?	8,17
3.9	¿La organización cuenta con sistemas de acuerdos de precios con proveedores para agilizar la consecución de repuestos críticos?	6,50
3.10	¿La organización tiene establecida una política, procesos y criterios para la clasificación de proveedores?	7,83

4	Apoyo y Visión de la Gerencia	Calificación
4.1	¿La gerencia demuestra el liderazgo y el compromiso con respecto a la gestión de mantenimiento al promover la mejora continua?	7,58
4.2	¿La gerencia promueve programas de desarrollo de carrera para el personal de mantenimiento?	5,58
4.3	¿La gerencia apoya los programas de incentivos y reconocimiento a los empleados?	6,08
4.4	¿La gerencia se reúne con el personal de mantenimiento para comunicar los objetivos estratégicos y divulgar periódicamente los resultados de la gestión?	7,83
4.5	¿La gerencia asegura que la política de mantenimiento se de a conocer y sea entendida por todos los niveles de la organización?	7,08
4.6	¿La gerencia promueve el entrenamiento del personal mediante planes de capacitación técnica?	5,33
4.7	¿Existe un programa de visitas periódicas por parte de la gerencia para revisar los métodos de trabajo en la gestión del mantenimiento?	5,92
4.8	¿La gerencia promueve espacios de integración que propicien el buen desarrollo de las actividades?	6,50
4.9	¿La gerencia realiza seguimientos periódicos a la estrategia de mantenimiento para evidenciar brechas y sus posibles soluciones?	7,33
4.10	¿La gerencia determina la competencia necesaria del personal de mantenimiento, asegurando que las personas sean competentes en cuanto a formación técnica y experiencia?	6,92

5	Planificación y Programación Proactiva	Calificación
5.1	¿La programación de las actividades de mantenimiento está alineada para optimizar la disponibilidad de los recursos (humanos, técnicos, logísticos, físicos, financieros)?	8,00
5.2	¿Los trabajos se agrupan, se jerarquizan y se ejecutan de acuerdo a las necesidades operacionales?	8,17
5.3	¿Durante la ejecución de los trabajos, el progreso de los mismos se mide y se analiza para tomar los correctivos respectivos, garantizando su ejecución en el plazo propuesto con el desempeño deseado?	7,42
5.4	¿El cumplimiento del mantenimiento programado es del 100% respecto al indicador del TBG?	8,17
5.5	¿El sistema de órdenes de trabajo implementado cubre el 100% del tiempo del personal de mantenimiento?	8,67
5.6	¿La programación de las actividades de mantenimiento refleja la criticidad y urgencia de las tareas u OT'S?	7,83
5.7	¿Se tiene implementado un procedimiento para ejecutar cada una de las órdenes de mantenimiento?	8,33
5.8	¿El personal que ejecuta las tareas de mantenimiento conoce la programación con suficiente anticipación?	8,00
5.9	¿Los encargados de la planeación y programación tienen las competencias técnicas requeridas en el área de mantenimiento?	8,58
5.10	¿La programación del mantenimiento está sincronizada con el área de personal y abastecimiento?	5,50

6	Procesos Orientados al Mejoramiento Continuo	Calificación
6.1	¿La organización revisa, actualiza y mejora continuamente el sistema de gestión de mantenimiento?	7,67
6.2	¿Se identifican, evalúan e implementan oportunidades de mejora a la gestión de mantenimiento?	7,75
6.3	¿La organización invierte en la investigación e innovación para adquirir nuevos conocimientos, herramientas o métodos?	6,25
6.4	¿Los planes de mejoramiento continuo están alineados con los objetivos estratégicos de la organización?	7,42
6.5	¿La Coordinación incentiva la participación del personal en actividades de mejora de la gestión de activos (estándares, procedimientos, políticas y/o planes)?	7,08
6.6	¿La organización cuenta con un sistema de evaluación de los procesos de mejoramiento continuo?	6,25
6.7	¿Se emplean herramientas como el benchmarking para identificar acciones de mejora?	7,25
6.8	¿Los procedimientos de trabajo son revisados y actualizados periódicamente?	7,58
6.9	¿La filosofía del mejoramiento continuo hace parte de la cultura de todos en la organización?	7,00
6.10	¿La organización cuenta con un procedimiento para documentar e implementar acciones de mejora?	7,83

7	Gestión Disciplinada de Procura de Materiales	Calificación
7.1	¿El área de abastecimiento se encuentra alineada con las necesidades de mantenimiento de la planta?	6,00
7.2	¿El área de abastecimiento cuenta con un sistema de gestión de Stock mínimo para repuestos?	5,00
7.3	¿La organización cuenta con un procedimiento estandarizado para la procura de materiales?	7,25
7.4	¿La organización cuenta con un sistema de gestión de compras que asegure todos los pasos del proceso(planificación, seguimiento y control)?	6,58
7.5	¿El personal de mantenimiento conoce y utiliza adecuadamente el procedimiento para solicitar materiales?	7,08
7.6	¿El personal de abastecimiento garantiza la entrega de los materiales solicitados en el tiempo oportuno?	5,00
7.7	¿La organización cuenta con modernas tecnologías de suministro para la gestión de materiales?	6,09
7.8	¿Los materiales y repuestos utilizados en mantenimiento se encuentran debidamente catalogados en el software de gestión de materiales?	8,42
7.9	¿El área de abastecimiento garantiza que los materiales solicitados se entreguen de acuerdo a la orden de trabajo para la cual fueron reservados?	6,58
7.10	¿El área de abastecimiento garantiza que el software de gestión de materiales arroje información real de las cantidades de existencias físicas?	8,00

8	Integración de Sistemas	Calificación
8.1	¿La organización cuenta con sistema de información estandarizado para la gestión de mantenimiento?	8,75
8.2	¿El sistema de gestión de información interrelaciona el proceso de mantenimiento con los procesos de compras, gestión de materiales, almacén, operaciones, recursos humanos y división financiera?	6,92
8.3	El sistema de gestión de información permite conocer la disponibilidad de los recursos necesarios para planear las ordenes de mantenimiento	7,58
8.4	¿La organización asegura que la información registrada en el CMMS sea confiable y permita la toma oportuna de decisiones?	7,50
8.5	¿La interfaz del sistema de información es amigable y facilita el registro y captura de información?	6,92
8.6	¿La gerencia de la organización utiliza el sistema de información para realizar la planeación, control y toma de decisiones en la gestión de mantenimiento?	7,42
8.7	¿El personal que utiliza el sistema de información recibe la capacitación técnica apropiada para el manejo adecuado del Software?	6,58
8.8	¿El personal de mantenimiento registra oportunamente la atención de avisos generados en el sistema de información por el área de operaciones?	8,08
8.9	¿El sistema de información está alineado con los estándares de la normatividad de gestión de activos?	8,25
8.10	¿El sistema de información es compatible con otros programas para facilitar la generación de reportes de mantenimiento?	7,00

9	Gerencia Disciplinada de Paradas de Planta	Calificación
9.1	¿La organización tiene implementado y documentados procedimientos para las actividades de mantenimientos mayores?	6,75
9.2	¿Los mantenimientos mayores se gestionan como gerencia de un proyectos?	5,58
9.3	¿Los mantenimientos mayores se planifican con un periodo mayor a 12 meses?	4,42
9.4	¿Las actividades programadas para los mantenimientos mayores son debidamente documentadas y entregadas por el personal técnico con anticipación?	7,67
9.5	¿En la fase de planeación de los mantenimientos mayores se reúnen equipos multidisciplinarios?	7,50
9.6	¿El personal de abastecimiento hace parte de la planeación de los mantenimientos mayores?	5,50
9.7	¿En la planeación de los mantenimientos mayores se involucra al personal de HSEQ?	8,25
9.8	¿En la planeación de los mantenimientos mayores se involucra al personal de Ingeniería?	7,75
9.9	¿Al finalizar los mantenimientos mayores se retroalimenta a todo el personal involucrado, las lecciones aprendidas y recomendaciones?	6,25
9.10	¿La información obtenida en los mantenimientos mayores se registra disciplinadamente en el sistema de información de mantenimiento?	8,08

10	Producción Basada en Confiabilidad	Calificación
10.1	¿La confiabilidad operacional hace parte de la estrategia de mantenimiento de la organización?	8,92
10.2	¿La organización utiliza herramientas de confiabilidad como el análisis causa raíz, análisis de criticidad, inspección basada en riesgo y análisis de modos y efectos de falla?	8,92
10.3	¿La organización cuenta con indicadores que permitan medir el impacto de los planes de mantenimiento centrados en confiabilidad en la productividad del negocio?	8,17
10.4	¿La organización realiza actividades de mantenimiento predictivo tales como análisis de vibración, análisis de aceite, ultrasonido y termografía?	8,42
10.5	Existe una clasificación de equipos críticos e importantes para la organización(en base a seguridad, medio ambiente, mantenimiento, producción y calidad)	8,67
10.6	¿Los tiempos registrados en el CMMS se utilizan para el mejoramiento de los indicadores CMD y toma de decisiones?	7,83
10.7	¿La organización cuenta con un sistema de gestión de repuestos centrado en confiabilidad?	6,75
10.8	¿La organización cuenta con un equipo formal encargado del mantenimiento predictivo y la ingeniería de confiabilidad?	7,08
10.9	¿La organización fortalece el entrenamiento del personal de ingeniería de Confiabilidad para garantizar el manejo y aprovechamiento óptimo de los datos en la toma de decisiones?	6,42
10.10	¿La organización realiza estudios de mantenimiento centrado en confiabilidad aplicando metodologías como RCM, PMO o RBI?	8,17