

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**INGENIERÍA PETROLERA**

**PROYECTO DE GRADO**



**DESARROLLO DE UN MODELO DE GESTIÓN DEL  
MANTENIMIENTO PARA LA PLANTA DE ALMACENAJE DE  
COMBUSTIBLES LÍQUIDOS YPFB LOGÍSTICA**

**POSTULANTE: UNIV. EDDY ORLANDO AGUILAR MAMANI**

**TUTOR: ING. MARCO ANTONIO MONTESINOS MONTESINOS**

**LA PAZ – BOLIVIA**

**2021**



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE INGENIERIA**



**LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.**

**LICENCIA DE USO**

El usuario está autorizado a:

- a) Visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) Copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) Copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la cita o referencia correspondiente en apego a las normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

**TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADAS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.**

## **DEDICATORIA**

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; por ello, con toda humildad que de mi corazón puede emanar, dedico primeramente mi trabajo a Dios.

A mi madre, que ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo que me ha ayudado a salir adelante en los momentos difíciles.

A mi padre, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional.

A mis hermanos y hermana, por acompañarme en este trayecto y ayudarme en todo lo que necesitaba.

A mi familia en general, porque me han brindado su apoyo y por compartir buenos y malos momentos.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

A mi madre (Rosa Mamani Cabezas), que con su demostración de madre me ha enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos.

A mi padre (Agapito Aguilar Téllez), por los sacrificios que ha hecho por darme lo mejor, por el apoyo incondicional y por demostrarme que con sacrificio y perseverancia se logran las metas.

A mis hermanos (Grover, Rodrigo, Yonatan) y hermana (Yessica), por estar a mi lado en los buenos y malos momentos durante el desarrollo de mi formación académica.

Agradezco a todos mis docentes de la Carrera de Ingeniería Petrolera de la UMSA por ser parte de mi formación profesional. También gracias por su confianza y por haberme brindado sus conocimientos y apoyo en especial a mi asesor (Msc. Ing. Marco Antonio Montesinos Montesinos)

## **RESUMEN EJECUTIVO**

El Proyecto de Grado es una propuesta para la gestión de mantenimiento de la empresa YPF B Logística que representa al Estado Boliviano en el sector de hidrocarburos, que actualmente opera y administra gran parte de las Plantas de Almacenaje de Combustibles Líquidos en nuestro país.

La Planta de Almacenaje de Combustibles Líquidos de Senkata, objeto de estudio del proyecto, actualmente es administrada por YPF B Logística S.A., empresa constituida el 03-03-2011 en cumplimiento de los Decretos Supremos 29542 y 29554 y el Decreto Supremo 28701 de Nacionalización de los Hidrocarburos Héroes del Chaco de fecha 01-06-2006 mediante el cual Bolivia logra recuperar el derecho propietario de la totalidad de hidrocarburos en el territorio nacional.

A continuación, se hace una breve explicación de cada capítulo.

En el Capítulo I de Generalidades se desarrolla de forma breve el Proyecto de Grado así también el objetivo que es el Diseño de una propuesta para la implementación de un modelo de Gestión del Mantenimiento para la Planta de Almacenaje de Combustibles Líquidos YPF B, en el marco de los requerimientos de gestión de calidad basado en la norma ISO 9001:2015 es por eso que la investigación se desarrolló de tipo evaluativo, la modalidad de la investigación de este estudio es cuantitativa, no experimental ya que se emplea métodos descriptivos y comparativos para realizar el diagnóstico.

En el Capítulo II Marco Teórico se enfoca en todas las bases conceptuales necesarias para la elaboración del presente Proyecto de grado.

En el Capítulo III Diagnóstico se recopiló y analizó la información referente al diagnóstico de la situación actual de la planta YPF B Senkata que ayudó a evaluar sus deficiencias respecto al mantenimiento realizando un análisis de datos, aspectos administrativos, aspectos técnicos y protocolos.

El Capítulo IV Marco Practico se enfoca en el desarrollo de un modelo de Gestión del Mantenimiento para la Planta de Almacenaje de Combustibles Líquidos YPFB, en el marco de los requerimientos de gestión de calidad basado en la norma ISO 9001:2015. Para lo cual se presenta su estructura, objetivos, desarrollo y plan de implementación.

Capítulo V Resultados de la Implementación donde se muestran los indicadores de gestión además del análisis de costos de implementación del sistema de gestión del Mantenimiento para la Planta de Almacenaje de Combustibles Líquidos YPFB Logística.

Para finalizar se muestran las Conclusiones y Recomendaciones, integra a las conclusiones obtenidas acorde el desarrollo de cada objetivo.

## INDICE DE CONTENIDO

<b>CAPITULO I GENERALIDADES .....</b>	<b>11</b>
1.1. INTRODUCCIÓN.....	11
1.2. MARCO INSTITUCIONAL.....	12
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.4. OBJETIVOS DEL PROYECTO DE GRADO .....	13
1.4.1. <i>Objetivo general</i> .....	13
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	13
1.5. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	13
1.5.1. <i>Justificación Técnica</i> .....	13
1.5.2. <i>Justificación económica</i> .....	13
1.5.3. <i>Justificación Social</i> .....	14
1.5.4. <i>Justificación Legal</i> .....	14
1.6. DELIMITACIÓN.....	14
1.7. METODOLOGÍA.....	14
<b>CAPITULO II MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>15</b>
2.1. INTRODUCCIÓN.....	15
2.2. GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	16
2.3. TIPOS DE MANTENIMIENTO .....	20
2.3.1. <i>Mantenimiento preventivo</i> .....	20
2.3.2. <i>Mantenimiento predictivo</i> .....	21
2.3.3. <i>Mantenimiento correctivo</i> .....	22
2.4. MODELOS DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO .....	26
2.4.1. <i>Mantenimiento centrado de la confiabilidad (MCC)</i> .....	26
2.4.2. <i>Mantenimiento basado en costos</i> .....	28
2.4.3. <i>Mantenimiento basado en riesgo</i> .....	30
2.4.4. <i>Mantenimiento productivo total (TPM)</i> .....	32
2.4.5. <i>Mantenimiento de clase mundial (MCM)</i> .....	34
2.5. MEJORA DE LA EFECTIVIDAD OPERACIONAL.....	38

2.6. MEDICIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	39
2.6.1. <i>Indicadores de gestión para el mantenimiento</i> .....	40
2.6.2. <i>Indicadores de mantenimiento mundial</i> .....	41
2.6.3. <i>Indicadores de eficiencia general de los equipos (OEE)</i> .....	43
2.7. SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO .....	46
2.7.1. <i>Calidad en el servicio</i> .....	56
2.8. FILOSOFÍAS DE CALIDAD .....	57
2.8.1. <i>Mejora continua</i> .....	60
2.8.2. <i>Just in time</i> .....	60
2.8.3. <i>Kaizen</i> .....	61
2.8.4. <i>Las cinco “S”</i> .....	62
2.8.5. <i>Six sigma</i> .....	62
2.9. HERRAMIENTAS DE CALIDAD .....	64
2.9.1. <i>Análisis FODA</i> .....	64
2.9.2. <i>Diagrama de Ishikawa</i> .....	65
2.9.3. <i>Análisis de modos y efectos de falla (AMEF)</i> .....	65
2.9.4. <i>Diagrama de Pareto</i> .....	66
2.9.5. <i>Diagrama de árbol</i> .....	66
<b>CAPÍTULO III DIAGNÓSTICO PLANTA LOGÍSTICA.....</b>	<b>67</b>
3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA .....	67
3.1.1. <i>Misión</i> .....	69
3.1.2. <i>Visión</i> .....	69
3.1.3. <i>Estructura orgánica general</i> .....	69
3.1.4. <i>Estructura orgánica general</i> .....	70
3.1.5. <i>Descripción de la cuadrilla de mantenimiento</i> .....	70
3.2. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA .....	71
3.2.1. <i>Análisis de datos</i> .....	76
3.2.2. <i>Aspecto administrativo (gestión)</i> .....	76
3.2.3. <i>Aspecto técnico (operativo)</i> .....	78



3.2.4. Aspecto protocolar .....	80
3.2.5. Matriz FODA .....	81
3.2.6. Acciones .....	82

**CAPÍTULO IV. MARCO PRÁCTICO. SISTEMA DE GESTIÓN DEL  
MANTENIMIENTO PARA YPF B LOGÍSTICA..... 84**

4.1. INTRODUCCIÓN.....	84
4.1.1. Justificación de la propuesta .....	84
4.1.2. Objetivos de la propuesta .....	84
4.2. ESTRUCTURA DE LA PROPUESTA.....	87
4.3. INDICADORES DE MANTENIMIENTO DETECTADOS EN EL PERIODO DEL AÑO 2017 AL 2019 .....	90
4.3.1. Eficiencia general de los equipos (OEE) .....	95
4.3.2. Entrevistas al personal de YPF B Logística.....	97
4.3.3. Descripción y actualización del registro de las actividades, procesos y controles actuales.....	98
4.3.4. La economía del mantenimiento .....	101
4.4. EL PMBOK .....	102
4.4.1. Áreas de conocimiento .....	103
4.4.2. Beneficios de utilizar la metodología del PMBOK .....	104
4.4.3. Limitaciones de PMBOK.....	104
4.4.4. Fase de planeación .....	106
4.4.4.1. Alcance .....	106
4.4.4.2. Actividades .....	107
4.4.4.3. Logística secuencial .....	108
4.4.4.4. Estimación de duraciones.....	109
4.4.4.5. Programación de actividades .....	109
4.4.4.6. Planificación de recursos .....	110
4.4.4.7. Estimación de costos .....	110
4.4.4.8. Preparación del presupuesto .....	111
4.4.4.9. Manejo de la calidad .....	111

4.4.4.10. Planificación de la organización .....	112
4.4.4.11. Adquisición del personal .....	112
4.4.4.12. Manejo de las comunicaciones .....	113
4.4.4.13. Manejo de riesgos .....	114
4.4.4.14. Calificación de riesgos .....	117
4.4.4.15. Plan de respuesta .....	117
4.4.4.16. Planificación de necesidades.....	118
4.4.4.17. Planificación de las adquisiciones .....	118
4.4.4.18. Área de integración .....	119
<i>4.4.5. Fase de ejecución.....</i>	<i>119</i>
4.4.5.1. Verificación del enlace.....	120
4.4.5.2. Manejo de la tesorería .....	120
4.4.5.3. Asegurar la calidad .....	121
4.4.5.4. Desarrollo de equipos de trabajo .....	122
4.4.5.5. Distribución de la información .....	122
4.4.5.6. Recepción de ofertas.....	123
4.4.5.7. Selección de proveedores .....	123
<i>4.4.6. Fase de control.....</i>	<i>124</i>
4.4.6.1. Control del alcance .....	125
4.4.6.2. Control del trabajo .....	125
4.4.6.3. Control del Costo.....	126
4.4.6.4. Control de la calidad.....	126
4.4.6.5. Control de respuestas a riesgos .....	127
<i>4.4.7. Fase de cierre.....</i>	<i>127</i>
4.4.7.1. Cierre administrativo.....	128
4.5. DESARROLLO DEL EQUIPO DE PROYECTOS .....	129
<i>4.5.1. Cuadro de mando integral.....</i>	<i>131</i>
<i>4.5.2. Implementación del plan de sistema de gestión de mantenimiento .....</i>	<i>133</i>
4.5.2.1 Definición y desarrollo.....	136

4.5.2.2. Implementación.....	140
4.5.2.3. Diagrama de flujo .....	140
4.6. GESTIÓN MEDIO AMBIENTAL (MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS) .....	142
4.6.1. <i>Medidas compensatorias</i> .....	143
4.6.1.1. Medidas compensatorias al suelo .....	143
4.6.1.2. Medidas compensatorias sobre el paisaje .....	144
4.7. NORMATIVA VIGENTE .....	144
<b>CAPÍTULO V. RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN.....</b>	<b>146</b>
5.1. INDICADORES DE GESTIÓN .....	146
5.1.1. <i>Fiabilidad</i> .....	147
5.1.2. <i>Nuevo OEE</i> .....	149
5.2. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PARA YPFB LOGÍSTICA.....	152
<b>CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>156</b>
6.1. CONCLUSIONES.....	156
6.2. RECOMENDACIONES .....	161
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>163</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>166</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución del mantenimiento .....	19
Figura 2. El mantenimiento.....	24
Figura 3. Pasos para la implementación de un sistema MCC .....	28
Figura 4. Costos óptimos de mantenimiento .....	29
Figura 5. Implementación del mantenimiento basado en costos.....	30
Figura 6. Diagrama Bow Tie. Análisis de fallas y de consecuencias.....	31
Figura 7. Pasos para la implementación del mantenimiento basado en riesgos ...	32
Figura 8. Pilares del TPM.....	34
Figura 9. Implementación del MCM.....	37
Figura 10. Tecnologías de mantenimiento .....	38
Figura 11. Cálculo del OEE.....	45
Figura 12. Confiabilidad operacional .....	49
Figura 13. Enfoque basado en procesos.....	59
Figura 14. Ciclo de mejora continua.....	60
Figura 15. Estructura orgánica general de YPF B Logística S.A.....	69
Figura 16. Estructura orgánica específica .....	70
Figura 17. Organigrama de la cuadrilla de mantenimiento.....	70
Figura 18. Enfoque del mantenimiento.....	78
Figura 19. Comparación indicador horas hombre de mantenimiento preventivo...	91
Figura 20. Comparación indicador horas hombre de incumplimiento de mantenimiento programado.....	92
Figura 21. Comparación indicador de calidad de los equipos para mantenimiento .....	93
Figura 22. Comparación indicador de calidad de equipos de incumplimiento del mantenimiento programado.....	94
Figura 23. Cálculo del OEE.....	95
Figura 24. Impacto económico del mantenimiento .....	101
Figura 25. Metodología de gestión de proyectos.....	103
Figura 26. Procesos de planificación.....	105
Figura 27. Planificación del alcance para YPF B Logística .....	106

Figura 28. Definición del alcance para YPFB Logística.....	107
Figura 29. Definición de actividades para YPFB Logística.....	108
Figura 30. Lógica secuencial para YPFB Logística.....	108
Figura 31. Estimado de duraciones para YPFB Logística.....	109
Figura 32. Programación de actividades para YPFB Logística.....	109
Figura 33. Planificación de los recursos para YPFB Logística.....	110
Figura 34. Estimación de costos para YPFB Logística.....	110
Figura 35. Preparación del presupuesto para YPFB Logística.....	111
Figura 36. Planificación de la calidad para YPFB Logística.....	112
Figura 37. Planificación de la organización para YPFB Logística.....	112
Figura 38. Adquisición de personal para YPFB Logística.....	113
Figura 39. Manejo de las comunicaciones para YPFB Logística.....	113
Figura 40. Definición de riesgos para YPFB Logística.....	114
Figura 41. Calificación de riesgos para YPFB Logística.....	117
Figura 42. Plan de respuesta para YPFB Logística.....	118
Figura 43. Planificación de necesidades para YPFB Logística.....	118
Figura 44. Planificación de las adquisiciones para YPFB Logística.....	119
Figura 45. Área de integración para YPFB Logística.....	119
Figura 46. Verificación del enlace para YPFB Logística.....	120
Figura 47. Manejo de la tesorería para YPFB Logística.....	121
Figura 48. Aseguramiento de la calidad para YPFB Logística.....	121
Figura 49. Desarrollo de equipos de trabajo para YPFB Logística.....	122
Figura 50. Distribución de la información para YPFB Logística.....	122
Figura 51. Recepción de ofertas para YPFB Logística.....	123
Figura 52. Selección de proveedores para YPFB Logística.....	124
Figura 53. Costos de manejo de inventario.....	124
Figura 54. Control de alcance para YPFB Logística.....	125
Figura 55. Control del cronograma para YPFB Logística.....	125
Figura 56. Control del costo para YPFB Logística.....	126
Figura 57. Control de calidad para YPFB Logística.....	127
Figura 58. Control de respuestas de riesgos para YPFB Logística.....	127

Figura 59. Cierre administrativo para YPFB Logística.....	128
Figura 60. Cuadro de mando integral.....	131
Figura 61. Propuesta de la implementación de modelo de gestión del mantenimiento.....	135
Figura 62. Diagrama de flujo .....	141
Figura 63. Metodología general para el establecimiento de indicadores de gestión .....	146
Figura 64. Nuevo OEE .....	149

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Área de carga y descarga de líquidos.....	72
--	----

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Evaluación del OEE.....	45
Tabla 2. Tiempos utilizados en la producción.....	48
Tabla 3. Información sobre la aplicación del mantenimiento .....	73
Tabla 4. Tipos y acciones de mantenimiento aplicados .....	74
Tabla 5. Información sobre el mantenimiento.....	75
Tabla 6. Parámetros de gestión de mantenimiento .....	77
Tabla 7. Aspectos técnicos del mantenimiento .....	79
Tabla 8. Información sobre aplicación de protocolos de mantenimiento .....	80
Tabla 9. Matriz FODA (diagnóstico externo) .....	82
Tabla 10. Matriz estratégica FODA .....	83
Tabla 11. Indicadores usados actualmente para el mantenimiento preventivo y programado.....	90
Tabla 12. Cuadro de mando integral .....	133
Tabla 13. Definición y desarrollo del proyecto.....	136
Tabla 14. Matriz de riesgos .....	138
Tabla 15. Medidas preventivas o correctoras.....	143
Tabla 16. Costos de implementación .....	153
Tabla 17. Costos de administración en bolivianos .....	154
Tabla 18. Costos de producción en bolivianos .....	154
Tabla 19. Costo de recurso humano en bolivianos .....	155

## GLOSARIO TÉCNICO

YPFB: Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos

NFPA: National Fire Protection Association

TPM: Mantenimiento Productivo Total

MCC: Mantenimiento Centrado de Confiabilidad

MCM: Mantenimiento Clase Mundial

OEE: Eficiencia General de los Equipos

CMMS: Sistemas de mantenimiento empresarial

TPPF: Tiempo promedio para fallar

TPPR: Tiempo Promedio para Reparar

TMEF: Tiempo promedio entre fallas

AMEF: Análisis de Modos y Efectos de Falla

PMBOK: Guía de Fundamentos Para la gestión de Proyectos

PMI: Project Management Institute

FODA: Fortalezas Oportunidades Debilidades y Amenazas



## CAPITULO I GENERALIDADES

### 1.1. Introducción

Aprobado el Decreto Supremo 28701 en fecha primero de mayo de 2006, el Estado nuevamente toma el control y la dirección de la producción, transporte, refinación, almacenaje, distribución, comercialización e industrialización de hidrocarburos en el país. El mencionado decreto supremo propicia la nacionalización de las acciones en un 50 % más 1 de las empresas Chaco S.A., Andina S.A., Transredes S.A., Petrobras Bolivia Refinación S.A. y Compañía Logística de Hidrocarburos de Bolivia S.A. (CLHB S.A.), para que YPFB las controle.

Por lo tanto, actualmente el Estado a través de YPFB Corporación controla 22 plantas de almacenaje, existiendo 5 plantas de propiedad privada que realizan servicios de almacenaje a YPFB.

Si bien las plantas de almacenaje cuentan con personal de operaciones y mantenimiento no existe aún en sus jefaturas y/o a nivel gerencial corporativo la proyección de establecer un sistema de gestión que propicie la mejora continua de sus actividades. Considerando que las plantas de almacenaje se constituyen en un eslabón importante en el abastecimiento continuo de combustibles líquidos a la población, deberían enmarcar sus actividades dentro de un Sistema de Gestión de la Calidad garantizando de esta forma sus servicios.

En este sentido, el presente trabajo propone diseñar un Sistema de Gestión de Mantenimiento del equipamiento e infraestructura de una planta de almacenaje de combustibles líquidos en el marco de los requerimientos genéricos de un Sistema de Gestión como los que están establecidos en la norma ISO 9001:2015.

## **1.2. Marco institucional**

El presente Proyecto de Grado se desarrolla en el marco de la culminación de estudios y formación académica en la carrera de ingeniería petrolera de la Universidad Mayor de San Andrés. Proyecto que como se ha descrito en la parte introductoria será un aporte a la empresa YPFB que representa al Estado Boliviano en el sector de hidrocarburos, que actualmente opera y administra gran parte de las Plantas de Almacenaje de Combustibles Líquidos en nuestro país.

La Planta de Almacenaje de Combustibles Líquidos de Senkata, objeto de estudio del proyecto, actualmente es administrada por YPFB Logística S.A., empresa constituida el 03-03-2011 en cumplimiento de los Decretos Supremos 29542 y 29554 y el Decreto Supremo 28701 de Nacionalización de los Hidrocarburos Héroes del Chaco de fecha 01-06-2006 mediante el cual Bolivia logra recuperar el derecho propietario de la totalidad de hidrocarburos en el territorio nacional.

En el periodo 2000 – 2008 la Planta Senkata desarrollo sus actividades bajo el régimen de privatización mediante la Compañía Logística de Hidrocarburos de Bolivia S.A. – CLHB S.A.; sociedad conformada por Graña Montero S.A. de Perú y Oil Tanking GMBH de Alemania.

En todas las capitales de nuestro país existen plantas de almacenaje, la mayor parte de ellas como la Planta Senkata se construyeron en distintos periodos desde 1950 a 1980.

## **1.3. Planteamiento del problema**

Como se ha señalado en la Introducción, en las plantas de almacenaje de combustibles líquidos que opera y administra actualmente el Estado no existe aún el conocimiento y/o el compromiso que enmarquen sus actividades de mantenimiento dentro de un sistema de gestión de mejora continua, en este sentido dicho problema puede ser resuelto con el diseño e implementación de un Sistema de Gestión de Mantenimiento, que garantizará la continuidad de las operaciones y el abastecimiento ininterrumpido de combustibles a la población.

## **1.4. Objetivos del Proyecto de Grado**

### **1.4.1. Objetivo general**

Diseñar un sistema de Gestión del Mantenimiento para la Planta de Almacenaje de Combustibles Líquidos YPFB Logística, ubicada en la ciudad de El Alto departamento de La Paz, en el marco de los requerimientos de gestión de calidad basado en la norma ISO 9001:2015.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- ✓ Determinar una metodología para la realización de proyectos de mantenimiento
- ✓ Evaluar el cumplimiento de los requerimientos reglamentarios nacionales e internacionales en la Planta de Almacenaje de Combustibles Líquidos de YPFB logística.
- ✓ Establecer los componentes de un modelo de gestión de mantenimiento

## **1.5. Justificación del Proyecto**

### **1.5.1. Justificación Técnica**

El presente Proyecto pretende ser un aporte técnico específico para el mantenimiento de plantas de almacenaje de combustibles líquidos, intentando sistematizar dicha actividad dentro de un proceso de mejora continua. Dicha sistematización repercutirá en la reducción de riesgos de las instalaciones garantizando el abastecimiento continuo de combustibles a la población.

### **1.5.2. Justificación económica**

La sistematización implica un ordenamiento de las tareas que se desarrollan en un determinado proceso, como es el mantenimiento, lo cual repercute en la eficiencia de dicha actividad y por lo tanto en los parámetros económicos.

Al implementar un sistema de gestión del mantenimiento se pretende reducir costos

### **1.5.3. Justificación Social**

Toda mejora dada en la cadena de producción y comercialización de hidrocarburos de la cual forma parte las plantas de almacenaje de combustibles líquidos garantizará la continuidad en el abastecimiento de combustibles a la población de forma segura, impidiendo problemas sociales por la falta de dicho recurso. Teniendo en cuenta que los combustibles son recursos energéticos que representan un servicio público y por tal razón no pueden faltar.

### **1.5.4. Justificación Legal**

Las operaciones de las plantas de almacenaje están regidas por la Ley de Hidrocarburos 3058 y el Reglamento de Plantas de Almacenaje de Combustibles Líquidos aprobado por Decreto Supremo 25048. Cualquier mejora en el mantenimiento repercute en el cumplimiento de dichas disposiciones legales.

### **1.6. Delimitación**

El proyecto estudiará, analizará el estado de la Planta de Almacenaje de Combustibles Líquidos de Senkata, ubicada en la ciudad de El Alto, departamento de La Paz, en lo referente al mantenimiento, en el marco del Reglamento de Plantas de Combustibles Líquidos (D.S. 25048) y normas internacionales, para posteriormente desarrollar un Sistema de Gestión de Mantenimiento.

### **1.7. Metodología**

La metodología para el desarrollo del proyecto se basará principalmente en la investigación documental en el marco del método inductivo – deductivo, recurriendo a información de las entidades gubernamentales como la Agencia Nacional de Hidrocarburos, Ministerio de Hidrocarburos y Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos, además de reglamentos nacionales y normas internacionales.

## CAPITULO II MARCO TEÓRICO

### 2.1. Introducción

El marco teórico referencial abarca la ciencia del mantenimiento en el área industrial, analizando sus tipos y enfoques más convenientes para su aplicación en una Planta de Almacenaje de Combustibles Líquidos. Además, conlleva a una revisión de la reglamentación nacional y normas internacionales específicas relacionadas con la seguridad en el manejo de combustibles líquidos, que citamos a continuación de forma resumida:

*Reglamento de Plantas de Almacenaje*, titulada Reglamento para Construcción y Operación de Terminales de Almacenaje de Combustibles Líquidos, aprobada por el Decreto Supremo 25048 el 22-05-1998, establece en su contenido los requerimientos mínimos obligatorios de infraestructura y equipamiento, así como establece condiciones de operación y de seguridad que deben cumplir las plantas de almacenaje de combustibles líquidos.

*Código de Líquidos Inflamables y Combustibles NFPA 30*, es uno de los códigos técnicos de seguridad para combustibles líquidos emitido por la NFPA (National Fire Protection Association) que establece las condiciones de manejo y de infraestructura que deben cumplirse en el almacenamiento de combustibles en tanques de almacenaje superficiales. El Código es de amplio uso por todos los operadores que manejan combustibles líquidos a nivel internacional y será el marco para establecer condiciones de mantenimiento de las diferentes áreas en una planta de almacenaje.

*Sistemas de Mantenimiento Planeación y Control de Duffua S. O.*, es uno de los textos que apoyaran la elaboración del Sistema de Gestión de Mantenimiento para la Planta de Almacenaje de Senkata. Del mismo se recopilará parte del marco teórico que fundamenta los tipos de mantenimiento operativo y los enfoques que se tiene en dicha actividad, para estructurar un plan de mantenimiento.

*Sistemas de Gestión de Mantenimiento – Requisitos, Norma Boliviana NB 12017*, establece los requisitos en la gestión operativa, administrativa y de recursos



humanos en los organismos que realizan servicios de mantenimiento, norma que está basada en la norma ISO 9001:2008 sobre Sistemas de Gestión de la Calidad.

*Sistemas de Gestión de la Calidad – Requisitos, ISO 9001:2015*, es la última versión de las normas sobre sistemas de gestión de la calidad emitida por la ISO, en la cual se basará el Sistema de Gestión de Mantenimiento que se desarrollará para la Planta Senkata, considerando que dicha norma ha sido elaborada en una estructura de requerimientos de alto nivel, que permite que todo sistema de gestión se integre a otros sistemas como son los sistemas SySO (Seguridad y Salud Ocupacional) y medioambientales, respectivamente OHSAS 18001 e ISO 14001:2015.

## **2.2. Gestión del mantenimiento**

En los últimos cincuenta años, el mantenimiento ha sufrido una serie de transformaciones en su filosofía, a principios de la década de los 50's, se conocía solo la práctica del mantenimiento correctivo donde el estándar consistía en reparar los equipos una vez que fallaban. A finales de los 50's los fabricantes introducen recomendaciones de mantenimiento para alargar la vida útil de los equipos, introduciendo con ello el concepto de mantenimiento preventivo. En los años 60's, los esfuerzos se orientan a obtener la máxima eficiencia de las máquinas y el mantenimiento se focaliza en extender la vida útil de los equipos y el óptimo de utilización de la capacidad nominal (Bona, 1999).

En la década de los 70's y 80's, nace en Japón, orientado a las nuevas filosofías de calidad total (círculos de calidad y gerencia de calidad total), el Mantenimiento Productivo Total (Cáceres, 2011), que se basa en cinco principios fundamentales:

- Incrementar la confiabilidad de los equipos buscando cero fallas (equipos libres de mantenimiento).
- Mantenimiento autónomo, basado en que el operador debe efectuar parte del mantenimiento.
- Prevención del mantenimiento, que implica equipos de trabajo entre las gerencias de ingeniería, proyectos y mantenimiento para prevenir fallas desde el diseño.

- Capacitación del personal centrado en formar mantenedores multi oficio y programas de motivación personal.
- Trabajo basado en pequeños grupos integrados por operadores y mantenedores en la búsqueda de la causa raíz de las fallas de los equipos.

El mantenimiento ha evolucionado de acuerdo con el avance de la tecnología para acoplarse en las necesidades industriales. La última generación del mantenimiento se inicia a mediados de la década de los setenta donde los cambios, a raíz del avance tecnológico y de nuevas investigaciones, se aceleran. Aumenta la mecanización y la automatización en la industria, se opera con volúmenes de producción más altos, se le da importancia a los tiempos de parada debido a los costos por pérdidas de producción, alcanzan mayor complejidad las maquinarias y aumenta la dependencia de ellas, se exigen productos y servicios de calidad, considerando aspectos de seguridad y medio ambiente y se consolida el desarrollo del mantenimiento preventivo como fundamental, desplazando al mantenimiento correctivo (Rabelo, 1997).

La gerencia de mantenimiento se conoce como la aplicación sistemática de un conjunto de conocimientos, habilidades, herramientas fundamentadas en la planificación, ejecución y control para lograr el máximo rendimiento y aprovechamiento de los activos de una empresa y contribuir al logro de los objetivos de la misma; con el mínimo costo y máxima calidad y seguridad (Prando, 2001). En esencia, los tres mayores retos en la gerencia de mantenimiento son:

- Minimizar los costos de adquisición de activos físicos.
- Minimizar los costos de mantenimiento de los activos físicos.
- Asegurar que los activos físicos continúen operando satisfactoriamente.

Como toda filosofía de gestión, la gerencia de mantenimiento se apoya en procesos que le permiten canalizar los diferentes esfuerzos y orientarlos metódicamente para ejecutar los planes y lograr los objetivos de manera eficiente, es decir; planificación, organización, ejecución y control. En los años 90's se conjugan los elementos principales de las filosofías o tendencias como

Mantenimiento Productivo Total (TPM) y Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) para construir una filosofía llamada Mantenimiento Clase Mundial (MCM), que sirve como referencia para determinar el nivel de excelencia de las empresas dentro de la disciplina industrial donde se desenvuelve. El aspecto principal de esta filosofía es el cambio cultural de las organizaciones que lleva a aumentar la autoestima del personal de mantenimiento al establecer la conexión cierta con elementos que generan valor al negocio, y el conocimiento del nivel del impacto de las decisiones en el mismo, adicional a la comprensión y entendimiento de la importancia que tiene (Velasco, 2005).

Las actividades de mantenimiento están enmarcadas en un contexto bien definido y con una misión determinada dentro de las organizaciones las cuales influyen determinantemente en la productividad de las mismas. Existen muchas definiciones y es aceptable decir que el mantenimiento es el conjunto de procedimientos, actividades y medidas que permiten alargar o asegurar el funcionamiento óptimo de los dispositivos, objetos y sistemas bajo ciertos parámetros de operación establecidos (Lindley, 2001).

La finalidad específica del mantenimiento es conservar la planta industrial con el equipo, los edificios, los servicios y las instalaciones en condiciones de cumplir con la función para la cual fueron diseñados con la capacidad y calidad especificadas, pudiendo ser utilizados en condiciones de seguridad y economía de acuerdo al nivel de ocupación y a un programa de uso definidos por los requerimientos de producción (Olarde, 2010).



**Figura 1. Evolución del mantenimiento**



**Fuente: Mantenimiento industrial CR, 2015**

En la actualidad, se aplican tres técnicas básicas o acciones de mantenimiento: correctivo, preventivo y predictivo. Éstas persiguen asegurar la eficacia y la disponibilidad de los activos físicos, bajo ciertas modalidades de gestión, que le dan un enfoque distinto a fin de hacer exitosa la función. Con el nuevo enfoque estratégico del mantenimiento ha surgido una nueva corriente que incluye, dentro de las acciones de mantenimiento, una adicional llamada mantenimiento mejorativo, que busca cambiar condiciones de los activos para hacerlos más eficientes e incrementar su mantenibilidad intrínseca y su confiabilidad (Campbell, 2001).

Según el estado de los activos, el mantenimiento se puede clasificar en mantenimiento mayor y menor (operacional), este concepto abarca los dos grandes tipos de mantenimiento. En cada uno de éstos pueden estar presentes una o todas las acciones de mantenimiento descritas anteriormente. Para llevar a cabo de manera ordenada y sistemática estas acciones, se requiere una organización que posea componentes comunes, recursos, administración, planificación y control (Lindley, 2001). El objetivo principal de la organización es hacer corresponder los

recursos con la carga de trabajo. Los planes son la base fundamental para el logro exitoso del esfuerzo.

Un plan o programa de mantenimiento es el conjunto de tareas de mantenimiento seleccionadas y dirigidas a proteger la función de un activo, estableciendo una frecuencia de ejecución de las mismas y el personal destinado a realizarlas (Bona, 1999).

### **2.3. Tipos de mantenimiento**

En la actualidad, el mantenimiento se puede clasificar, de acuerdo a las actividades y planes de acción, en tres tipos: el preventivo, el predictivo y el correctivo.

#### **2.3.1. Mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo puede ser definido como: las acciones realizadas durante un tiempo o un programa automatizado para detectar, impedir o mitigar la degradación de un componente o sistema con el objetivo de mantener o ampliar su tiempo de servicio a través del control de la degradación a un nivel aceptable (Cuero, 2012). El mantenimiento preventivo está basado principalmente en el tiempo.

El mantenimiento preventivo debe ser considerado para los componentes y sistemas que afectan las operaciones confiables y seguras de la planta. Las inspecciones y las actividades de lubricación deben ser realizadas en intervalos apropiados determinados por las recomendaciones de la experiencia operativa y/o del fabricante. La eficacia del trabajo de mantenimiento preventivo debe ser periódicamente evaluada en un nivel de mando apropiado y los resultados usados para introducir mejoras como parte del proceso de mejora continua (Mantenimiento Industrial CR, 2015). Las técnicas a usar en el mantenimiento preventivo deben estar basadas en:

- Las recomendaciones de los fabricantes de los equipos detalladas en los manuales técnicos, diagramas, planos.
- La experiencia del personal técnico.

- Procedimientos técnicos, listado de trabajos a efectuar periódicamente.
- Control de frecuencias, indicación exacta de la fecha a efectuar el trabajo.
- Registro de reparaciones, refacciones, material y costos que ayuden a planificar.

Con un buen mantenimiento preventivo se obtienen experiencias en la determinación de causas de las fallas repetitivas o del tiempo de operación seguro de un equipo, así como a definir puntos débiles de instalaciones y máquinas y produce las siguientes ventajas:

- Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad ya que se conoce su estado y sus condiciones de funcionamiento.
- Disminución del tiempo muerto y tiempo de parada de maquinaria y equipos.
- Disminución de existencias en el almacén y por lo tanto sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.
- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de mantenimiento debido a un programa de actividades.

Un mantenimiento preventivo eficiente debe ser constante y rutinario para aminorar riesgos.

### **2.3.2. Mantenimiento predictivo**

El mantenimiento predictivo puede ser definido como: las medidas que descubren el inicio de un mecanismo de degradación, permitiendo la eliminación o control de cualquier imperfecto antes de que ocurra cualquier empeoramiento significativo en el estado físico del componente. El mantenimiento predictivo está basado principalmente en la necesidad de mantenimiento de la condición real de la máquina antes que en algún programa surja (Padilla, 2014).

Las técnicas de monitoreo a condición (análisis de vibración, análisis de aceites, termografías, entre otras) deben ser usadas para evaluar el funcionamiento de equipo donde sea económicamente aplicable. El grado de tiempo y esfuerzo provisto al proceso de mantenimiento predictivo, y la opción de tecnología usada, debe ser seleccionado según el grado de criticidad del equipo y su impacto sobre

objetivos comerciales del negocio (Padilla, 2014). En lo posible, las técnicas de mantenimiento predictivo deben estar basadas en:

- Las recomendaciones de los fabricantes de los equipos en los manuales de mantenimiento.
- Análisis estadísticos.
- La experiencia del personal técnico especializado.

La aplicación de ésta técnica trae consigo una serie de ventajas, producto del procedimiento de diagnóstico que se realiza. Estas son:

- Menor costo de las reparaciones.
- Reduce tiempos de parada.
- Permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo.
- Optimiza la gestión del personal de mantenimiento.
- Conocer con exactitud el tiempo límite de actuación que no implique el desarrollo de un fallo imprevisto.
- Toma de decisiones sobre la parada de una línea de máquinas en momentos críticos.
- Confección de formas internas de funcionamiento o compra de nuevos equipos.
- Permite el conocimiento del historial de las actuaciones para ser utilizada en el mantenimiento correctivo.
- Facilita el análisis de las averías.
- Permite el análisis estadístico del sistema.

El mantenimiento predictivo se lo realiza en intervalos de tiempo, conociendo con exactitud el tiempo límite de actuación de un equipo y que no implique riesgos.

### **2.3.3. Mantenimiento correctivo**

El mantenimiento correctivo se realiza para identificar o corregir un problema, es decir, reparar cuando algo falla. Consiste en actividades realizadas cuando se reacciona a una interrupción de un sistema, subsistema, o parte de un equipo o

servicio (Cuero, 2012). Este tipo de mantenimiento engloba varios tipos de gestiones correctivas, las cuales pueden ser:

- Mantenimiento de emergencia.
- Mantenimiento de rutina (parada y no parada).
- Trabajo menor. Este trabajo incluye las tareas que pueden llevar menos de una hora, no requieren partes y no hay ningún tipo de beneficio evidente para capturarlo en un historial.

El mantenimiento correctivo no debe incluir para de planta a menos que sea estrictamente necesario, teniendo en cuenta que en planta se cuenta con los equipos en stand by que funcionarían de ser necesarios, tales como bombas, compresores y generadores.

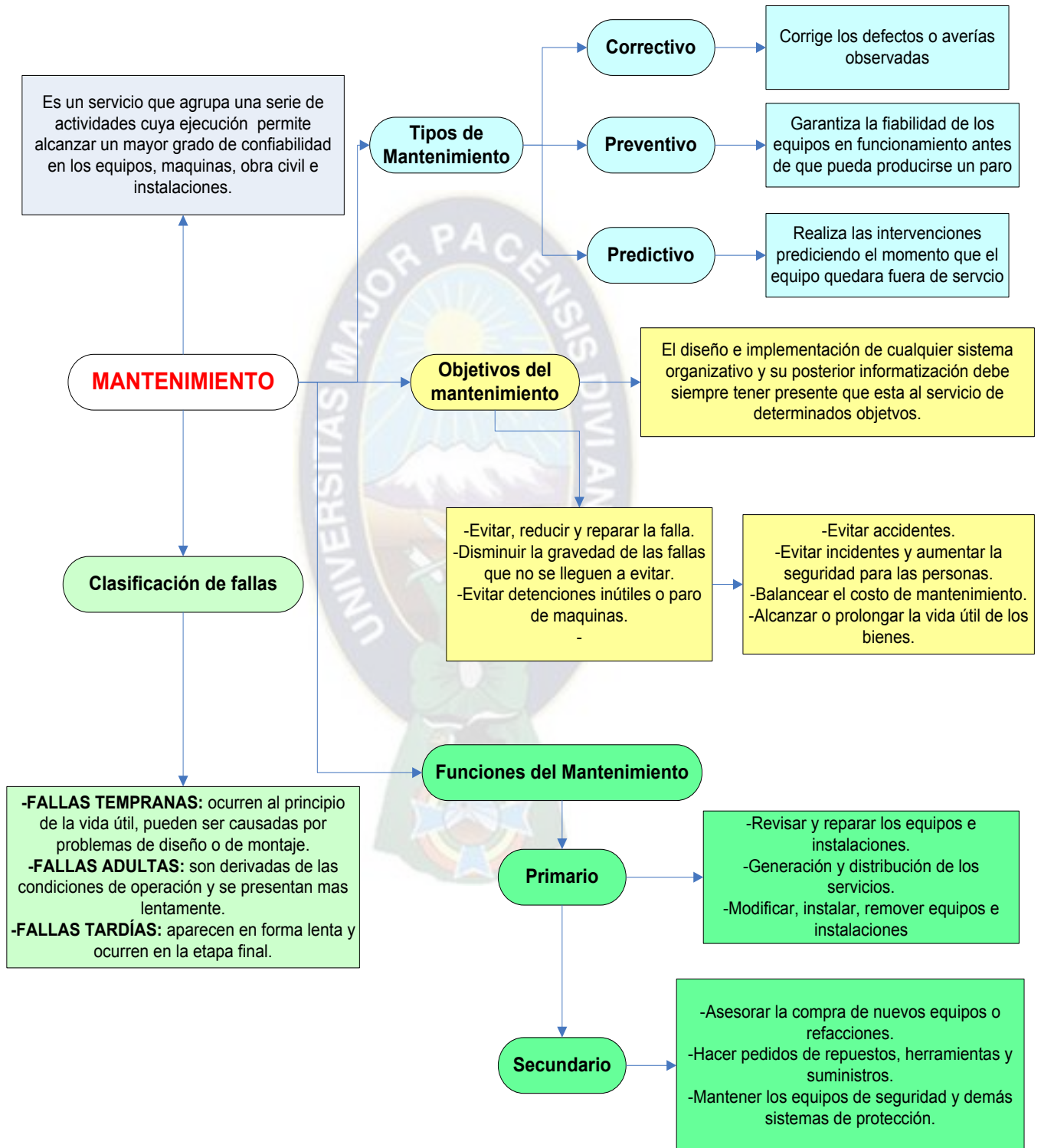
La planta debe tener un proceso establecido para tratar el riesgo futuro de cualquier falla de planta. Si el riesgo es de magnitud suficiente, el mantenimiento correctivo debe incluir una investigación de análisis de la causa raíz (mantenimiento mundial, 2014). Las causas que pueden originar un paro imprevisto se deben a desperfectos no detectados durante las inspecciones predictivas, a errores operacionales (personal técnico), a la ausencia de aplicación de técnicas de prevención o detección, a requerimientos de producción que generan políticas como la de “repara cuando falle”. Pero también pueden ser causadas por modos de falla asociadas al equipo, que puede ser debido a la calidad en el desempeño interno o por factores asociados a los procesos (Olarte, 2010). Dentro de las acciones correctivas de mantenimiento se pueden contemplar en dos tipos de enfoque:

- **Acción paliativa o de campo:** es la acción que se efectúa de manera rápida para restablecer la operatividad, es decir; se encarga de la reposición del funcionamiento, aunque no quede eliminada la fuente que provocó la falla.
- **Acción curativa (de reparación):** esta se encarga de reparar propiamente, para restablecer el funcionamiento y eliminando las causas que han provocado la falla.



Para entender de manera más detallada y sencilla al mantenimiento, a continuación, se resume toda la información descrita anteriormente:

**Figura 2. El mantenimiento**



Fuente: elaboración propia en base a guía de mantenimiento industrial.

Podemos darnos cuenta que el mantenimiento, como actividad primaria y de mejora de la calidad y competitividad, se enfoca a la minimización de las fallas y a las acciones correctivas mediante la aplicación de acciones preventivas basadas a un análisis de riesgo y visión integrada de negocio sobre los elementos y procesos. Los objetivos estratégicos son los que afectan a nivel corporativo y que involucra las operaciones trascendentes, cambios de tecnología y los mantenimientos mayores de las plantas (Rojas, 2014), es decir, la generación de los activos con la finalidad de maximizar la productividad y mejorar la competitividad con enfoque hacia la excelencia; tales que:

- Minimicen los costos de adquisición de activos físicos.
- Minimicen los costos de mantenimiento (sustentación) de los activos físicos.
- Aseguren que los activos físicos continúen rindiendo satisfactoriamente.
- Minimicen el consumo energético mediante el mejoramiento de la eficiencia.
- Maximicen la calidad de los productos y servicios.
- Mantengan la integridad del ambiente.
- Maximicen la seguridad e higiene.

El mantenimiento tiene como objetivo elemental mantener la funcionabilidad de los activos físicos, maximizar la disponibilidad y la eficacia (Sacristán, 2001), lo cual se resume en los siguientes aspectos:

- Evitar, reducir y reparar las fallas sobre los bienes de la organización.
- Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.
- Evitar detenciones inútiles o paros de máquinas.
- Mejorar las funciones y la vida útil de los activos.

Actualmente existe la necesidad de optimizar la gestión de los activos que influyen en el mantenimiento para asegurar la rentabilidad del negocio y generar ganancias a los accionistas. La capacidad de producir y vender sus productos y servicios está cada vez más ligada a la productividad, la calidad del producto o servicio, la fiabilidad de los equipos y procesos, la seguridad, la preservación de activos y la

protección al medio ambiente (Améndola, 2005); y para ello se precisa, sin duda alguna, actuar en la línea de la mejora del mantenimiento.

## **2.4. Modelos de gestión de mantenimiento**

Con el constante avance de la tecnología, han surgido innumerables modelos de gestión del mantenimiento, todos ellos orientados a eliminar o minimizar las consecuencias de las fallas y por ende mejorar la productividad y la competitividad. Consisten en aplicar en el área de mantenimiento la excelencia gerencial y empresarial como práctica gerencial sistémica e integral que busque el mejoramiento constante de los resultados, utilizando todos los recursos disponibles al menor costo. Dentro de las filosofías de gestión del mantenimiento se pueden citar:

- Mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC).
- Mantenimiento basado en costos.
- Mantenimiento basado en riesgos.
- Mantenimiento productivo total (TPM).
- Mantenimiento de clase mundial (MCM).

Una vez analizado el mantenimiento como elemento estratégico de la competitividad, se puede dar respuesta al objetivo específico número uno, que es: analizar los diversos modelos de gestión de mantenimiento usados en la actualidad, que se describen a continuación.

### **2.4.1. Mantenimiento centrado de la confiabilidad (MCC)**

Es una metodología que procura determinar los requerimientos de mantenimiento de los activos en su contexto de operación. Consiste en analizar las funciones de los activos, ver cuáles son sus posibles fallas, detectar los modos o causas de fallas, estudiar sus efectos y analizar sus consecuencias. A partir de la evaluación de las consecuencias, se determinan las estrategias más adecuadas al contexto de operación, exigiendo que no solo sean técnicamente factibles, sino también económicamente viables (Durán, 2000). Es el proceso de gestión que centra sus esfuerzos en la confiabilidad operacional, que integra equipos, procesos y



gente, dirigido a determinar los requerimientos de mantenimiento de cualquier activo físico para asegurar que continúe desempeñando la función en su contexto operacional actual (Huggett, 2000).

Fue desarrollado con la finalidad de ayudar a las personas a determinar las políticas para mejorar las funciones de los activos físicos y manejar las consecuencias de sus fallas. Producto de la integración de una revisión de las fallas operacionales con la evaluación del aspecto de seguridad y amenazas al medio ambiente manteniendo mucha atención en las tareas de mantenimiento que más incidencia tienen en el funcionamiento y desempeño de las instalaciones, garantizando que la inversión en mantenimiento se utilice donde más beneficio va a aportar (Durán, 2000). Sus principales objetivos son:

- Reducir el costo de mantenimiento y mejorar la competitividad.
- Enfocar las acciones en las funciones más importantes de los sistemas.
- Evitar o quitar las acciones de mantenimiento que no son estrictamente necesarias.

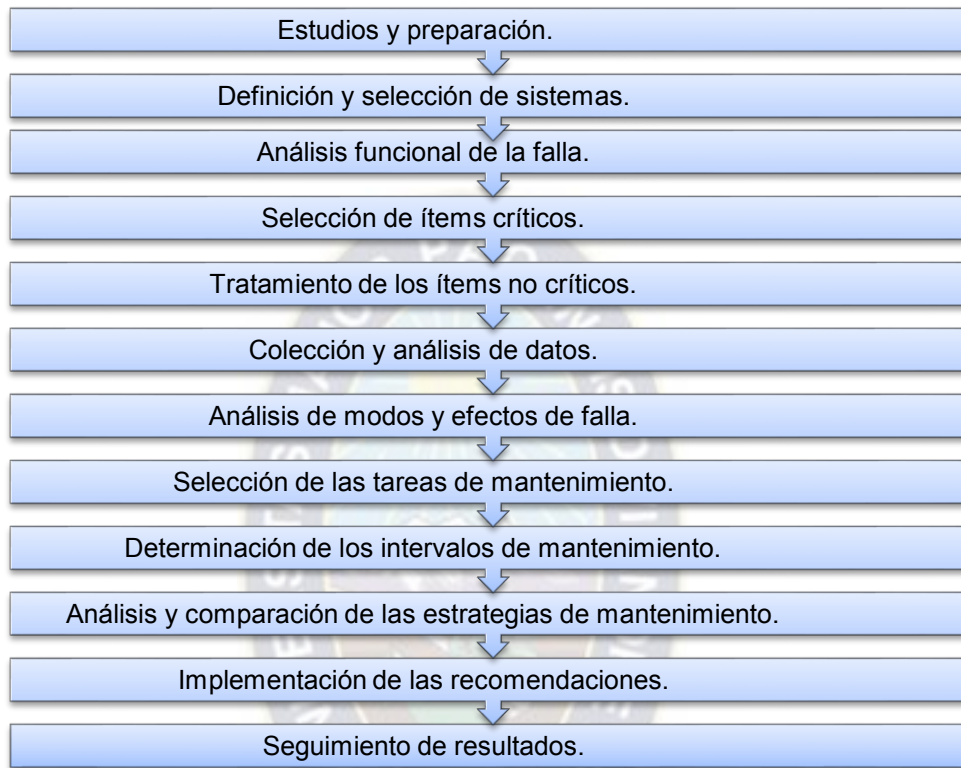
#### **Ventajas:**

- Si se aplica un sistema de mantenimiento preventivo ya existente en las empresas, puede reducir la cantidad de mantenimiento rutinario habitualmente hasta un 40% a 70%.
- Si se aplica en un nuevo sistema de mantenimiento preventivo en la empresa, la carga de trabajo programado será mucho menor que si el sistema se hubiera desarrollado por métodos convencionales.
- Su lenguaje técnico es común, sencillo y fácil de entender para todos los empleados vinculados en el proceso, permitiendo al personal involucrado en las tareas saber qué pueden hacer y qué no, qué no puede esperar y quien debe hacer qué para conseguirlo.

El mantenimiento bajo esta metodología, se enfoca en tareas que son clave para asegurar la confiabilidad operacional considerando el proceso,

equipo, diseño y recurso humano. Los principales elementos del análisis MCC se resumen en doce (Huggett, 2000):

**Figura 3. Pasos para la implementación de un sistema MCC**



**Fuente: Huggett, 2000**

La implementación de esta tecnología se logra siguiendo una secuencia que, según los expertos, ha sido exitosa, partiendo de un plan piloto hasta su completa adaptación a la organización; tomando en cuenta que la organización haya transitado los pasos de maduración en el aspecto técnico y en la cultura organizacional. Dentro de estos pasos están las técnicas del mantenimiento proactivo, las herramientas de análisis de falla y el enfoque de negocio, que es un elemento clave.

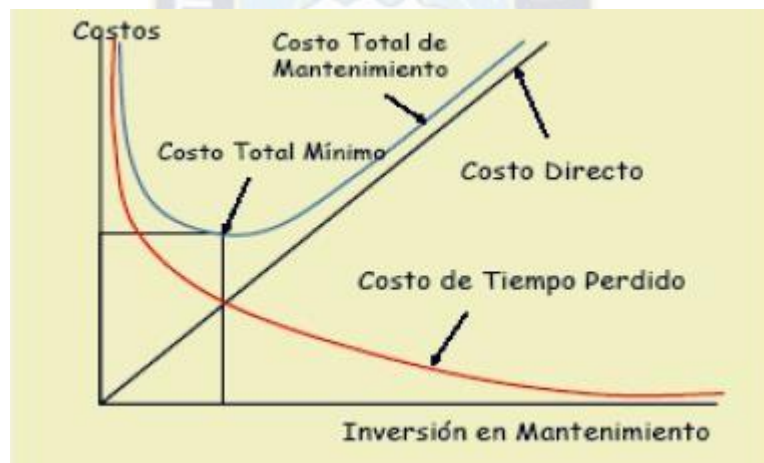
#### **2.4.2. Mantenimiento basado en costos**

Consiste en la aplicación del mantenimiento orientado a incrementar el retorno sobre los activos fijos y, por ende, aumentar la rentabilidad del negocio. Se aplican todas las herramientas propias de la gestión de mantenimiento y sistemas de

gestión de costos basadas en actividades, para identificar las acciones con sus costos asociados y sus impulsores para administrarlas según el valor agregado y el rendimiento del esfuerzo aplicado. Otra herramienta soporte es la teoría de restricciones, que permite que el mantenimiento sea como un negocio identificando los cuellos de botella mediante la sectorización de las ordenes de trabajo y el seguimiento de las mismas (Smith, 2010).

En resumen, esta modalidad de gestión de mantenimiento, además de aplicar las técnicas y herramientas que aseguran la disponibilidad y la eficiencia como factores clave de mantenimiento, hace un marcado énfasis en la inversión en los activos en los gastos directos, indirectos y ocultos (Mantenimiento Industrial CR, 2015). En la Figura a continuación se observan las curvas de los costos de mantenimiento en función de la inversión.

**Figura 4. Costos óptimos de mantenimiento**



Fuente: The Woodhouse Partnership Ltd, "Operational Reliability"

### **Objetivos:**

Mejorar la competitividad del negocio.

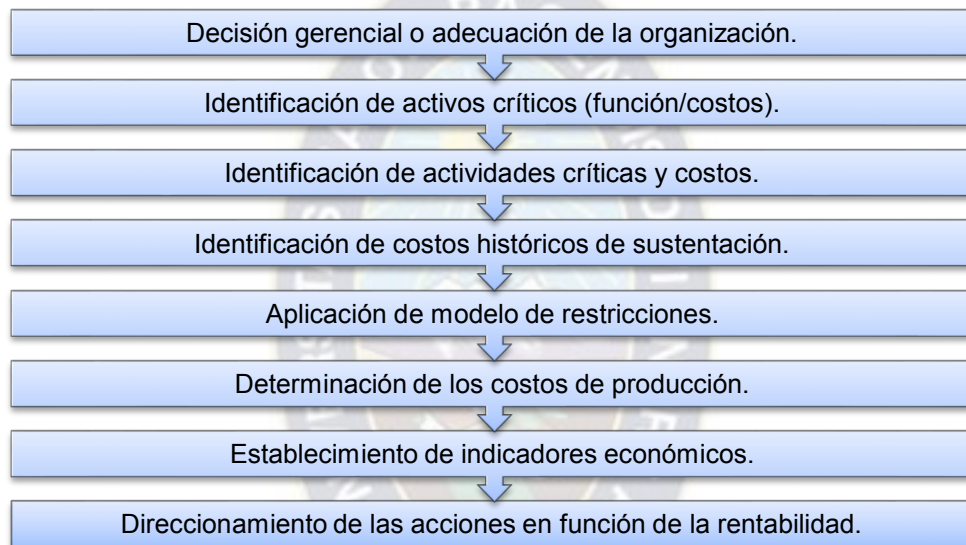
- Maximizar la eficacia y disponibilidad de máquinas con el mínimo costo.
- Disminuir los costos de sustentación de equipos.
- Maximizar el rendimiento de la inversión de los activos.

Pasos para la implementación:

El mantenimiento enfocado en los costos es una metodología que combina las mejores prácticas de mantenimiento con las metodologías de reducción de costos, por lo que para su implementación es necesario que la organización tenga algún modelo de gestión de mantenimiento (Smith, 2010).

A continuación, se muestran los pasos.

**Figura 5. Implementación del mantenimiento basado en costos**



**Fuente: (Smith, 2010)**

### **2.4.3. Mantenimiento basado en riesgo**

La aplicación de las acciones para este tipo de gestión de mantenimiento, están dirigidas en función a los estudios de riesgo realizadas considerándolos como determinante en el funcionamiento apropiado de los activos. Utilizando éste, como la combinación de probabilidad y las consecuencias de fallo, se pueden combinar con el modelo "Bow Tie"; desarrollado por la compañía Shell. Este modelo identifica mediante un árbol de fallos, posibles accidentes, circunstancias y eventos que conducen a un riesgo; y mediante un árbol de eventos se muestran las consecuencias y las áreas de daño a las que conducen los posibles eventos (Durán, 2000).

Se considera un escenario a los mecanismos de daño que conducen a un evento potencial con unas consecuencias de seguridad, salud, medio ambiente o económicas. Se debe estudiar la probabilidad de ocurrencia de todos los eventos posibles. La Figura 6 muestra el diagrama de flujo del modelo Bow Tie.

**Figura 6. Diagrama Bow Tie. Análisis de fallas y de consecuencias**



**Fuente: (Norma IEC/ISO 31010, 2009)**

Existen varios métodos para calcular la probabilidad de falla, pero los principales son los dos siguientes:

- Enfoque analítico: consiste en estimar la probabilidad de falla utilizando modelos matemáticos y datos estadísticos para los procesos de degradación.
- Solicitación experta: consiste en dejar que el equipo de expertos en riesgo en plantas y procesos, evalúen la probabilidad de falla.

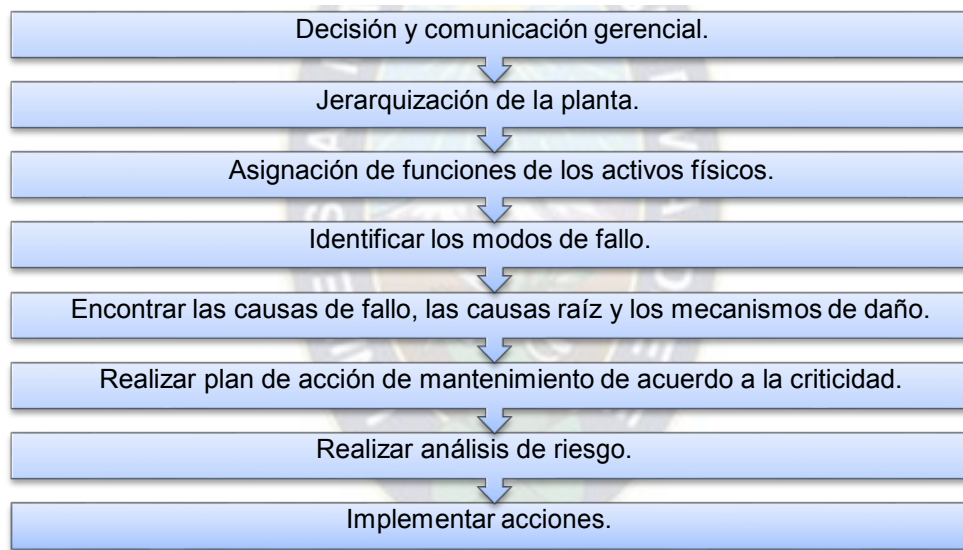
#### **Objetivos:**

- Mejorar la competitividad del negocio.
- Identificar y establecer acciones de mantenimiento según estudios de riesgo para minimizar fallas y accidentes con impacto en la salud, seguridad, ambiente y en los costos.
- Maximizar la eficiencia y disponibilidad en función de la criticidad y los riesgos.
- Eliminar o minimizar las fallas de alto impacto.

Pasos para la implementación:

Un requisito muy importante es obtener una jerarquía de la planta bien adaptada que facilite la identificación de funciones, mecanismos de degradación y fallos. La jerarquización de la planta es necesaria para una valoración eficiente del riesgo y para la planificación del mantenimiento y la inspección, ya que la planta se encuentra dividida en secciones controlables. La organización debe manejar herramientas y técnicas de mantenimiento proactivo porque estas son las que aseguran la implementación de los planes de acción recomendados (Norma IEC/ISO 31010, 2009). Los pasos elementales de esta metodología se muestran en la Figura 7.

**Figura 7. Pasos para la implementación del mantenimiento basado en riesgos**



Fuente: (Norma IEC/ISO 31010, 2009)

#### **2.4.4. Mantenimiento productivo total (TPM)**

El TPM se fundamenta en la búsqueda permanente de la mejora de la eficiencia de los procesos y los medios de producción, por una implicación concreta y diaria de todas las personas que participan en el proceso productivo. Cero defectos, cero accidentes y cero paradas (Chan, 2005). Sus principales objetivos son:

- Crear una organización corporativa que maximice la eficiencia de los sistemas de producción.



- Gestionar la planta con el objetivo de evitar todo tipo de pérdidas durante la vida entera del sistema de producción.
- Involucrar a todos los departamentos de la empresa en la implementación y desarrollo.
- Involucrar a todas las personas, desde la alta dirección hasta los operarios o técnicos, en un mismo proyecto.
- Orientar decididamente las acciones hacia las cero pérdidas, cero accidentes y cero defectos, apoyándose en las actividades de pequeños grupos de mejora.

#### **Bases del TPM:**

- **Técnica de las 5's:** para la mejora de la organización, orden y limpieza de las áreas de trabajo. es el cimiento en el que después se sustentan los pilares.
- **Implementación del indicador OEE:** que permitirá conocer la eficiencia con la que trabajan las máquinas y los procesos, y ante todo nos permitirá conocer y cuantificar las pérdidas.

#### **Los 8 pilares del TPM:**

- 1) **Mejoras enfocadas:** grupos de trabajo interdisciplinarios formados en técnicas para la mejora continua y la resolución de problemas. Estos grupos enfocarán su trabajo en la eliminación de las pérdidas y la mejora de la eficiencia.
- 2) **Mantenimiento planificado:** son las actividades de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo orientadas a la prevención y eliminación de averías.
- 3) **Mantenimiento autónomo:** se basa en las operaciones de inspección y pequeñas actuaciones sencillas, realizadas por los operarios de las máquinas.

- 4) **Mantenimiento de calidad:** se basa en actuaciones preventivas sobre las piezas de las máquinas que tienen una alta influencia en la calidad del producto.
- 5) **Prevención del mantenimiento:** se basa en la gestión temprana de las condiciones que deben reunir los equipos o instalaciones, para facilitar su mantenibilidad en su etapa de uso.
- 6) **Mantenimiento en áreas de soporte:** se busca el apoyo necesario para que las actividades de TPM aseguren la eficiencia y la implicación global.
- 7) **Mejora de la polivalencia y habilidades de operación:** se refiere a la formación continua del personal de producción y mantenimiento para mejorar sus habilidades y aumentar su polivalencia y especialización.
- 8) **Seguridad y entorno:** la seguridad y la prevención de efectos adversos sobre el entorno son temas importantes en las industrias responsables. La seguridad se promueve sistemáticamente en las actividades de TPM.

Figura 8. Pilares del TPM



Fuente: (Calidad de gestión, 2011)

#### 2.4.5. Mantenimiento de clase mundial (MCM)

La clase mundial consiste en una serie de prácticas, criterios y resultados consistentes, inmersos en modelos bien dimensionados y desarrollados. Esta



filosofía es el conjunto de las mejores prácticas operacionales y de mantenimiento que reúnen los elementos de distintos enfoques y metodologías organizacionales con visión de negocio, para crear un todo armónico de alto valor práctico que genere ahorros sustanciales a las empresas y la mejora de la productividad. Las mejores prácticas de negocios son aquellas que permiten generar una ventaja competitiva probada y la capacidad de absorber cambios de la mejor manera para incrementar las posibilidades de permanecer en el mercado. El MCM se sustenta por diez de las mejores prácticas que orientan la función hacia la excelencia (Padilla, 2014).

- 1) **Organización centrada en equipos de trabajo:** busca que el análisis de procesos y resolución de problemas se realice a través de equipos de trabajo multidisciplinarios y a organizaciones que evalúan y reconocen formalmente esta manera de trabajar.
- 2) **Contratistas orientados en la productividad:** considera al contratista como un socio estratégico, donde se establecen pagos vinculados con el aumento de los niveles de producción, mejoras en la productividad y la implementación 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 hombre utilizado.
- 3) **Integración con proveedores de materiales y servicios:** parte del principio que los inventarios de materiales sean gerenciados por los proveedores, asegurando las cantidades requeridas en el momento apropiado y a un costo total óptimo, aplicando la metodología justo a tiempo como herramienta clave. Por otro lado, debe existir una base consolidada de proveedores confiables e integrados con los procesos para los cuales se requieren tales materiales de acuerdo con la cadena de valor.
- 4) **Apoyo y visión de la gerencia:** debe existir un involucramiento activo y visible de la alta gerencia en los equipos de trabajo para la mejora continua, capacitación, programa de incentivos y reconocimiento, evaluación del

trabajador, procesos definidos de selección, empleo y programas de desarrollo de carrera.

- 5) **Planificación y programación proactiva:** la planificación y programación son bases fundamentales en el proceso de gestión del mantenimiento orientada a la confiabilidad operacional, la minimización del riesgo al menor costo. El objetivo es maximizar la disponibilidad y efectividad 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 debe 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.
- 6) **Procesos orientados al mejoramiento continuo:** Consiste en buscar de manera continua y constante la manera de mejorar las actividades y procesos, mediante aplicaciones de metodologías como just in time, seis sigmas, kaizen, sistemas de calidad, entre otros; siendo estas mejoras promovidas, seguidas y reconocidas públicamente por las gerencias.
- 7) **Gestión disciplinada de aprovisionamiento de materiales:** llevar a cabo un proceso de aprovisionamiento de materiales homologado y unificado en toda la organización, 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.
- 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 el análisis.
- 9) **Gerencia disciplinada de paradas de planta:** se debe realizar capacitación intensiva en paradas, tanto al personal de seguridad, como a

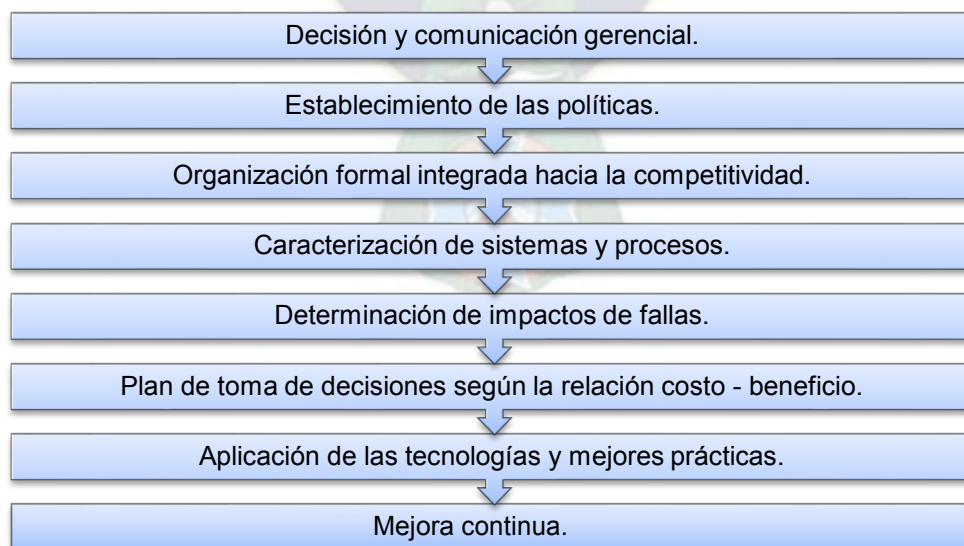
los contratistas y proveedores, y la planificación de las paradas de planta deben realizarse con 12 a 18 meses de anticipación; utilizando procedimientos y prácticas de trabajo documentadas.

- 10) **Producción basada en la confiabilidad:** grupos formales de mantenimiento predictivo (ingeniería de mantenimiento), deben aplicar sistemáticamente las más avanzadas tecnologías y metodologías existentes del mantenimiento. Este grupo debe tener la habilidad de predecir el comportamiento de los equipos con meses de anticipación y coordinar la realización de procesos formales de análisis de causa raíz y otras herramientas de confiabilidad.

### Implementación del MCM:

La implementación de esta metodología de mantenimiento requiere de una organización completamente madura con visión competitiva y enfocada a la excelencia, con altos estándares de aplicación de mejores prácticas en todos los procesos administrativos y operativos. A continuación, se muestra la secuencia de los pasos para la implementación.

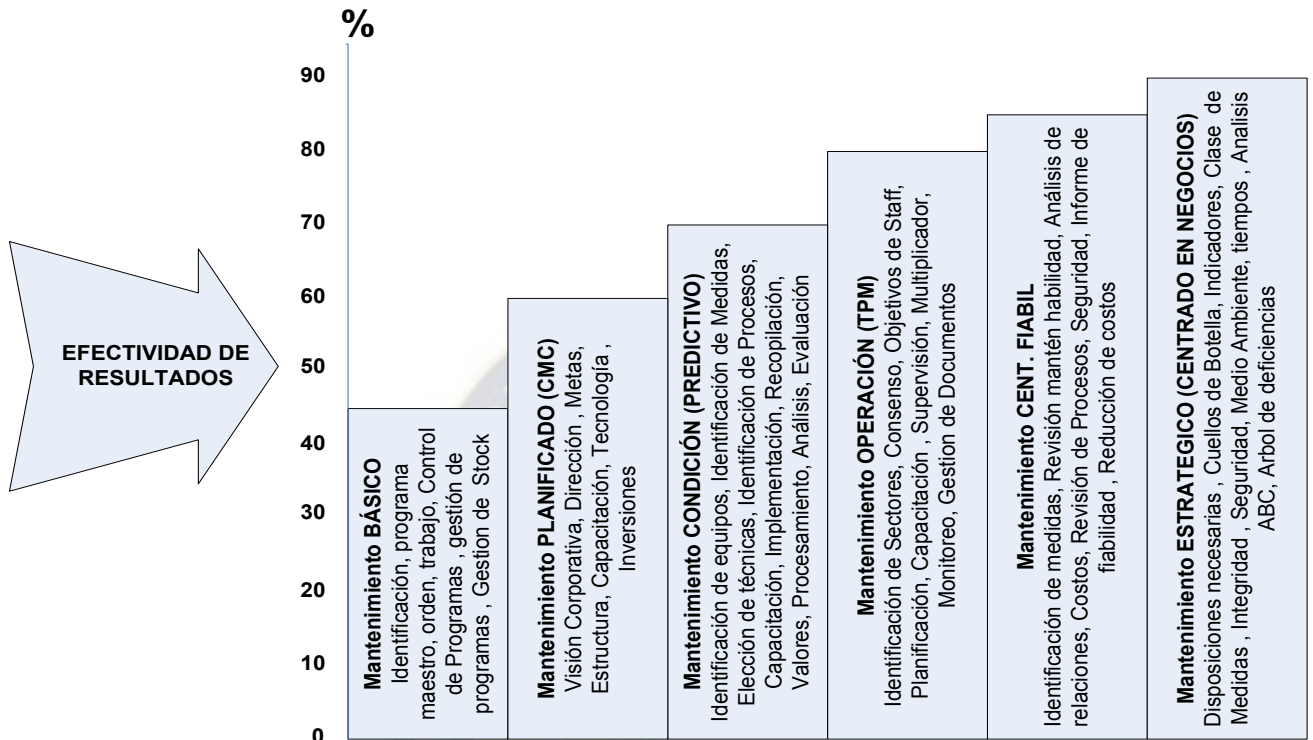
**Figura 9. Implementación del MCM**



**Fuente: (Velasco, 2005)**

## 2.5. Mejora de la efectividad operacional

Figura 10. Tecnologías de mantenimiento



Fuente: HSB Reliability Technologies

Las metodologías, modelos o sistemas de mantenimiento clasificados como de cuarta generación, son todos aquellos que se sustentan en la planificación y el uso de herramientas técnicas para prevenir, detectar, predecir y evitar o reducir eventos indeseados en los activos físicos que afecten la disponibilidad y la eficacia de los mismos. El avance de la tecnología está asociado a la mejora continua en función de la necesidad competitiva particular de cada empresa o sector industrial, estos desarrollos han evolucionado, por lo que tienen diferentes enfoques manteniendo el principio funcional del objetivo estratégico (Cáceres, 2011). Los aspectos comunes entre los diferentes enfoques de gestión son los siguientes:

- Mantienen los mismos objetivos: calidad, disponibilidad y eficacia como factores de éxito.

- Hacen uso de las mismas herramientas y técnicas para analizar causas y efectos, gestión de riesgo, planificación, control, entre otros.
- El recurso humano es el factor más influyente en el éxito de la gestión.
- El activo físico es un elemento de productividad integrado al negocio.
- La función de mantenimiento es determinante en la calidad y competitividad de la empresa.
- La planificación y ejecución de actividades se enfocan según la condición del riesgo y la criticidad.
- Existe un alto nivel de flexibilidad de las políticas de mantenimiento de acuerdo con las estrategias del negocio.
- Los esfuerzos se planifican y ejecutan considerando como parámetros clave el costo del tiempo y la calidad.
- La mejora continua forma parte de los principios de la metodología.
- Ingeniería de confiabilidad: es el marco teórico conceptual donde coexisten las metodologías y técnicas para diagnóstico proactivo e integrado de equipos, procesos y/o sistemas, como la base fundamental del mantenimiento. El diagnóstico proactivo e integrado es el proceso que busca caracterizar el estado actual y predecir el comportamiento futuro de equipos, sistemas y/o procesos mediante el análisis del historial de fallas, los datos de condición y datos técnicos.
- Ingeniería de mantenimiento: es el marco de aplicación tecnológica que permite definir las propiedades mecánicas de los materiales para predecir el comportamiento de máquinas y sistemas en servicio con el objetivo de analizar y solucionar problemas relativos a su funcionamiento y confiabilidad inherente.

## **2.6. Medición del mantenimiento**

Los indicadores son parámetros numéricos que convenientemente utilizados, pueden ofrecernos una oportunidad de mejora continua en el desarrollo, aplicación de nuestros métodos y técnicas específicas de mantenimiento. La magnitud de los indicadores sirve para comparar con un valor o nivel de referencia con el fin de



adoptar acciones correctivas, modificativas y predictivas según sea el caso (portal calidad, 2014). Los indicadores de gestión (planificación, ejecución, control y evaluación), son aquellos que normalmente interrelacionan dos valores y nos aportan una visión completamente que evalúa diversos aspectos de la gestión de nuestro departamento (González, 2004). La confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad son medidas técnicas y científicas, fundamentadas en cálculos matemáticos, estadísticos y probabilísticos, que tiene el mantenimiento para su análisis.

### **2.6.1. Indicadores de gestión para el mantenimiento**

Hay que considerar que el primer objetivo de trabajo del área de mantenimiento es de propiciar el logro de altos índices de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad a favor de la producción o de la prestación de un servicio. Además de las tareas de implementación de las estrategias de mantenimiento, también es necesario realizar el seguimiento correspondiente del proceso y su evaluación. La selección de los indicadores para la medición es una tarea sensible y es la clave para realizar una correcta evaluación.

Los parámetros de gestión deben confirmar la validez de las políticas de mantenimiento y la configuración de los parámetros de un componente específico. Cuando los resultados son malos, el componente debe ser examinado nuevamente. La mejor manera para saber cómo los resultados han sido implementados, será mediante el cálculo de algunos indicadores como efectividad, disponibilidad, calidad, tiempo medio entre fallas, número de paradas, tiempo medio para la reparación, costo de mantenimiento, costo de personal, utilización, entre otros (Améndola, 2014). Todas las actividades pueden medirse, así puede asegurarse que las actividades vayan en el sentido correcto y permitan evaluar los resultados de una gestión frente a sus objetivos, metas y responsabilidades.

Los indicadores son importantes para la organización porque son altamente efectivos para exponer, cuantificar y visualizar deficiencias, proveen un sistema de alerta temprana para procesos operando fuera de la norma o requerimientos y ofrecen importantes indicaciones donde los esfuerzos de mejoramiento deben

enfocarse; además son efectivos motivadores. El conjunto ideal de indicadores varía en cada empresa dependiendo sus necesidades y deberán estar fuertemente alineados con los objetivos estratégicos y operacionales de la compañía y activados por el personal de la misma. Deben manifestarse en indicadores como la Eficiencia General de los Equipos (OEE) y el conjunto de indicadores de Mantenimiento de Clase Mundial (Calidad y gestión, 2012). La información debe explicar el estado del proceso de mantenimiento, su desarrollo y la evolución en el entorno donde el mantenimiento opera. El foco está en la efectividad y la eficiencia del proceso de mantenimiento, individualizando sus actividades, organización y cooperación con otras unidades de la organización (González, 2004).

### **2.6.2. Indicadores de mantenimiento mundial**

Para la función de mantenimiento, existe una constante búsqueda de nuevas y novedosas formas de incrementar la confiabilidad, disponibilidad y la vida útil de plantas y equipos industriales siempre a través de un control efectivo de los costos. El hecho de programar y planificar los trabajos de mantenimiento a grandes volúmenes de equipos e instalaciones ha visto en la automatización una oportunidad de constantes mejoras, y la posibilidad de plasmar procedimientos cada día más complejos e interdependientes. Esto, aunado a la mejor práctica de un mantenimiento de clase mundial que establece sistemas integrados, ha llevado a las grandes corporaciones a tomar la decisión de adoptar sistemas de mantenimiento de planificación empresarial (CMMS).

El modelo de mantenimiento a través de CMMS permite la clasificación y caracterización de la información, para que ésta sea agrupada y consultada de acuerdo a los requerimientos de cada usuario, lo cual facilita los procesos de análisis y toma de decisiones que son tan importantes en las áreas de costos y confiabilidad (Améndola, 2014). La gerencia de mantenimiento está sustituyendo los viejos valores por paradigmas de excelencia de mayor nivel. La práctica de Ingeniería de Confiabilidad; así como la reducción de los costos de mantenimiento

constituyen los objetivos primordiales de la empresa enfocados a asegurar la calidad de gestión del área de mantenimiento.

Los indicadores de mantenimiento y los sistemas de planificación empresarial asociados al área de efectividad, permiten evaluar el comportamiento organizacional de las instalaciones, sistemas, equipos, dispositivos y componentes. De ésta manera será posible implementar un plan de mantenimiento orientado a perfeccionar las actividades de mantenimiento (mantenimiento mundial, (2014). Estos indicadores son:

- Tiempo promedio para fallar (TPPF) – Mean time to fail (MTTF).
- Tiempo promedio para reparar (TPPR) – Mean time to repair (MTTR).
- Tiempo promedio entre fallas (TMEF) – Mean time between failures (MTBF).
- Disponibilidad.
- Utilización.
- Confiabilidad.

**Tiempo promedio para fallar (TPPF) – Mean time to fail (MTTF):** este indicador mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo a su mayor capacidad sin interrupciones dentro del periodo considerado; este constituye un indicador indirecto de la confiabilidad del equipo o sistema (mantenimiento mundial, 2014). El tiempo promedio para fallar también es llamado TiempoPromedio Operativo o Tiempo Promedio hasta la Falla. Se calcula de la siguiente manera:

$$TPPF = \frac{\sum \text{Tiempo total de operación de un conjunto de ítems no reparables}}{\text{Número total de fallas detectadas en esos ítems, en el periodo observado}}$$

**Tiempo promedio para reparar (TPPR) – Mean time to repair (MTTR):** Es la medida de la distribución del tiempo de reparación de un equipo o un sistema. Este indicador mide la efectividad de restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por una falla, dentro de un periodo de tiempo determinado (mantenimiento mundial, 2014). El tiempo promedio para reparar es un parámetro de medición asociado a la mantenibilidad, es decir, a la ejecución del mantenimiento. La mantenibilidad,



definida como la probabilidad de volver el equipo a condiciones operativas en un cierto tiempo utilizando procedimiento prescritos, es una función del diseño del equipo (factores tales como accesibilidad, modularidad, estandarización y facilidades de diagnóstico, facilitan enormemente el mantenimiento). Para un diseño dado, si las reparaciones se realizan con personal calificado y herramientas, documentación y procedimientos prescritos, el tiempo de reparación depende de la naturaleza de la falla y de las mencionadas características de diseño.

$$TPPR = \frac{\sum \text{Tiempos total de intervención correctiva en un conjunto de ítems con falla}}{\text{Número total de fallas detectadas en esos ítems, en el periodo observado}}$$

**Tiempo promedio entre fallas (TMEF) – Mean time between failures (MTBF):**

indica el intervalo de tiempo más probable entre un arranque y la aparición de una falla; es decir, es el tiempo medio transcurrido hasta la llegada del evento “falla”. Mientras mayor sea su valor, mayor es la confiabilidad del componente o equipo (mantenimiento mundial, 2014). Uno de los parámetros más importantes utilizados en el estudio de la confiabilidad es el TMEF, es por esta razón que debe ser tomado como un indicador más que represente de alguna manera el comportamiento de un equipo específico. Asimismo, para determinar el valor de este indicador se debe utilizar el dato primario histórico almacenado en los sistemas de información.

$$TPEF = \frac{(\text{Número de ítems})(\text{Tiempos de operación})}{\sum \text{Número total de fallas de fallas detectadas en esos ítems en el periodo observado}}$$

**2.6.3. Indicadores de eficiencia general de los equipos (OEE)**

La Eficiencia General de los Equipos, por sus siglas en inglés (Overall Equipment Effectiveness) es una herramienta de medición de la eficacia de la maquinaria industrial, internacionalmente reconocida (sistemas oee, 2014), y que se expresa como un porcentaje de tres parámetros: disponibilidad, rendimiento y calidad. El OEE es un indicador clave de desempeño que permite medir la competitividad de la industria y compararse con respecto a los mejores de su clase. Este índice considera todos los parámetros fundamentales en la producción industrial: la disponibilidad, la productividad y la calidad (Electro Industria, 2015).

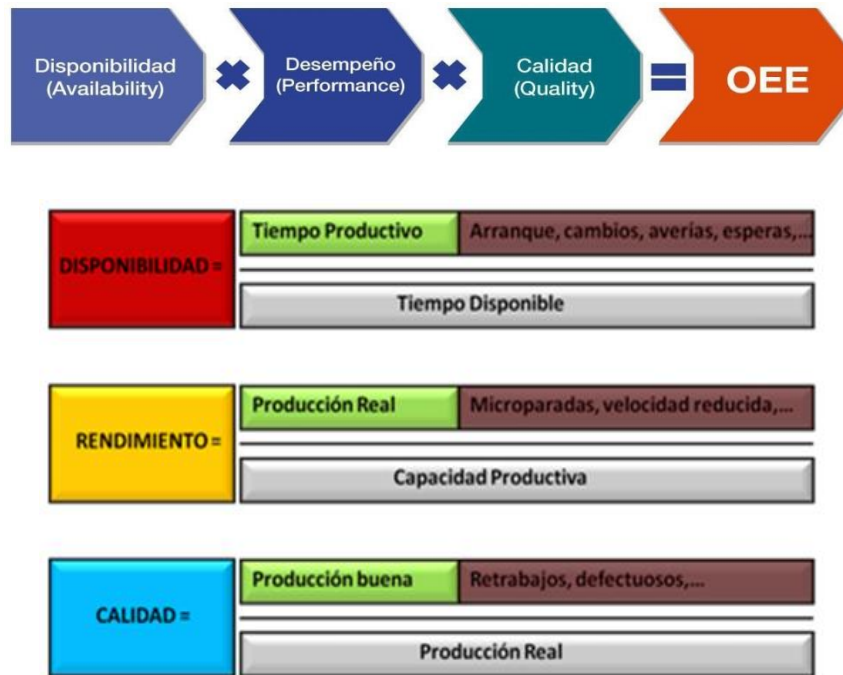
**Disponibilidad:** representa el porcentaje de tiempo total disponible de las máquinas para trabajar (sistemas oee, 2014). Este componente está diseñado para tomar en cuenta sólo lo relacionado con el tiempo disponible, excluyendo los paros programados y los eventos de calidad y desempeño.

**Rendimiento:** también llamado desempeño, representa el porcentaje de velocidad a la que el centro de trabajo opera, comparada con la velocidad teórica. Este factor está diseñado para excluir los efectos de calidad y disponibilidad (oee, 2013).

**Calidad:** se refiere al porcentaje de unidades buenas producidas con respecto a la cantidad total de unidades producidas o al servicio que se brinda. Este componente está diseñado para no tomar en cuenta el tiempo disponible y el desempeño (LeanSis Productividad, 2014).

El OEE se debe medir porque las empresas realizan grandes inversiones en maquinaria y necesitan obtener el máximo retorno de su inversión en el menor tiempo posible, porque es fundamental disminuir nuestras pérdidas productivas y conseguir que la empresa sea más competitiva. (oee, 2013). Es una medida estándar que utilizan las empresas a nivel mundial en los países industrialmente avanzados y permite comparar sus resultados con las mejores.

Figura 11. Cálculo del OEE



Fuente: [www.sistemasoe.com](http://www.sistemasoe.com)

Un valor de OEE del 100% es la práctica inalcanzable ideal y nos va a ayudar a que trabajemos sistemáticamente en la mejora continua. Nos permite comparar entre sí maquinas, células productivas, líneas de producción, turnos de trabajo, plantas productivas, prestación de servicios e incluso nos permite comparar la empresa con respecto a las mejores de nuestro sector industrial. Se puede clasificar según el nivel de excelencia, siendo los de la Tabla a continuación.

Tabla 1. Evaluación del OEE

Porcentaje (%)	Evaluación	Observaciones
0 < OEE < 65	<b>Inaceptable</b>	Muy baja competitividad. Pérdidas económicas.
65 < OEE < 75	<b>Regular</b>	Baja competitividad. Aceptable solo si está en proceso de mejora.
75 < OEE < 85	<b>Aceptable</b>	Se debe continuar la mejora para avanzar hacia clase mundial (World Class).
85 < OEE < 95	<b>Buena</b>	Alta competitividad. Entra en valores World Class.
95 < OEE < 100	<b>Excelente</b>	Excelente competitividad. Valores World Class. Sumamente difícil alcanzarlos.

Fuente: (Calidad de gestión, 2011)

Para mejorar la eficiencia de la industria se deben reducir y eliminar las pérdidas de tiempo y de costos (Electro Industria, 2015). Algunos ejemplos de estas pérdidas son:

- Pérdidas de tiempo por un mal mantenimiento. Los mantenimientos deben ser preventivos y predictivos, nunca correctivos. La espera constante de mantención durante el turno de trabajo por fallas solo evidencia una pobre planeación.
- Pérdidas de tiempo ocioso. Ya sea por cuenta del operador o propias de la producción; como por ejemplo en espera de materiales, herramientas, refacciones, etc.
- Pérdidas de tiempo inusuales. Estas son más difíciles de evitar. Algunos ejemplos son reuniones no regulares durante el turno, cortes de energía eléctrica, accidentes, emergencias, simulacros, incidentes, etc.

## **2.7. Sistema de gestión de mantenimiento**

El tercer objetivo específico de este estudio consiste en identificar los elementos clave que inciden en el éxito del sistema de gestión del mantenimiento. Para evaluar el desempeño de la gestión del mantenimiento, es necesario tener claramente definidos los objetivos. Estos objetivos se definen en función de la empresa, de manera que estén alineados con las estrategias del modelo de negocio de manera integral. La forma de determinar el grado en el que se alcanzan los objetivos y cómo contribuyen a mejorar la competitividad de la empresa, es mediante el establecimiento de indicadores, que midan en términos cuantitativos la efectividad de los esfuerzos (Hill & Jones, 2011).

Actualmente, las estrategias de mantenimiento están encaminadas a garantizar la disponibilidad y eficacia requerida de los activos físicos, asegurando la maximización de su vida útil y minimizando los costos de sustentación, cumpliendo con las regulaciones y normatividades en el marco de la calidad, seguridad, higiene y medio ambiente, según los requerimientos de producción. Bajo esta concepción, el mantenimiento como actividad clave de la competitividad, considera factores

críticos de éxito de la gestión del desempeño, la disponibilidad y la eficacia que indican la fracción de tiempo en que los equipos están en condiciones de servicio (González, 2004).

La disponibilidad se tiene solo cuando se requiere, lo cual no quiere decir que sea igual en todos los activos, ya que depende de la criticidad de los mismos, y ésta varía según los requerimientos de producción y de factores como la seguridad, el impacto en la restauración, entre otros. Una disponibilidad sobre lo requerido solo ocasiona costos adicionales sin agregar el valor correspondiente. Para medir este desempeño es necesario definir algunos parámetros de tiempo relacionados con la producción (hsb, 2014).

- **Tiempo de producción requerido.** Es la diferencia entre el tiempo calendario y la fracción de tiempo que no se emplea para la producción por falta de demanda del cliente. Este último generalmente se emplea para realizar el mantenimiento planificado de las instalaciones.
- **Tiempo programado de producción.** Es el tiempo de operación suficiente para cubrir la demanda descontando la fracción de tiempo necesaria para realizar el mantenimiento planificado que no se logra hacer en los tiempos de parada por baja demanda.
- **Tiempo disponible para la producción.** Una parte del tiempo programado para producción se pierde por averías de las instalaciones. Por lo tanto, el tiempo que le queda a producción para realizar su trabajo es menor y se denomina tiempo disponible para la producción.
- **Tiempo real de producción.** Es el tiempo que queda después de las paradas de producción por otros motivos; ya sea por paros indirectos o directos de las instalaciones.
- **Tiempo de producción efectiva.** Es el tiempo neto que agrega valor que toma en cuenta las ineficiencias propias durante en proceso productivo, es decir, resulta de comparar el tiempo en el que se ha realizado la producción real, con el tiempo en el que se podría haber hecho si todo hubiera ido



perfectamente y las instalaciones hubieran podido trabajar a su máxima capacidad.

En la Tabla a continuación, se muestran los tiempos relativos a los procesos de producción partiendo del tiempo calendario y finalizando con el tiempo efectivo.

**Tabla 2. Tiempos utilizados en la producción**

TIEMPO CALENDARIO				
TIEMPO DE PRODUCCION REQUERIDA			MANTENIMIENTO PROGRAMADO	EXCESO DE CAPACIDAD
TIEMPO DISPONIBLE DE PRODUCCION		AVERIAS		
TIEMPO REAL DE PRODUCCION		PAROS DE PRODUCCION		
TIEMPO DE PRODUCCION EFECTIVA	INEFICIENCIAS			

Fuente: (hsb, 2014)

Los elementos que inciden en el logro de los objetivos de mantenimiento son la serie de factores que afectan positiva o negativamente el desempeño de la gestión y que impactan la disponibilidad y eficacia. El principal y de mayor relevancia es la confiabilidad, que es un factor complejo y abarca otros aspectos ya que su resultado depende de todas las variables de mantenimiento. La confiabilidad se define como la probabilidad de que un sistema no falle, es decir, que cumpla con las funciones para la cual fue diseñado durante un tiempo determinado (también conocido como vida útil) y estando sometido a condiciones de entorno y parámetros de operación adecuadas (Durán, 2000). La confiabilidad total de un sistema operativo es la función de la confiabilidad de todos los elementos que intervienen en dicho sistema, como se puede ver en la siguiente figura.

Figura 12. Confiabilidad operacional



Fuente: The Woodhouse Partnership Ltd, "Operational Reliability"

Como se observa en la figura 12, la confiabilidad operacional es afectada directamente por el recurso humano, por el proceso y por los equipos.

La confiabilidad humana afecta en gran medida la confiabilidad total porque influye también de manera directa en los otros tres elementos, el recurso humano es el más importante por lo que se requiere que esté identificado y comprometido con los objetivos, motivado, capacitado y orientado según la política de la organización. Juega un papel determinante en el manejo de interfaces entre clientes, proveedores, habilitadores y los sistemas de información. El contratista es parte inherente del equipo. El sentido de propiedad y las medidas relativas a la seguridad, higiene, medio ambiente y exposición al riesgo le proporcionan a la organización un recurso humano de alto nivel de confiabilidad y capaz de influir positivamente en los procesos, la mantenibilidad y confiabilidad de los equipos (Calidad y gestión, 2012).

**Mantenibilidad de equipos:** es la probabilidad de poder ejecutar una determinada operación de mantenimiento en el tiempo de reparación prefijado y bajo las condiciones planeadas. Depende del diseño interno, de su confiabilidad



inherente, del equipo de trabajo, entre otros aspectos. El objetivo es disminuir el tiempo al mínimo tomando en cuenta los recursos adecuados para que el costo sea el menos posible, formando e integrando el equipo, planificando, elaborando el mejor alcance de trabajo, adquiriendo los recursos justo a tiempo (personal, refacciones, materiales, equipos auxiliares), gestionando la calidad y el riesgo, controlando la ejecución del trabajo e integrando los mismos (Lindley, 2001). El diseño y la configuración del equipo son muy importantes, por lo que es necesario formar una cadena de valor en la que participe el equipo de mantenimiento junto con el fabricante en la fase de diseño.

**Confiabilidad de equipos:** se refiere a las estrategias de mantenimiento que garanticen la efectividad del mismo y la soportabilidad; es decir, la probabilidad de poder atender una determinada solicitud de mantenimiento en el tiempo de espera prefijado y bajo las condiciones planeadas, llevándolo hasta el mínimo; y por otro lado, ejecutar las acciones con la máxima calidad que maximice la durabilidad del equipo y alargar el tiempo entre fallas (Durán, 2000).

**Confiabilidad del proceso:** el proceso determina el nivel de criticidad bajo el cual operan los componentes y equipos productivos, determinan el régimen operativo; por lo tanto, es importante que su operación se haga bajo los parámetros adecuados, que el personal operativo tenga la experiencia y la capacitación adecuada para que se haga según los procedimientos basados en las mejores prácticas.

Al realizar un análisis causa efecto de los factores incidentes en el éxito del mantenimiento es fácilmente detectable que la raíz de los mismos se inicia en la gestión de los esfuerzos. El uso apropiado de las herramientas, áreas del conocimiento y metodologías de gerencia permitirán el logro de los objetivos que en su máxima expresión se deben hacer con eficiencia, efectividad y eficacia; combinando el triángulo costo, tiempo y calidad.

La integración de una estrategia que permita por un lado planificar, ejecutar y controlar las actividades, y por el otro lado a lo largo de estas fases manejar el

alcance, costo, tiempo, calidad, recursos humanos, aprovisionamiento, comunicación interna y externa, riesgo, protocolo de entrega y recibimiento de los activos a intervenir, será determinante para una gestión enfocada a la excelencia (Taubman, 1998).

Otro objetivo específico del estudio es establecer los componentes de un sistema de gestión de mantenimiento. Una de las características más relevantes de las actividades industriales en la actualidad, es el grado de dependencia que los negocios tienen de los activos físicos y los sistemas automatizados. Este fenómeno aplica a todo el sector industrial; la manufactura, las telecomunicaciones, almacenamiento, servicios públicos y transporte masivo, entre otros. Aparte de llevar a mejoras masivas en productividad y continuidad de producción, el crecimiento de la mecanización y automatización tiene tres grandes implicaciones.

- La inversión de capital en una empresa en la adquisición de activos es, por lo general, la más costosa. Por otro lado, la manera de medir el desempeño o retorno de la inversión es midiendo como se recuperan las inversiones en los activos físicos. En organizaciones que operan bajo la subcontratación, los costos de servicio representan una parte importante de los gastos totales del negocio, y en las que suministran equipos bajo esta modalidad gran parte de sus ganancias provienen de este servicio.
- El mantenimiento de los activos es extremadamente costoso, al extremo que en algunas industrias representa la segunda o tercera categoría de los costos de operación. Como resultado, el mantenimiento ha subido de categoría desde ser considerado como un misceláneo, hasta el tope de control de gastos.
- La capacidad que deben tener los negocios altamente automatizados para satisfacer las necesidades de los clientes, depende en gran medida de que los activos físicos hagan lo que sus usuarios desean, desde el momento que son puestos en servicio hasta que dure su vida tecnológica útil.

Cuando se habla de la definición de mantenimiento es necesario tomar en cuenta que, bajo esta perspectiva, se incluyen los siguientes marcos referenciales (descritos anteriormente) como fronteras de responsabilidades de la función.

- Preservar las funciones de los activos físicos y las expectativas de rendimiento no es solo para cubrir la definición de salida de producto (output), sino también calidad del producto, satisfacción del cliente, economía, eficiencia de operación, control, confort o comodidad, protección, integridad estructural, cumplimiento de las normas de seguridad y medio ambiente y hasta la apariencia del activo.
- Esta visión considera que la mayoría de las fallas no ocurren en la medida que el equipo envejece, sino que obedecen a las probabilidades condicionales de falla opuestas a la edad de operación para una variedad de modos de falla las cuales afectan elementos eléctricos, mecánicos y estructurales.
- La proactividad se refiere a evitar, eliminar o minimizar las consecuencias de las fallas enfocando la atención a tareas de mantenimiento que producen el mayor efecto en el desempeño de la organización, y reduce la energía y el esfuerzo de aquellas que tienen poco o ningún efecto. Esto ayuda a asegurar que el gasto en mantenimiento se ejecute donde causa mayor efecto.
- Los programas genéricos aplican a equipos que tienen el mismo contexto operativo, funciones y estándares de desempeño, por lo que es imprescindible asegurar que el contexto operacional, las funciones y sus estándares de desempeño deseados sean virtualmente idénticos antes de aplicar una política de mantenimiento diseñada a otro activo; es decir, son realidades únicas y particulares.
- Para lograr un alto nivel de desempeño, hay que tener presente que las decisiones del mantenimiento casi siempre deben ser tomadas en base a una adecuada información general y en particular de las frecuencias de falla.
- La práctica proactiva hace posible variar la probabilidad de falla de una función protegida y especialmente la disponibilidad del dispositivo de protección, considerando que éste también puede fallar, de manera que los

riesgos asociados con los sistemas protegidos siempre requieran ser manejados adoptando políticas de operación y mantenimiento adecuadas.

- La frecuencia de las tareas predictivas se debe basar en el desarrollo de la falla (tiempo que tarda en fallar o intervalo de falla). Este intervalo gobierna la frecuencia con la cual se debe efectuar la tarea y también la frecuencia de verificación la cual debe ser menor al de tareas para detectar fallas potenciales antes de que se conviertan en funcionales.
- Los actores principales más cercanos a los activos, operadores y mantenedores, deben formular las políticas de mantenimiento y la gerencia debe suministrar las herramientas que conduzcan a tomar las decisiones más adecuadas. De esta manera se logra la validez técnica gerencial y sentido de pertenencia en los involucrados, además del desarrollo de estrategias acorde con la operación y la cultura organizacional.
- Un programa de mantenimiento exitoso en su desempeño solo puede ser desarrollado por los mantenedores y usuarios de los activos trabajando juntos. Los fabricantes del equipo juegan un papel limitado en el desarrollo de los programas, pero es sin duda importante. El desarrollo de la cadena de valor y la aplicación de la ingeniería de mantenimiento busca que los mantenedores y usuarios participen en el diseño de los equipos junto con los fabricantes para mejorar la mantenibilidad y confiabilidad intrínseca de los mismos.

Acorde con las definiciones conceptuales de mantenimiento conocidas y a objeto de esta investigación, se hace necesario separarlas en dos aspectos; en el marco gerencial (estratégico) y en el marco técnico o de aplicación (operativo).

**Marco gerencial (estratégico):** cuando se habla de mantenimiento en este ámbito se refiere a la gestión de las acciones de mantenimiento con el fin de asegurar la operatividad máxima de los activos productivos de una empresa con costos adecuados, conservando la seguridad y la salud de la gente, del medio ambiente y cumpliendo con las regulaciones legales existentes; pero además contribuyendo al mejoramiento de la competitividad mediante el desarrollo y aplicación de tecnologías para la mejora continua de los procesos (Blanco, 2002). A

este nivel, se planifica, organiza, dirigen y controlan todos los esfuerzos y recursos estratégicamente. Es el domo que cubre las acciones que buscan asegurar el éxito en el desempeño de la función. Es la aplicación sistemática de herramientas y conocimientos para asegurar que los activos funcionen bajo ciertos parámetros de operación en forma eficiente, confiable, segura y con calidad. Es un proceso proactivo y continuo con objetivos definidos y con actividades que se controlan en tiempo, costo y calidad.

**Marco técnico o de aplicación (operativo):** se refiere al esfuerzo específico que se ejecuta para restaurar la operatividad de un activo, para detectar una condición, para prevenir o predecir una falla. Bajo este esquema, las actividades se caracterizan por tener un inicio y un fin, regidos por los parámetros de costo y calidad (Blanco, 2002). La estabilidad de las organizaciones se reduce cada vez más y pasan a primer orden las situaciones de cambio, lo que exige nuevas estrategias de gestión orientadas hacia la competitividad basada en criterios que representan una guía para la elaboración de políticas clave para el logro de la misión de la empresa (Cáceres, 2011). Estas líneas básicas son:

- Flexibilidad y confiabilidad en los sistemas.
- Orientación sistemática a la reducción de costos.
- Orientación al cliente.
- Agresividad en la introducción sistemática de las innovaciones, cambios tecnológicos y aplicación de mejores prácticas.

La gestión se caracteriza por una visión más amplia de las posibilidades reales de una organización para resolver una determinada situación o arribar a un fin determinado. Puede asumirse como la disposición y organización de los recursos y esfuerzos para obtener los resultados esperados.

El mantenimiento es una actividad que consume una gran cantidad de recursos y esfuerzos que impactan los costos, pero más que eso, impacta en forma decisiva la competitividad del negocio. Los modelos de gestión de mantenimiento actuales se enfocan en minimizar el impacto de las fallas y al uso de herramientas que



permitan determinar el curso de acción a seguir partiendo de elementos que se consideran como el origen de eventos principales con consecuencias o que inciden determinantemente en el éxito de la gestión. Estos son el costo, riesgo, confiabilidad, productividad, entre otros. Hacen énfasis en la aplicación de las acciones de mantenimiento apropiadas (correctivo, preventivo y predictivo) a los equipos adecuados en el momento indicado, de modo tal que se logre la disponibilidad y eficacia requerida para la producción; sin embargo, para gestionar los esfuerzos y recursos se hace uso de herramientas gerenciales desarrolladas universalmente.

Los esfuerzos de mantenimiento se llevan a cabo dentro de ciertos parámetros como el tiempo, costo y la calidad que definen el éxito. El tiempo es un elemento crítico ya que el intervalo de parada produce pérdidas de producción y genera costos ocultos. La calidad asegura la confiabilidad e integridad de los activos aumentando el tiempo entre fallas; y la seguridad de las operaciones maximiza la producción y disminuye los costos ocultos. El costo directo e indirecto del mantenimiento impacta la rentabilidad de la empresa, y esta a su vez, impacta la satisfacción del cliente y a los accionistas (LeanSis Productividad, 2014).

El objetivo de la gestión del mantenimiento no solo es asegurar la realización de la actividad dentro de los parámetros de éxito del proyecto, también que este esfuerzo forme parte de una cadena productiva. Su éxito se mide en el desempeño que tienen los activos intervenidos. La gestión del mantenimiento no se limita a la realización del esfuerzo en las fases de planificación, ejecución, control y entrega como proyecto, sino que va más allá. Su misión es garantizar la disponibilidad y eficacia óptima de los activos dentro de estándares de seguridad e indicadores de clase mundial (Lindley, 2001). Esta misión obliga a desarrollar las actividades con calidad.

La gerencia de mantenimiento se puede considerar como la aplicación de conocimientos y técnicas gerenciales para gestionar programas múltiples y proyectos simultáneamente de manera continua, velando por que éstos operen a niveles que satisfagan los requerimientos de los clientes en el ámbito del negocio

y para el mejoramiento de la competitividad (Rojas, 2014). Las actividades proactivas dependen de estudios o enfoques que determinan cuándo aplicarlo, dónde aplicarlo y qué hacer. La planificación se lleva a cabo desde el estudio inicial de las condiciones operacionales, criticidad, costos y riesgo mediante el uso de datos históricos, herramientas estadísticas y análisis de expertos para determinar el momento y los intervalos de ejecución.

Cada aplicación de mantenimiento es única ya que cada equipo opera en situaciones particulares, con fluidos particulares, en ambientes particulares, con fuentes de suministro de energía particular, entre otras cosas. En una acción correctiva o proactiva de mantenimiento sobre un mismo equipo es única e irrepetible, ya que las condiciones de éste varían progresivamente con el tiempo y la operación y no retornan jamás a un estado anterior.

La aplicación del sistema de gestión de mantenimiento, permitirá gestionar todos los recursos requeridos para llevar a un buen término la aplicación del mantenimiento tomando en cuenta que el resultado de las acciones que se ejecuten, tienen un comienzo y un fin, y mientras más corto sea este intervalo es mejor. Aun el nivel elemental del mantenimiento conformado por actividades simples de rutina, debe ser planificada y ejecutada en tiempo preciso y solo cuando su aplicación arroje una relación en costo beneficio positiva.

### **2.7.1. Calidad en el servicio**

La calidad es un afán que ha preocupado siempre a la humanidad, el hombre en su esencia siempre ha buscado mejorar su entorno. La calidad, perfección y la mejora son los ideales que han existido en todas las culturas a lo largo de la historia.

La calidad en el servicio se entiende como la satisfacción total de las necesidades del cliente mediante la realización de actividades esencialmente intangibles con un valor agregado y el cumplimiento de los requisitos adecuados al producto (Ishikawa, 1999), o en este caso particular, en el servicio; así las empresas deben fabricar productos que los clientes desean y que las empresas deben proporcionar servicios con los que se sienta satisfecho el cliente.



Para comprender la calidad de los servicios es necesario considerar 3 factores básicos: cliente, servicio y proceso (Deming, 1989). Los clientes: son todas las personas que se benefician de los procesos, servicios y productos de la empresa. Al hacer esta distinción, la filosofía de la calidad en el servicio confiere a todos los trabajadores de la empresa una mayor responsabilidad y compromiso para realizar a la perfección su labor y prestar un servicio que satisfaga las necesidades del cliente. En este trabajo de investigación se refiere a los usuarios del servicio de transporte.

El servicio se entiende como un conjunto de actividades que satisfacen las necesidades del cliente; aquellas actividades intangibles derivadas de las actitudes y de la capacidad interpersonal del prestador del servicio que se deben satisfacer no solo las necesidades, sino también los deseos y expectativas, la distinción que se hace entre una empresa de servicios y de productos es la falta de un producto físico. El proceso es un encadenamiento de actividades que tiene por objeto la atención de un resultado final definido, realizado por un conjunto organizado de recursos (humanos, metodológicos, materiales y máquinas).

La calidad en el servicio es una cultura, una forma de ser, de vivir y de actuar. La calidad existe cuando los miembros de la institución poseen, comparten y ejercen una serie de valores cuyo último fin es la satisfacción de las necesidades del cliente (Ishikawa, 1999). Lograr una cultura de calidad en el servicio requiere que en cada persona que integra la organización, se dé un cambio y el desarrollo de una serie de valores y actitudes.

## **2.8. Filosofías de calidad**

El enfoque estratégico de la gestión del mantenimiento le da una connotación filosófica que permite desarrollar una cultura organizacional de competitividad desde el ámbito operacional y de los procesos, por lo que desarrolla sus políticas, misión y visión enmarcadas dentro del ámbito del negocio, con orientación al cliente y con la participación de todos los miembros de la organización, dando el rol especial a la alta gerencia, considerando el liderazgo como elemento clave del éxito (Baca, 2011). Estos principios que sirven de base, son compatibles en su totalidad con los

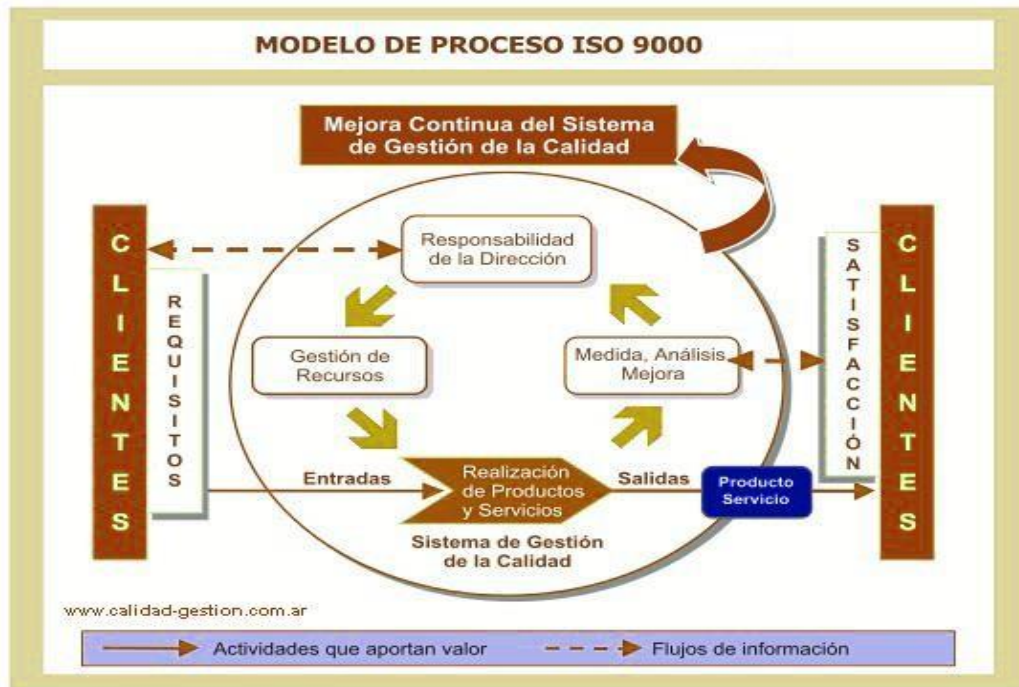
principios básicos de los sistemas de gestión de calidad según la norma ISO 9000 que se describen a continuación (Norma ISO 9000, 2005):

- a) **Enfoque al cliente:** Las organizaciones dependen de sus clientes y por lo tanto deberían comprender las necesidades actuales y futuras de los clientes, satisfacer los requisitos de los clientes y esforzarse en exceder las expectativas de los clientes.
- b) **Liderazgo:** Los líderes establecen la unidad de propósito y la orientación de la organización. Ellos deben crear y mantener un ambiente interno, en el cual el personal pueda llegar a involucrarse totalmente en el logro de los objetivos de la organización.
- c) **Participación del personal:** El personal, a todos los niveles, es la esencia de una organización, y su total compromiso posibilita que sus habilidades sean usadas para el beneficio de la organización.
- d) **Enfoque basado en procesos:** Un resultado deseado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso.
- e) **Enfoque de sistema para la gestión:** Identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema, contribuye a la eficacia y eficiencia de una organización en el logro de sus objetivos.
- f) **Mejora continua:** La mejora continua del desempeño global de la organización debería ser un objetivo permanente de ésta.
- g) **Enfoque basado en hechos para la toma de decisión:** Las decisiones eficaces se basan en el análisis de los datos y la información.
- h) **Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor:** Una organización y sus proveedores son interdependientes, y una relación mutuamente beneficiosa aumenta la capacidad de ambos para crear valor.

Los principios universales de la gerencia estratégica de clase mundial es la mejora continua. La visión actual del mantenimiento se enfoca al negocio subordinando todas sus acciones en función de sus procesos, la competitividad y rentabilidad de este, por lo que busca hacer un uso apropiado de los desarrollos tecnológicos,

herramientas, conocimientos y metodologías que potencialicen la gestión en función del logro eficiente de los objetivos. En la siguiente figura se muestra el ciclo de mejora con enfoque de procesos.

Figura 13. Enfoque basado en procesos



Fuente: (Norma ISO 9000, 2005)

En todas las actividades en las que requiere planificación, ejecución y control, la mejora continua es parte inminente del progreso y evita sucumbir la gestión ante la obsolescencia y la ineficiencia.

### 2.8.1. Mejora continua

Figura 14. Ciclo de mejora continúa



Fuente: (Calidad y gestión, 2012)

La mejora continua se ha convertido en una necesidad de las empresas, y en particular del mantenimiento por su impacto en la competitividad; su gestión se enfoca al negocio y se apoya en metodologías o herramientas de mejoramiento de actuación como el just in time, kaizen, cinco S, seis sigma, entre otros; a fin de mejorar la calidad, el máximo aprovechamiento de los recursos y agregar el máximo valor (Velasco, 2005).

### 2.8.2. Just in time

El justo a tiempo (JIT) es un sistema que tiende a producir justo lo que se requiere, cuando se necesita, con excelente calidad y sin desperdiciar recursos del sistema (Toyota, 2015). Tiene cuatro objetivos fundamentales que son:

- 1) Poner en evidencia los problemas fundamentales.
- 2) Eliminar los despilfarros o desperdicios.
- 3) Buscar la simplicidad.
- 4) Diseñar sistemas para la identificación de problemas.

En el caso del mantenimiento, esto se logra reduciendo a su mínima expresión el nivel de inventario de repuestos y refacciones, tiempos de preparación y cambio de herramientas, los tiempos de reparación de fallas, mejorando la soportabilidad para

disminuir los tiempos de espera para reparación y aumentando la confiabilidad para alargar los tiempos entre fallas.

### **2.8.3. Kaizen**

Es una metodología de mejora continua que abarca toda la organización orientada al proceso, ya que los procesos deben ser mejorados antes de que se obtengan resultados deseados, es aplicable a la gestión del mantenimiento en su totalidad (Maynard, 2006). Es una filosofía completa, pero que en resumen se fundamenta en diez principios:

1. El desperdicio es el enemigo número 1; para eliminarlo es preciso ensuciarse las manos.
2. Las mejoras graduales hechas continuamente no son una ruptura puntual.
3. Todo el mundo tiene que estar involucrado, ya sea por parte de la alta gerencia, de los cuadros intermedios o del personal de base; no es elitista.
4. Se apoya en una estrategia barata, cree en el aumento de la productividad sin inversiones significativas, no destina sumas fuertes en tecnología y consultores.
5. Se aplica en cualquier lado, no sirve solo para los japoneses.
6. Se apoya en una gestión visual, en una total transparencia de los procesos, procedimientos, y valores, hace que los problemas y los desperdicios sean visibles a los ojos de todos.
7. Centra la atención en el lugar donde realmente se crea valor.
8. Se orienta hacia los procesos.
9. Da prioridad a las personas; cree que el esfuerzo principal de mejorar debe venir de una nueva mentalidad y estilo de trabajo de las personas (orientación persona para la calidad, trabajo en equipo, cultivo de la sabiduría, elevación de la moral, auto disciplina, círculos de calidad, entre otros).
10. El lema esencial del aprendizaje organizacional es aprender haciendo.



#### 2.8.4. Las cinco “S”

Es una herramienta clave para el mantenimiento y se basa en el mejoramiento y fortalecimiento de la moral del equipo de trabajo por ser una metodología lógica – práctica que permite el mantenimiento de los sitios de trabajo, materiales, máquinas y herramientas limpios y en orden para el trabajo productivo (Maynard, 2006). Son las siguientes:

1. **Seiri (sort – separar):** separar todo lo innecesario y eliminarlo; Clear out (limpiar): determinar que es necesario e innecesario y deshacerse de esto último.
2. **Seiton (straighten – ordenar):** poner en orden los elementos esenciales de manera que se tenga fácil acceso a éstos; Configure (configurar): suministrar un lugar conveniente, seguro y ordenado a cada cosa y mantener cada cosa ahí.
3. **Seiso (scrub – limpiar):** mantener limpias las máquinas y los ambientes de trabajo; Clean and check (limpiar y verificar): monitorear y restaurar la condición de las áreas de trabajo durante la limpieza.
4. **Selketsu (systematize – sistematizar):** extender hacia uno mismo el concepto de limpieza y practicar continuamente los tres pasos anteriores; Conform (ajustar): fijar el estándar, entrenar y mantener.
5. **Shitsuke (standarize – estandarizar):** construir autodisciplina y formar el hábito de comprometerse en las cinco S mediante el establecimiento de estándares; Custom and practice (costumbre y práctica): desarrollar el hábito de mantenimiento de rutinas y esforzarse por un nuevo mejoramiento.

#### 2.8.5. Six sigma

Seis sigma es una filosofía de trabajo y una estrategia de negocios, la cual se basa en el enfoque hacia el cliente con un manejo eficiente de los datos, metodologías y diseños robustos que permiten eliminar la variabilidad en los procesos y alcanzar un nivel de efectos menor o igual a 3.4 defectos por millón. Adicionalmente, otros efectos obtenidos son: reducción de los tiempos de ciclo, reducción de los costos, alta satisfacción del cliente y efectos positivos en el

desempeño financiero de la organización (Six sigma, 2014). Se fundamenta en los siguientes seis principios:

- 1. Enfoque genuino en el cliente:** el enfoque principal es dar prioridad al cliente. Las mejoras Seis sigma se evalúan por el incremento en los niveles de sensación y creación de valor para el cliente.
- 2. Dirección basada en datos y hechos:** el proceso Seis sigma se inicia estableciendo cuales son las medidas claves a medir, pasando luego a la recolección de los datos para su posterior análisis de manera que los problemas pueden ser definidos, analizados y resueltos de una forma más efectiva y permanente, atacando las causas raíz que los originan, y no sus síntomas.
- 3. Los procesos están en donde está la acción:** Seis sigma se concentra en los procesos, dominados éstos, se lograrán importantes ventajas competitivas para la empresa.
- 4. Dirección proactiva:** significa adoptar hábitos como definir metas ambiciosas y revisarlas frecuentemente, fijar prioridades claras, enfocarse en la prevención de problemas y cuestionarse por qué se hacen las cosas en la manera que se hacen.
- 5. Colaboración sin barreras:** debe ponerse especial atención en derribar las barreras que impiden el trabajo en equipo entre los miembros de la organización para la comunicación y un mejor flujo en las labores.
- 6. Buscar la perfección:** las empresas que aplican Seis sigma tienen como meta lograr una calidad cada día más perfecta, estando dispuestas a aceptar y manejar reveses ocasionales.

Existen varias barreras que se interponen en el desarrollo del proceso de mejoramiento continuo, generados en el interior de las personas y en las organizaciones. Estos son algunos:

- La propia educación que les ha impuesto a las personas la cultura de no cuestionar paradigma alguno y detenernos en la búsqueda de una mejor solución al encontrar la primera respuesta correcta.



- La falta de exigencia de un aprendizaje continuo y permanente. La mayoría de las personas huye a todo lo que tenga que ver con libros, capacitación y evaluaciones.
- La necesidad de compromiso, persistencia y disciplina que la mejora continua requiere, conceptos que no se encuentran muy arraigados en muchas personas.
- El miedo y la resistencia al cambio, la cual ciega a las personas y a las organizaciones impidiéndoles darse cuenta que lo que ayer les funcionó, hoy les puede impedir el desarrollo y la competitividad en este mundo que avanza más rápido cada día.

## **2.9. Herramientas de calidad**

La gestión del mantenimiento hace uso de otras herramientas técnicas modernas para estudios que permitan caracterizar y predecir los modos de falla y por ende disminuir su impacto mediante la aplicación de métodos eficaces que aumentan la calidad, disponibilidad y eficiencia; la razón por la cual existe el mantenimiento. Entre esas herramientas se tienen:

### **2.9.1. Análisis FODA**

El propósito del análisis FODA es identificar las estrategias para explotar las oportunidades externas, contrarrestar las amenazas, desarrollar y proteger las fortalezas de la empresa y erradicar las debilidades. Tiene como objetivo crear, afirmar o afinar el modelo de negocio específico de una empresa que mejor alinee, ajuste o combine sus recursos y capacidades con las demandas del entorno en el que opera (Hill & Jones, 2011). La finalidad del análisis externo es identificar las oportunidades estratégicas y amenazas en el entorno operativo de la organización que afectarán la manera en que lograrán su misión. Se deben examinar 3 entornos interrelacionados cuando se emprenda un análisis externo: el entorno de la industria en el que la empresa opera, el entorno nacional y el entorno socioeconómico o macroeconómico. El análisis interno se enfoca en analizar los recursos, las capacidades y las competencias de una empresa.

### 2.9.2. Diagrama de Ishikawa

También se le conoce como espina de pescado o de causa y efecto; es la técnica de análisis de causa y efectos para la solución de problemas, relaciona un efecto con las posibles causas que lo provocan. Se utiliza para cuando se necesite encontrar las causas raíz de un problema. Simplifica enormemente el análisis y mejora la solución de cada problema, ayuda a visualizarlos mejor y a hacerlos más entendibles, agrupa los aspectos que intervienen en el problema o situación a analizar y las causas que contribuyen en los mismos (Maynard, 2006).

### 2.9.3. Análisis de modos y efectos de falla (AMEF)

Es un método que permite determinar los modos de falla de los componentes de un sistema, el impacto y la frecuencia con que se presentan. De esta forma se pueden clasificar las fallas por orden de importancia, permite direccionar las acciones de mantenimiento en aquellas áreas que están generando un mayor impacto en la productividad (Ford Motor Company, 2008). Su procedimiento como tal, implica las siguientes actividades:

1. Definir claramente el sistema a ser evaluado, las relaciones funcionales entre los componentes del sistema y el nivel de análisis que debe ser realizado.
2. **El análisis de los modos de fracaso:** consiste en definir todos los modos de falla potenciales a ser evaluados en el nivel más bajo. Por ejemplo; la pérdida del rendimiento, funcionamiento intermitente, etc.
3. **Análisis de los efectos de fallas:** define el efecto de cada modo de falla en la función inmediata, los niveles más altos de riesgos en el sistema y la función objetivo a ser realizada.
4. **La rectificación (TPM):** determina la acción inmediata que debe ejecutar el operador para limitar los efectos de las fallas o para restaurar la capacidad operacional inmediatamente, además de las acciones de mantenimiento requeridas para rectificar la falla.
5. **Determinación del porcentaje de fallas:** si existe suficiente información, el porcentaje de falla o la probabilidad de cada falla deben ser definidas.

De esta manera puede cuantificarse la proporción de fracaso total o la probabilidad de falla asociada con un efecto de un modo de falla.

6. **Análisis crítico:** nos permite determinar una medida que combina la severidad o impacto de la falla con la probabilidad de que ocurra. Este análisis puede ser cualitativo o cuantitativo.
7. **Acción correctiva:** define cambios en el diseño operando procedimientos o planes de prueba que reducen las probabilidades críticas de fallas.

#### **2.9.4. Diagrama de Pareto**

Es un gráfico de barras verticales ordenadas de mayor a menor importancia, estas barras representan datos específicos correspondientes a un problema determinado, la barra más alta está del lado izquierdo y la más pequeña se encuentra hacia la derecha. Ayuda a dirigir mayor atención y esfuerzo a problemas realmente importantes, o bien, determina las principales causas que contribuyen a un problema determinado y así convertir las cosas difíciles en sencillas (Maynard, 2006). Este principio es aplicable en cualquier campo, en la investigación y eliminación de causas de un problema.

#### **2.9.5. Diagrama de árbol**

Es una herramienta cuya forma asemeja a la del organigrama funcional de una empresa, se emplea para ordenar de forma gráfica las distintas actuaciones que se deben llevar a cabo para solucionar el problema o situación de análisis (Maynard, 2006).

## CAPÍTULO III DIAGNÓSTICO PLANTA LOGÍSTICA

### 3.1. Descripción general de la empresa

YPFB LOGISTICA S.A. es una empresa de la Corporación YPFB. Es una empresa boliviana cuya principal función es el Transporte y Almacenaje de Hidrocarburos Líquidos (Diesel Oil, Kerosene, Jet Fuel, Gasolina Especial y GLP) en todo el territorio Nacional.

Contamos con una red de Poliductos distribuidos en toda Bolivia que permiten transportar los Hidrocarburos a solicitud de nuestros Clientes hasta las diferentes plantas de Almacenaje desde donde luego son despachados hacia las distintas Estaciones de Servicio llegando finalmente hasta el público consumidor.

Nuestros Clientes están satisfechos con nuestros servicios puesto que operamos con responsabilidad, seguridad y puntualidad, cuidando en todo momento la cantidad y calidad de los hidrocarburos que son entregados a nuestra custodia para su transporte y almacenaje.

YPFB Logística S.A. se constituye como empresa jurídica el 03 de marzo de 2011 mediante testimonio 335/2011 en aplicación de los Decretos Supremos 29542 y 29554 de 1 y 8 de mayo de 2008 y del Decreto Supremo 28701 de Nacionalización de los Hidrocarburos “Héroes del Chaco” de 1 de mayo de 2006, mediante el cual Bolivia logra recuperar el derecho propietario sobre la totalidad de nuestros hidrocarburos en el territorio nacional, así como el control de todas las fases o etapas de la cadena de producción y comercialización de los hidrocarburos.

En el periodo 2000 – 2008 la empresa desarrollo sus actividades bajo el régimen de privatización mediante la Compañía Logística de Hidrocarburos de Bolivia S.A. – CLHB S.A.; sociedad conformada por Graña Montero S.A. de Perú y Oil Tanking GMBH. De Alemania. Los negocios asociados a este régimen fueron el de transporte por poliductos y el almacenaje de hidrocarburos líquidos.

A partir de enero 2017 el sistema de poliductos es transferido a YPFB Transportes S.A. a efecto de conformar la Empresa Única de Transportes - EUT conjuntamente las empresas YPFB Transierra S.A. y Gas Trans Boliviano – GTB, en el marco de directrices corporativas. Por tanto, a partir de esta gestión YPFB Logística S.A. es responsable de la administración y operación del sistema de almacenaje, recepción y despacho de combustibles líquidos mediante 16 plantas de almacenaje.

El patrimonio de YPFB Logística S.A. hasta el 2016 estuvo constituido por 1650 Km de poliductos, 20 estaciones de poliductos y 16 plantas de almacenaje en operación los cuales fueron construidos por YPFB en distintos periodos desde el 1950 al 1980.

Actualmente se constituye en empresa subsidiaria de YPFB encontrándose en etapa de transición a YPFB – Casa Matriz como Unidad Productiva en conformidad a la Ley 466 de Empresas Públicas.

YPFB LOGÍSTICA S.A. parte de la Corporación YPFB, considera que su recurso más importante es el HUMANO, por ello capacita continuamente a su personal con cursos destinados a desarrollar y fortalecer las aptitudes de cada uno de los trabajadores, incentivando en ellos los valores de Integridad, Seguridad, Excelencia, Pro Actividad, Trabajo en Equipo, Compromiso, Responsabilidad, Diversidad e Inclusión.

Creemos firmemente que un personal motivado y comprometido contribuye al éxito empresarial y garantiza una operación efectiva y segura.

Nuestra filosofía es la Mejora Continua no sólo en el ámbito de las operaciones sino también en el ámbito laboral, por ello el Departamento de Recursos Humanos se preocupa de promover un ambiente de trabajo estable, motivador y retador.

YPFB LOGÍSTICA S.A. a la fecha cuenta con un equipo de profesionales y técnicos procedente de las diferentes regiones del país que trabajan en forma eficiente y responsable contribuyendo al engrandecimiento del país.

### 3.1.1. Misión

Almacenar combustibles en territorio nacional para atender las necesidades de los clientes de manera segura, oportuna y con responsabilidad socioambiental.

### 3.1.2. Visión

Ser una empresa innovadora, reconocida por su modelo de gestión y capacidad de respuesta de acuerdo a las necesidades de los clientes.

### 3.1.3. Estructura orgánica general

Figura 15. Estructura orgánica general de YPFB Logística S.A.



Fuente: YPFB logística



## Estructura orgánica específica

Figura 16. Estructura orgánica específica



Fuente: YPFB logística

### 3.1.4. Estructura orgánica general

Figura 17. Organigrama de la cuadrilla de mantenimiento



Fuente: YPFB logística

### 3.1.5. Descripción de la cuadrilla de mantenimiento

Las cuadrillas de mantenimiento son las encargadas de formular, planificar y ejecutar las labores de mantenimiento de las subestaciones de rectificación de



todas las líneas de tuberías y tanques de almacenamiento, pero se describe específicamente la cuadrilla donde labora actualmente el autor. Tiene como permanencia de la planta de almacenaje de combustibles líquidos YPFB Senkata. Existen laborando 3 cuadrillas al día, en 2 turnos, dando una cantidad de más de 15 trabajadores operativos de mantenimiento.

El mantenimiento se establece por prioridades, a su vez, son determinadas según la cantidad de horas en operación y energización de las líneas. Esto significa que se tiene un determinado tiempo para la formulación y planificación de un mantenimiento. Posterior a la planificación, se lleva a cabo la ejecución del mantenimiento, fase en la cual se realizan todas las actividades previstas en la organización de los trabajos preventivos. Se puede establecer como la fase crítica del mantenimiento mayor, debido a que está sujeta a una gran cantidad de posibles inconvenientes controlables e incontrolables (caudales, presiones) que pueden surgir durante el desarrollo de las actividades, por lo tanto, es la fase que debe presentar mayor supervisión.

### **3.2. Diagnóstico de la empresa**

Para corroborar los niveles de aplicación de la gestión del mantenimiento y sus técnicas en el ámbito industrial, se evalúan los parámetros inherentes. La muestra seleccionada como referencia que contempla la realización del diagnóstico de la cuadrilla de mantenimiento del área de carga y descarga de hidrocarburos líquidos, teniendo en cuenta que es la zona de mayor riesgo, en la cual el mantenimiento es una actividad primaria de la cadena de valor.

Al revisar y analizar la gestión llevada a cabo en las cuadrillas de mantenimiento en función de la misión y la visión de la organización, durante el periodo del 2016 a la fecha; se han observado deficiencias en la presentación de la información a la gerencia y la falta de control durante el desarrollo de los procesos de planificación y ejecución de los servicios de mantenimiento. Por tal motivo, se hace necesaria la aplicación de un modelo de gestión que contribuya con la toma de decisiones en tiempo real y de esta manera mejorar la productividad, eficiencia y calidad en el desempeño de las actividades relacionadas con los servicios de mantenimiento.

Actualmente, las cuadrillas de mantenimiento cuentan con registros y algunos indicadores que solo muestran datos resultantes de las actividades desarrolladas, y en algunos casos sin tener parámetros de comparación con un estándar definido para poder precisar las desviaciones y así diseñar estrategias que permitan cambiar la dirección y mejorar la gestión de los recursos.

**Ilustración 1. Área de carga y descarga de líquidos**



**Fuente: Recopilación propia YPFB Logística**

Los datos se obtuvieron de primera mano mediante una encuesta realizada al jefe de operaciones (Ing. Luis Alberto Vivado Iriarte) y también mediante la solicitud de registros históricos relacionados con las fallas operacionales de las líneas de Transporte de hidrocarburos.

Se consultó la información que se consideró pertinente y relevante para el estudio de acuerdo con los objetivos de la investigación, tomando en cuenta que es solo referencial, ya que los estudios de campo y documentales constatan la aplicación universal de las tecnologías, filosofías de gestión y organización del mantenimiento. En la Tabla a continuación, se muestran los datos obtenidos referentes a la organización y administración del mantenimiento.

**Tabla 3. Información sobre la aplicación del mantenimiento**

Concepto	% de aplicación
Misión de la empresa	Comercialización de líquidos
Importancia del mantenimiento	Actividad primaria
Ingreso total	100 %
Costo total de mantenimiento	Representa el 10.36 %
Perdidas por averías y fallas	Representa 3.08 %
Políticas de mantenimiento	50 %
Organización formal del mantenimiento	50 %
Comités de mantenimiento y análisis	50 %
Planes de capacitación	50 %
Sistema de gestión de mantenimiento	No existe
Sistema de gestión de calidad	30 %
Sistema de mejora continua	No existen
Mantenimiento con esfuerzo propio	50 %
Programas de mantenimiento	90 %
Integración de la cadena de valor/suministros	50%

**Fuente: Elaboración propia en base a datos de YPFB Logística**

La información de la tabla anterior muestra que la empresa presta un servicio de transporte de hidrocarburos líquidos y cuya actividad primaria para este estudio se encuentra el mantenimiento a las Instalaciones Fijas; el ingreso total anual para todo el Sistema de Transporte de hidrocarburos que pasan por YPFB logística por varios conceptos asciende a 15,536,126,474 millones de bolivianos; el costo de mantenimiento con la cantidad de 1,652,881,999 millones de bolivianos; el costo provocado por las averías y fallas que repercuten directamente en la interrupción de la línea de envío y por consiguiente del servicio de transporte que presta y que son originados únicamente en los equipos de las subestaciones de ductos y almacenaje (objeto de estudio), es 480,052,000 millones de bolivianos. No existe un grupo específico de personas que realicen comités de mantenimiento y análisis, sistemas de calidad, sistemas de mejora continua, hay poca capacitación. Las acciones de mantenimiento se realizan principalmente por la realización del programa de mantenimiento preventivo y no se le da la información al personal con respecto a

la relación que existe entre las actividades que realizan y cómo influye en la cadena de valor en el servicio. Toda esta información fue recabada del Programa Operativo Anual de YPFB Logística 2018.

El mantenimiento se lleva a cabo en la empresa con el objetivo de evitar paradas que afectan el servicio continuo de transporte o accidentes con impactos en las operaciones con daños a la propiedad, al personal, al medio ambiente y los costos. Es la parte medular para los servicios de mantenimiento y aunque no tenga un sistema formal o un modelo de gestión del mantenimiento implementado, las actividades se ejecutan haciendo uso de técnicas y herramientas para mantener la continuidad operacional. En la Tabla a continuación se muestran los diferentes tipos y acciones de mantenimiento aplicados en la empresa.

**Tabla 4. Tipos y acciones de mantenimiento aplicados**

<b>Sistema de almacenaje y distribución</b>	
Tipos de equipos	Estáticos y dinámicos
Tipos de almacenamiento	Preventivo, correctivo, predictivo
Acciones de mantenimiento	Preventivo: 60 % Correctivo: 30 % Predictivo: 10 %
Análisis de falla	50 % de las ocasiones
Especialización del mantenimiento	Eléctrico, mecánico, instrumentación y control, obra civil
Tiempo de operación del mantenimiento	24 horas
Configuración	

**Fuente: Elaboración propia en base a datos de YPFB Logística**

Los equipos que se tienen a cargo en el área de estudio de la empresa son máquinas estáticas y máquinas que se encuentran en movimiento o tienen partes móviles; se ejecutan tres tipos de mantenimiento: el preventivo que se realiza en mayor frecuencia, el correctivo y el predictivo con menos frecuencia. En la mitad de las ocasiones que se origina alguna falla, se hace un análisis minucioso de la cusa raíz para saber qué es lo que está ocasionando el problema; en la otra mitad, el

personal únicamente restablece protecciones, o se encarga del problema de manera provisional. Se tiene registrado que las fallas son principalmente originadas en las redes de distribución, se deben a orígenes mecánicos de los aparatos o máquinas, errores en el equipo de medición e instrumentación. El tiempo que se le otorga a las acciones de mantenimiento como máximo es de 24 horas, repartiéndose 3 turnos de 8 horas, los 365 días del año.

Aunque no se tenga implementado un sistema de gestión de mantenimiento, es necesario llevar a cabo una organización del trabajo para ejecutar los planes y para lograr los objetivos operativos en función de la prestación del servicio. En la Tabla a continuación se muestran los datos recolectados en lo referente a la aplicación actual real de cada uno de los de los protocolos y programas de mantenimiento.

**Tabla 5. Información sobre el mantenimiento**

<b>Sistema de almacenaje y distribución</b>	
<b>Concepto</b>	<b>% de aplicación</b>
Procedimientos generales	60%
Procedimientos de autorización y responsabilidades	40%
Protocolos de recepción y entrega	60%
Programas de mantenimiento	95%
Acciones extraordinarias sin programar	20%
Manuales técnicos	90%
Fichas técnicas de mantenimiento	60%
Registros documentados de mantenimiento	Acciones: 85% Modificaciones: 5% Revisión: 5% Reemplazo: 5%
Definición de objetivos	50%
Indicadores de gestión	80%

**Fuente: Elaboración propia en base a datos de YPFB Logística**

Como se puede ver en la información de la tabla anterior, los porcentajes de cada uno de los conceptos representa la cantidad que se lleva a cabo con relación a los que existen en su totalidad. No existe documentación que avale la cantidad total de procedimientos, protocolos, fichas técnicas del equipo y maquinaria. El trabajo se



guía principalmente por los programas de mantenimiento y el registro de las acciones que el personal técnico realiza. Para medir el trabajo es necesario establecer otros indicadores para poder tomar decisiones y acciones a partir de ellos.

### **3.2.1. Análisis de datos**

Para realizar el análisis de los datos es preciso tomar en cuenta los tres aspectos más importantes pertinentes al mantenimiento que son: aplicabilidad y su gestión, técnicas y tipos de mantenimiento aplicado y los protocolos para su ejecución; es decir, los componentes del sistema. La información obtenida es un indicador general, por lo que su interpretación servirá para la elaboración de un plan de mantenimiento genérico basado en el diagnóstico actual.

El diseño del sistema se fundamenta en los elementos y acciones que realizan las cuadrillas de mantenimiento y estará dirigido a las empresas que aplican el mantenimiento independientemente del estado actual de implementación de algún modelo de gestión, lo principal en este caso no es el porcentaje de aplicación de un sistema, sino la relevancia que reviste el mantenimiento en la competitividad de la empresa.

### **3.2.2. Aspecto administrativo (gestión)**

En este ámbito se analiza la importancia del mantenimiento como actividad generadora de valor y de impulso de la competitividad de las empresas, así como la relevancia que reviste su gestión para la organización, es decir, el reconocimiento del mantenimiento como función trascendental y generadora de beneficios.

Los datos obtenidos indican que el mantenimiento tiene un alto nivel de importancia para las organizaciones y es reconocido por éstas como tal, por lo que establecen políticas, tienen organizaciones definidas y planes; sin embargo, no cuentan con modelos de gestión, ni de calidad, ni procesos de mejora continua, guiándose solo por la manera tradicional de hacer mantenimiento. En la Tabla a continuación se muestran a groso modo los porcentajes de cada uno de los parámetros evaluados, mostrando la importancia de la función de mantenimiento en la organización y la

poca aplicación de herramientas de gestión que conduzcan al mantenimiento con una metodología normada.

**Tabla 6. Parámetros de gestión de mantenimiento**

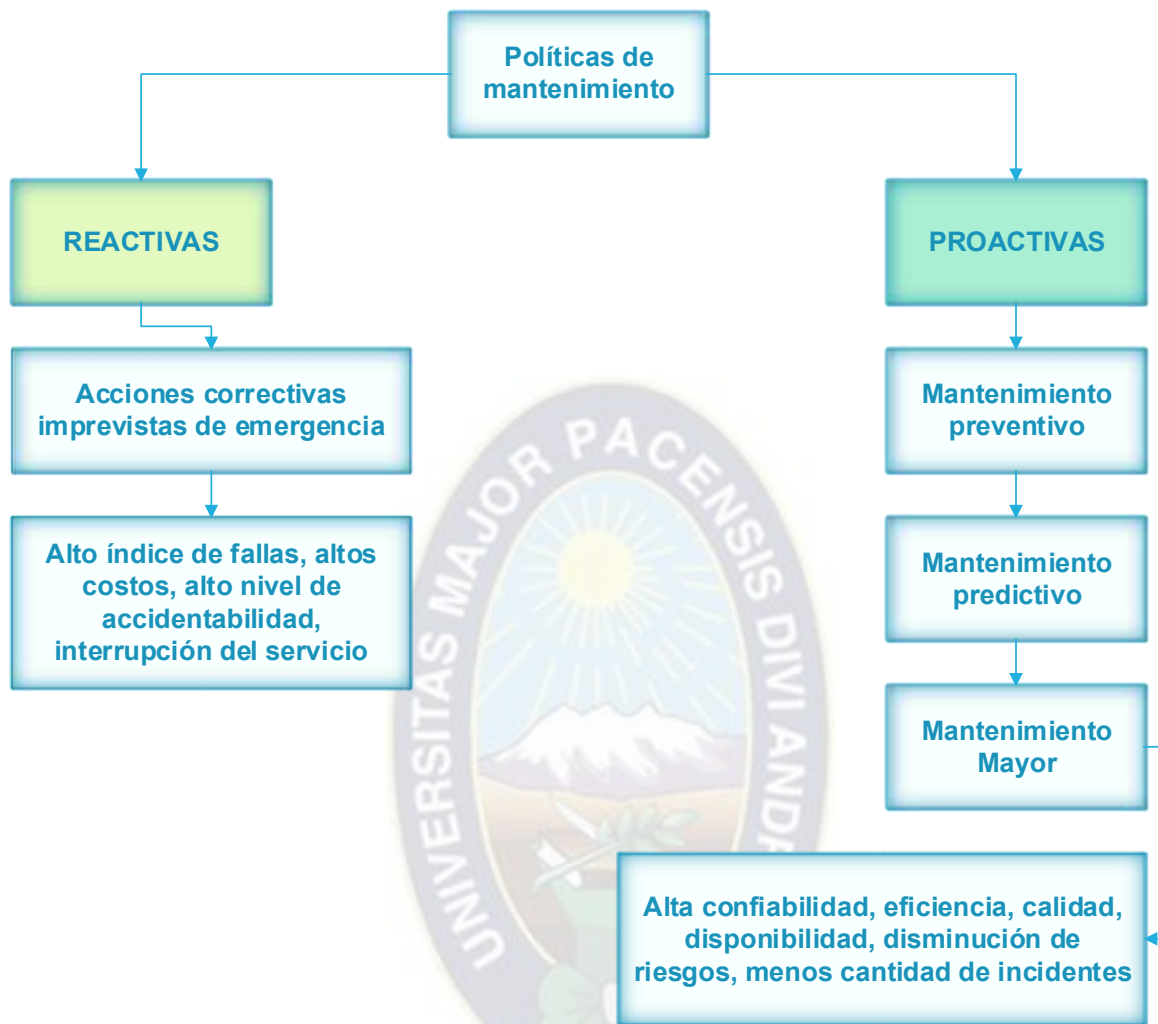
No.	Parámetro	% de aplicación actual
1	Importancia del mantenimiento.	100
2	Políticas orientadas al mantenimiento.	100
3	Impacto de los costos de producción.	20
4	Modelo de gestión.	30
5	Organización en el departamento.	80
6	Planes y programas de mantenimiento	90
7	Sistemas de mejora continua.	0
8	Sistemas de gestión de la calidad	0
9	Integración en cadenas de valor.	20
10	Planes de capacitación	50

**Fuente: Elaboración propia en base a datos de YPFB Logística**

Los datos obtenidos indican la factibilidad de desarrollar un modelo de gestión de mantenimiento de aplicación práctica orientado a la empresa, también es fácilmente detectable que la implementación de un plan requerirá un gran esfuerzo por parte de todas las personas involucradas. Los valores anteriores representan el porcentaje de aplicación actual real de cada uno de los conceptos. Se puede observar que no existe un sistema para mejorar la calidad ni de mejora continua, la capacitación es baja y en general, el personal no está consciente de que las actividades que realizan en su trabajo, están relacionadas directamente con la prestación y la calidad en el servicio. Podemos observar que las políticas de mantenimiento existen, sin embargo, están orientadas reactivamente. En la Figura a continuación se muestran las características de este tipo de enfoque que arrojan como resultado que las acciones sean más correctivas que proactivas.



Figura 18. Enfoque del mantenimiento



Fuente: Elaboración propia en base a datos de YPFB Logística

### 3.2.3. Aspecto técnico (operativo)

La evaluación del aspecto técnico indica la aplicabilidad y requerimiento de mantenimiento por ser equipos con alto porcentaje de utilización y mantenibilidad por las características de diseño, los tipos de mantenimiento que se ejecutan son preventivos y rutinarios en mayor medida.

Las acciones ejecutadas presentan alto nivel de mantenimiento correctivo, característico de las organizaciones carentes de un sistema de gestión, enfocados a la productividad; pero para los efectos de este estudio es suficiente saber que se

ejecutan las acciones según la política actual de la empresa y que es una necesidad de la misma para poder mantener el servicio que le proporciona a los usuarios.

El grado de especialización, operación y configuración indican que las organizaciones ejecutan el mantenimiento en todo el espectro; es decir, es una actividad indispensable asociada a mantener la continuidad operacional, resaltando que puede existir aplicabilidad de un sistema de gestión que facilite y mejore la conducción de los esfuerzos, para transformar el enfoque actual, migrando desde la perspectiva de reparar fallas a evitar fallas.

La Tabla a continuación muestra los datos sobre aspectos técnicos del mantenimiento detectados.

**Tabla 7. Aspectos técnicos del mantenimiento**

No.	Parámetro	% de aplicación real/programado
1	Aplicabilidad del mantenimiento.	100
2	Mantenimiento Preventivo.	60
3	Mantenimiento Correctivo.	30
4	Mantenimiento Predictivo	10
5	Acciones de mantenimiento.	80
6	Análisis de fallas.	50
7	Especialización del mantenimiento.	80
8	Operación del mantenimiento.	100

**Fuente: Elaboración propia en base a datos de YPFB Logística**

La información de la tabla anterior muestra los porcentajes en los que se aplican los distintos tipos de mantenimiento, se puede ver que el preventivo es el que se realiza en mayor medida y se basa en el programa de mantenimiento que la jefatura le proporciona a las cuadrillas de mantenimiento.

Se puede ver que el análisis de las fallas no se presenta en todas ellas y el personal técnico en ocasiones solo se limita a restablecer protecciones sin analizar de causa raíz las fallas para evitarlas en un futuro. También se puede ver que no todo el personal que labora en la cuadrilla de mantenimiento tiene educación formal académica que certifique los conocimientos y por lo tanto el perfil del puesto.

### 3.2.4. Aspecto protocolar

Se refiere a la serie de elementos que se usan para ejecutar todas las actividades que intervienen en el mantenimiento de manera armónica, fluida y dentro de ciertos parámetros que, aunque no se cuente con ningún sistema de gestión formal, la experiencia del personal en la realización de los trabajos induce a la utilización de algunas prácticas que aseguran la continuidad operacional y la seguridad del personal y de las instalaciones.

En la siguiente tabla se muestran los datos obtenidos donde se refleja la existencia de algunos procedimientos y sistemas para facilitar la trazabilidad y el manejo de la información.

**Tabla 8. Información sobre aplicación de protocolos de mantenimiento**

No.	Parámetro	% de aplicación Real/programado.
1	Procedimientos generales.	70
2	Procedimientos de autorización y responsabilidades.	50
3	Protocolos de recepción y entrega.	70
4	Registros documentados de mantenimiento.	85
5	Definición de objetivos.	50
6	Indicadores de gestión.	50

**Fuente: Elaboración propia en base a datos de YPFB Logística**

En la información de la tabla anterior se puede ver que no se cuenta con un sistema de gestión de mantenimiento, ni de gestión de la calidad y además las actividades se realizan según las prácticas y rutinas, sin embargo, hay aplicación de protocolos porque las operaciones así lo exigen, lo que significa que el mantenimiento se ejecuta en la práctica y que es una necesidad de la empresa.

Se podría decir que, en teoría, el porcentaje de aplicación real debería ser más elevado; es por esto que en este trabajo de investigación se propone la necesidad de implementar un sistema de gestión de mantenimiento usando las herramientas de los sistemas de gestión de la calidad, las tecnologías del mantenimiento y los procesos de mejora continua.

La implementación del sistema de gestión de mantenimiento no partiría de cero, solo requiere una gran determinación por parte de la gerencia y las personas con conocimiento y liderazgo para impulsar los cambios necesarios que conlleva a un proceso de mejora continua.

### **3.2.5. Matriz FODA**

A continuación, se muestra la aplicación de la matriz FODA que describe la situación actual general de las cuadrillas de mantenimiento, mediante la identificación de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas; y proponiendo a su vez acciones de mejora que se sugieren implementar de manera inmediata, tomando en cuenta los recursos financieros, humanos, administrativos, unidades de soporte, relación con los clientes internos y externos (usuarios).

Esto con la finalidad de visualizar del desempeño interior y el entorno exterior de las cuadrillas de mantenimiento para luego aplicar estrategias mediante la formación de un conjunto de pasos, acciones y vías que un sistema posibilita la transformación del estado actual, al estado futuro requerido y deseado. La misma se realizó con la participación y consenso del jefe de área, los supervisores y los jefes de las cuadrillas de mantenimiento de los tres turnos, tomando en consideración los planes operativos previstos en el periodo de enero de 2017 a diciembre de 2019.

En las tablas 11 y la Tabla 12 se indican los resultados del análisis FODA realizada en las cuadrillas de mantenimiento del área en estudio.

**Tabla 9. Matriz FODA (diagnóstico externo)**

DIAGNOSTICO	
FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ampliación de la capacidad instalada a través de los proyectos de ampliación por parte del Gobierno.</li> <li>✓ Disposición de la Gerencia de Instalaciones Fijas para el reforzamiento, actualización y capacitación del personal.</li> <li>✓ Requerimientos de las áreas Operativas para actualizar tecnologías frente al proceso de cumplimiento de vida útil de la infraestructura de las cuadrillas de mantenimiento.</li> <li>✓ Proceso de adecuación en trámite a las normas y certificaciones ISO.</li> <li>✓ Estudio de la fuerza laboral que sustenta la adecuación de la estructura orgánica a la realidad funcional actual y nuevos retos.</li> <li>✓ Planes en proceso para la creación de nuevos puestos de trabajo.</li> <li>✓ Mejora de los sistemas de registro y seguimiento de las actividades y procesos del área.</li> <li>✓ Designación de un equipo de trabajo encargado para optimizar, estandarizar y realizar los procesos y procedimientos.</li> <li>✓ No hay empresas que generen competencia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Baja oferta de personal técnico calificado.</li> <li>❖ Propuestas atractivas del mercado laboral al personal especializado.</li> <li>❖ Lentitud en los procesos administrativos para el aprovisionamiento de materiales, equipos, herramientas y refacciones.</li> <li>❖ Dificultad para cubrir el déficit de horas hombre requeridas para la ejecución de los proyectos.</li> <li>❖ Fuga de talento especializado por mejores ofertas y beneficios en otras empresas.</li> <li>❖ Fuga de talento especializado por mejores ofertas y beneficios en otras empresas.</li> <li>❖ Retraso en los procesos de ingreso de personal.</li> <li>❖ Falta de lineamientos claros en materia de planificación por parte de la Gerencia de comercialización.</li> <li>❖ Falta de cumplimiento del plan de formación del personal de Supervisión en sistemas de control y registros.</li> <li>❖ La Jefatura hace caso omiso de las necesidades del personal operativo.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia en base a datos de YPFB Logística

### 3.2.6. Acciones

Para realizar el proceso de formulación de estrategias, se tomaron como fundamentos las relaciones determinantes entre los factores externos e internos descritos a continuación:

**Estrategias F -O:** Están dirigidas a la utilización de las fortalezas para aprovechar las oportunidades que se presentan.

**Estrategias D-O:** Están dirigidas a disminuir o eliminar las debilidades para incrementar la capacidad de aprovechar las oportunidades que se presentan.

**Estrategias F-A:** Están dirigidas a utilizar las fortalezas para enfrentar, neutralizar o eliminar debilidades aprovechando las oportunidades.

**Estrategias D-A:** Están dirigidas a disminuir las debilidades para incrementar la capacidad de enfrentar, neutralizar o atenuar las amenazas que sobrevengan.

En base a los aspectos señalados e identificados anteriormente, se realiza la matriz estratégica resultante enfocada en la gestión global que realizan las cuadrillas de mantenimiento, describiendo las acciones que se pueden implementar de manera inmediata y que repercuten de manera directa y positiva para la planta de almacenaje de combustibles líquidos YPFB Logística.

**Tabla 10. Matriz estratégica FODA**

	<b>FORTALEZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>
<b>OPORTUNIDADES</b>	<p><b>Estrategias F-O</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Desarrollar programas de capacitación de personal para el aprovechamiento de los registros históricos y manejo de información.</li> <li>-Realizar programas de capacitación del personal para el mejoramiento efectivo en la atención de los servicios de mantenimiento considerando las nuevas tecnologías.</li> </ul>	<p><b>Estrategias D-O</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Buscar e implementar mecanismos para mejorar la gestión de los procesos de planificación, ejecución, control y administración de proyectos de servicios para contribuir con la confiabilidad y disponibilidad.</li> <li>-Actualización de los estándares, procedimientos y especificaciones para un mejor desempeño en la prestación de servicio.</li> </ul>
<b>AMENAZAS</b>	<p><b>Estrategias F-A</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Reactivación del proceso de ingreso de personal para cubrir las necesidades y requerimientos de la demanda del servicio.</li> <li>-Desarrollar planes de mejora para agilizar los procesos de aprovisionamiento de equipos, herramientas, materiales y refacciones para cumplir con los objetivos de la organización.</li> </ul>	<p><b>Estrategias D-A</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Aprovechar la experiencia, habilidades, destrezas y competencias del personal actual para la formación y transferencia de conocimiento de las nuevas generaciones.</li> <li>-Promover alianzas con entes del estado para intercambios de tecnología, adquisición de refacciones y actualización de equipos de alta tecnología.</li> </ul>

**Fuente: Elaboración propia**



## **CAPÍTULO IV. MARCO PRÁCTICO. SISTEMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA YPFB LOGÍSTICA**

### **4.1. Introducción**

En esta parte del trabajo, se desarrolla un modelo de Gestión de Mantenimiento para la Planta de Almacenaje de Combustibles Líquidos YPFB Senkata, ubicada en la ciudad de El Alto departamento de La Paz, en el marco de los requerimientos de gestión de calidad basado en la norma ISO 9001:2015. Para lo cual primero se presenta la justificación de la propuesta y posteriormente se presenta su estructura, objetivos, desarrollo y el plan de implementación.

#### **4.1.1. Justificación de la propuesta**

El mantenimiento es una actividad sumamente importante que se refleja en la calidad y competitividad de las empresas, en específico, por la complejidad de los procesos productivos más actuales y de las herramientas tecnológicas. Es una actividad que absorbe una gran cantidad de recursos y esfuerzos que impactan los costos; pero además impactan directamente en la productividad. Esto obliga a las organizaciones a darle un enfoque estratégico para gerenciar sus acciones de manera integral y sistemática tomando en cuenta distintos enfoques.

El desarrollo del Modelo de Gestión de Mantenimiento para incrementar la Calidad en la Planta de Almacenaje de Combustibles Líquidos YPFB Senkata, ubicada en la ciudad de El Alto departamento de La Paz permitirá hacer uso de las herramientas y conocimientos de esta metodología y así poder aplicarlos de manera sistematizada por la empresa en la búsqueda y aplicación de la mejora continua, el logro y aumento de la disponibilidad y eficacia requerida minimizando los costos y garantizando la máxima seguridad de los activos físicos y del personal que lo opera.

#### **4.1.2. Objetivos de la propuesta**

Como consecuencia de la aplicación del modelo de gestión, se pretenden lograr ciertos beneficios que repercuten directamente en la calidad, tiempo y costo. Éstos son los siguientes:



- Garantizar el servicio continuo de las operaciones de YPFB Logística.
- Maximizar el nivel de satisfacción al usuario.
- Maximizar el aprovechamiento de los recursos humanos.
- Maximizar la vida útil de los equipos.
- Maximizar la seguridad.
- Aplicar la mejora continua en los procesos y actividades de mantenimiento.
- Maximizar la disponibilidad y eficacia a un costo mínimo.
- Minimizar los costos de operación y de mantenimiento.
- Minimizar riesgos de incidentes y accidentes.

El objetivo principal en el que coinciden la mayoría de las organizaciones exitosas es asegurar la satisfacción plena de sus clientes.

El logro de este objetivo se basa en la aplicación de los procesos de iniciación y planificación de mantenimiento con apoyo y apego a metodologías de gestión de mantenimiento y al uso de las principales filosofías y herramientas de calidad.

El proceso de iniciación es determinante para lograr los objetivos, tomando en cuenta que existen múltiples acciones de mantenimiento por realizar y los recursos son escasos para llevarlas a cabo; por lo que se hace necesario determinar la viabilidad técnica en función del valor agregado de una determinada actividad.

Para ello, es vital enfocarse en la necesidad del cliente; que es el servicio continuo e ininterrumpido de las actividades de distribución de hidrocarburos líquidos, y el uso de herramientas como el análisis FODA, análisis de criticidad, modo y efectos de falla, priorización, entre otras, para seleccionar la configuración que le proporcione más beneficios al área de mantenimiento. Por otro lado, la planificación y ejecución del trabajo enfocado a la excelencia, permitirá mejorar el desempeño en el manejo de los recursos para llevar a cabo de manera correcta las actividades.

La maximización del aprovechamiento de los recursos humanos y materiales, así como la reducción del nivel de inventario de refacciones se logra mediante una gestión adecuada de los mismos, pero, además, por la reducción de trabajos de

mala calidad y la jerarquización de las acciones de acuerdo al valor agregado que éstas tengan en la productividad, estableciendo así una cadena de valor para asegurar la continuidad del servicio de transporte.

La implementación de las filosofías justo a tiempo y las 5 S's son muy importantes, ya que permiten la recepción y entrega de materiales y refacciones en el momento preciso evitando costos de almacenamiento, entorpeciendo el flujo de las actividades y para ordenar de la mejor manera posible los materiales, equipos y herramientas requeridos.

La aplicación proactiva de las acciones basadas en la ingeniería de confiabilidad y herramientas de análisis de riesgo y de fallas, permitirá alargar la funcionalidad de los activos al mantener la integridad de sus componentes por más tiempo. La aplicación de procedimientos operacionales adecuados como producto del conocimiento pleno de las capacidades intrínsecas y condiciones operacionales de los equipos, producirán un menor desgaste físico de los mismos.

Se logra la máxima producción con mayor calidad y mínimo esfuerzo si se combinan efectivamente las funciones operativas del mantenimiento con la operación adecuada de los activos.

La maximización de la vida útil de los activos y la conservación de sus funciones operativas permiten maximizar la continuidad del servicio.

Al maximizar la continuidad del servicio y reducir los costos de mantenimiento, gracias a la mejora continua de las condiciones operacionales, se aumentarán los ingresos y disminuirán los egresos, mejorando así el retorno sobre la inversión.

El uso de herramientas para el análisis de riesgo y establecimiento de planes de respuesta ayuda a minimizar los riesgos en cuanto a la gestión y contribuye a la reducción o eliminación de los mismos.

El mejoramiento de la seguridad se logra reduciendo la realización de los trabajos con poca o nula planificación, con el cumplimiento de los procesos de trabajo, la realización de los análisis de riesgo en las distintas áreas de trabajo, la aplicación

de normas de seguridad, la operación segura y con conocimiento de los equipos, el registro, manejo y seguimiento de información en cuanto a cambios y modificaciones, entre otros aspectos los cuales se logran mediante la aplicación de un sistema integrado de mantenimiento.

Este modelo de gestión de mantenimiento tiene como principio la mejora continua, la cual se logra mediante la aplicación de modelos tecnológicos combinados para mejorar la confiabilidad de los activos, y el uso adecuado de herramientas, conocimientos, estrategias y mejores prácticas para gestionar los recursos que intervienen en la realización de las actividades requeridas para obtener la calidad, eficacia y disponibilidad deseada.

La maximización de la disponibilidad y eficacia representan los elementos clave de éxito del mantenimiento.

Con este modelo se pretende lograr un aumento en los niveles de la producción del servicio. Así que cualquier esfuerzo adicional repercute en la rentabilidad de la organización.

#### **4.2. Estructura de la propuesta**

El modelo de gestión propuesto se basa en la planificación, seguimiento, control y mejora de las actividades y los recursos que intervienen en el mantenimiento la planta de almacenaje de combustibles líquidos YPFB Senkata y que, de acuerdo a las filosofías actuales de gestión, se ayudan de la planeación estratégica, el liderazgo y la mejora continua para poder aplicar las tecnologías, herramientas y mejores prácticas.

Los recursos económicos y físicos son escasos, por lo que es necesario que se gestionen con criterio y visión de negocio.

El mantenimiento es una de las actividades que más consume recursos, pero al mismo tiempo es una de las que más impacto tiene en toda la cadena de valor. Es por eso que su apropiado desempeño se logra mediante el uso de herramientas y la

aplicación correcta de los esfuerzos para poder agregar valor y alinear la organización hacia el éxito.

La aplicación de este modelo parte de que las distintas áreas involucradas tanto como proveedores de servicios como clientes, deben estar conscientes del impacto que tiene la gestión del mantenimiento en el éxito del negocio y por lo tanto tienen que ejercer liderazgo para desarrollar una plataforma tecnológica que sustente la realización de acciones proactivas, minimizando las correctivas.

Para gestionar el mantenimiento es necesario definir una estructura soportada por los siguientes elementos:

- ✓ Apoyarse en la política, misión y visión de la empresa, enfocarse en los objetivos y apearse estrictamente en la totalidad de los manuales de procedimientos existentes.
- ✓ Implementar un modelo de mantenimiento orientado a la calidad y proactividad, tomando como referencia el mantenimiento de clase mundial, el mantenimiento productivo total, el mantenimiento centrado en la confiabilidad o un modelo mixto que asegure la aplicación de acciones planificadas. Esto servirá de base para la selección de las actividades a ejecutar.
- ✓ Identificar y clasificar de acuerdo a su criticidad, las funciones de los activos, las fallas y las acciones de mantenimiento.
- ✓ Definir los modos y efectos de falla críticos.
- ✓ Desarrollar bases de datos por cada equipo, es decir, un historial que indique capacidad, costos de inversión, históricos de fallas e intervenciones, costos de operación, costos de mantenimiento, consumos de potencia y cualquier información necesaria que los especialistas consideren de importancia.
- ✓ Identificar riesgos que afecten el servicio, fallas, seguridad e higiene.
- ✓ Desarrollar un clima organizacional proactivo, orientado al cliente y con capacidad de crecimiento, aplicación de tecnologías innovadoras y en condiciones de establecer equipos multidisciplinarios para actuar en conjunto cuando sea necesario en cualquier fase o etapa del mantenimiento.

- ✓ Desarrollar capacidad técnica especializada para cubrir los requerimientos que amerita el trabajo.
- ✓ Crear una cadena de valor que asegure la aplicación de entregas y recibimientos justo a tiempo tanto en servicios, refacciones, recibimiento de equipos para ser intervenidos y en la entrega después de ser intervenidos.
- ✓ Hacer uso inmediato de la metodología de las 5 S como herramienta de apoyo de la gestión del mantenimiento en oficinas, taller, subestaciones y almacenes.
- ✓ Contar con el apoyo de un sistema de aseguramiento de la calidad.

Se debe considerar que en todas las actividades que consumen recursos, estos deben ser manejados eficientemente para ser utilizados en la cantidad y tiempo correctos para poder alcanzar buenos resultados.

Las actividades de mantenimiento se pueden considerar como proyectos internos, ya que pueden hacerlo personal interno o externo a la organización. Así que las cuadrillas de mantenimiento se encargarán de establecer las bases para la implementación de la metodología propuesta, ya que éstas son las encargadas de intervenir de manera operativa y directa en el equipo e instalaciones.

Con esta metodología se pretende que la planta de almacenaje de combustibles líquidos YPFB Senkata seleccione los programas, trabajos y proyectos que se llevarán a cabo de acuerdo con una planeación estratégica, la cual facilitará la gestión.

El modelo de gestión de mantenimiento parte de considerar que, una vez seleccionado el trabajo por criticidad, falla o riesgo; se da inicio a un proyecto para llevar a cabo las actividades que permitan restablecer las condiciones de operación o evitar una consecuencia por la falla.

Lo anterior es debido a que cada intervención de falla es diferente una de otra. De ahí en adelante el proyecto puede ser manejado de acuerdo con las actividades del grupo de procesos de la gerencia de proyectos que se muestra en la Figura 19, y que sólo se aplicarán las que sean compatibles y aplicables en esta investigación.



### 4.3. Indicadores de mantenimiento detectados en el periodo del año 2017 al 2019

Tabla 11. Indicadores usados actualmente para el mantenimiento preventivo y programado

<b>Almacenaje y Distribución</b>			
<b>Horas Hombre de Mantenimiento Preventivo</b>			
	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
<b>Necesarias</b>	121,815	123,446	125,124
<b>Programadas</b>	101,513	102,875	122,432
<b>Reales</b>	74,781	82,546	98,458
<b>Cantidad de Equipos para realizar Mantenimiento Preventivo</b>			
<b>Fallas</b>	9,033	6,866	8,623
<b>Faltas de personal</b>	12,243	9,195	8,177
<b>Falta de transporte</b>	647	356	294
<b>Sin poder acceder</b>	980	762	1,092
<b>Horas Hombre de Incumplimiento del Mantenimiento Programado</b>			
<b>Fallas</b>	9,033	6,866	8,623
<b>Falta de personal</b>	12,243	9,195	8,177
<b>Falta de transporte</b>	647	356	294
<b>Sin poder acceder</b>	980	762	1,092
<b>Cantidad de equipos de incumplimiento del mantenimiento preventivo</b>			
<b>Fallas</b>	589	413	339
<b>Falta de personal</b>	233	116	68
<b>Falta de transporte</b>	38	26	16
<b>Sin poder acceder</b>	99	52	42

Fuente: Elaboración propia en base a datos de YPFB Logística

La información presentada anteriormente, fue obtenida al recabar y procesar los datos históricos semanales, mensuales y trimestrales del área de mantenimiento de la planta de almacenaje de combustibles líquidos YPFB Senkata, y así poder presentarla de manera resumida. A continuación, se muestran algunas gráficas donde se podrá comparar la información de la tabla de indicadores usados



actualmente y así poder tener un panorama general del estado del área en estudio.

**Figura 19. Comparación indicador horas hombre de mantenimiento preventivo**



**Fuente: Elaboración propia en base a datos de YPFB Logística**

En la gráfica anterior se puede observar que la cantidad de horas hombre necesarias para cubrir con los programas de mantenimiento han ido aumentando a través del tiempo dado el aumento de requerimiento de distintos tipos de hidrocarburos líquidos que se demanda en YPFB logística.

**Figura 20. Comparación indicador horas hombre de incumplimiento de mantenimiento programado**



**Fuente: Elaboración propia en base a datos de YPFB Logística**

En la gráfica anterior se puede observar que el indicador de horas hombre de incumplimiento del mantenimiento programado ha ido disminuyendo a través del tiempo y esto es bueno, ya que se dispone de más horas efectivas para el trabajo.

El indicador de faltas de personal es el más grande, pero se compone de varios aspectos como, faltas injustificadas, faltas justificadas, incapacidades, vacaciones, días económicos y tiempo extra.

También podemos observar que la atención de fallas es el segundo elemento que más repercute en la realización del trabajo; lo ideal es disminuirlas al máximo. Se le da prioridad a la atención de las fallas que, al mantenimiento, ya que pueden repercutir directamente en el servicio.

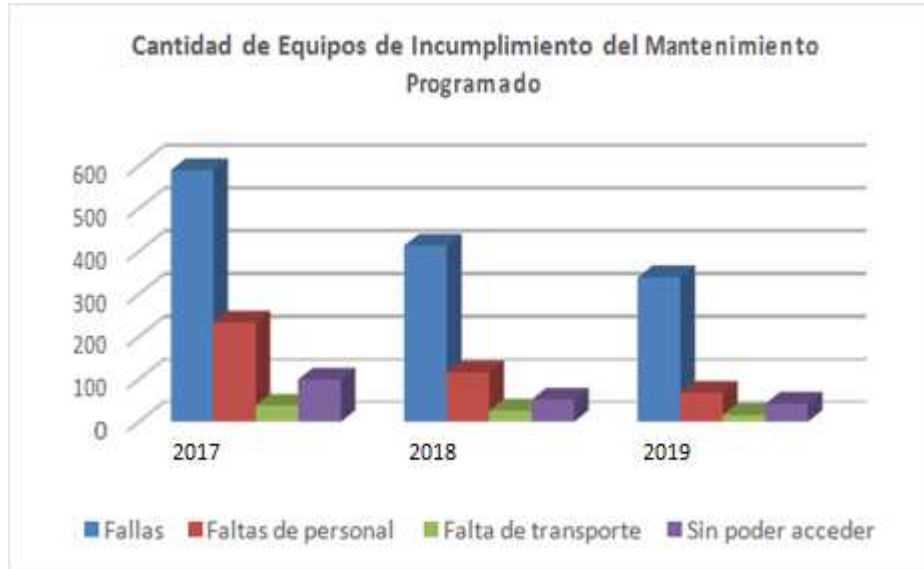
**Figura 21. Comparación indicadora de calidad de los equipos para mantenimiento**



**Fuente: Elaboración propia en base a datos de YPFB Logística**

Como se puede observar en la gráfica anterior, al igual que en la gráfica del indicador de las horas hombre necesarias para el mantenimiento preventivo, se han programado más equipos a partir del año 2017; en el cual se evidenciaron más tiempos de ocio debido a diferentes causas internas.

**Figura 22. Comparación indicadora de calidad de equipos de incumplimiento del mantenimiento programado**



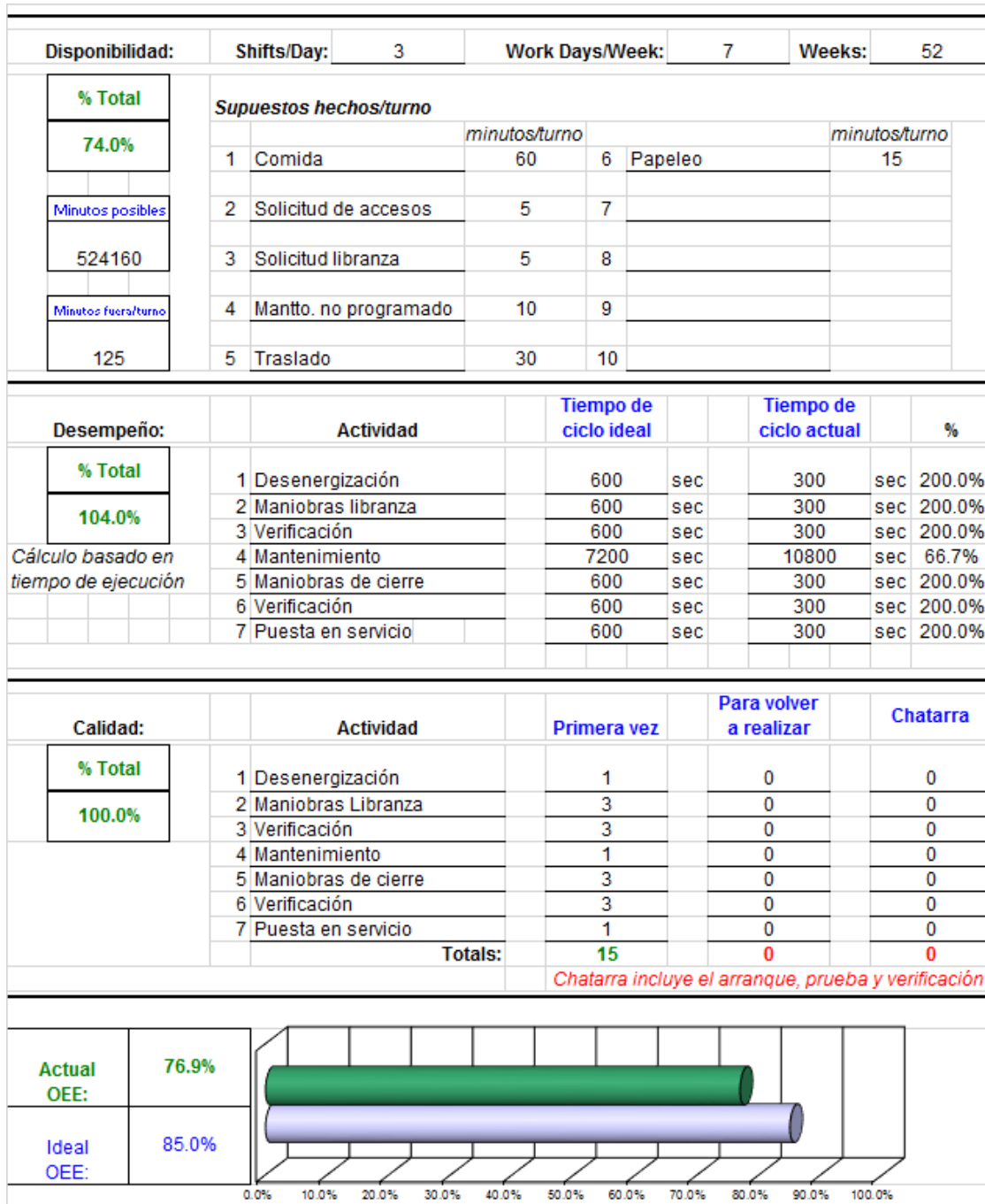
**Fuente: Elaboración propia en base a datos de YPFB Logística**

Lo que indica la gráfica anterior es que, en relación al tiempo, el incumplimiento del mantenimiento ha ido reduciendo debido a las fallas que se presentan en el equipo, pero que aún representan un factor determinante en la prestación del servicio.

Lo ideal sería disminuir las fallas y el incumplimiento del mantenimiento lo más que se pueda para poder ser más competitivos.

### 4.3.1. Eficiencia general de los equipos (OEE)

Figura 23. Cálculo del OEE



Fuente: Sistemas oee, 2014

La información contenida en la figura anterior, muestra los tres indicadores que conforman el OEE. Los tiempos de ciclo ideal fueron obtenidos de las fichas técnicas de mantenimiento a los equipos; y los tiempos de ciclo actual fueron cronometrados y promediados para poder tener un estándar. Además, los tiempos de ciclo y las actividades fueron propuestos por un grupo de expertos el cual ha participado a lo largo de todo este proyecto de investigación. Podemos observar que los tiempos de inactividad que existen durante el horario de trabajo es lo que repercute directamente en la disponibilidad y hace que ésta sea muy baja. En el desempeño se puede ver que es elevado, debido a que se realizan las actividades de manera adecuada en tiempo y forma. Estas actividades son las primarias que todas las cuadrillas de mantenimiento llevan a cabo. Se nota que los tiempos de ciclo actuales son más bajos al compararlos con los tiempos de ciclo ideal. Esto ha sido por la habilidad que ha desarrollado el personal técnico a través del tiempo y por la experiencia.

Por otro lado, si observamos la actividad No. 4 (Mantenimiento) del indicador de desempeño, podremos observar que el valor del tiempo de ciclo ideal y el valor de tiempo de ciclo actual están colocados en posición inversa; esto se explica porque no necesitamos terminar más rápido la actividad, sino todo lo contrario, hay que dedicarle más tiempo en realizar actividades relacionadas con el mantenimiento (Coordinación de YPFB, Logística). El tiempo de ciclo real ha ido disminuyendo con el paso del tiempo y se debe a diferentes factores como el desconocimiento de las fichas técnicas por rotación de personal o de personal de nuevo ingreso, falta de refacciones, accesorios, materiales, equipos, herramientas y por atender fallas. Todo lo anterior hace que no se realicen de manera detallada las acciones de mantenimiento.

Por último, en la calidad, se puede ver que también es un porcentaje muy bueno, debido a que se hacen las verificaciones, supervisiones y trabajos de manera correcta, dejando solamente una actividad para volver a realizar. El personal realiza estas actividades para garantizar su seguridad física, la de los equipos y para garantizar la calidad en el servicio. En conjunto, se observa que el valor del OEE



es 76.9%, que según la información presentada en la Tabla 1 (Evaluación del OEE) es aceptable, pero se debe continuar la mejora continua para avanzar hacia Clase Mundial. Es por esto que esta investigación es factible de realizarse. Al revisar y analizar la gestión llevada a cabo por las cuadrillas de mantenimiento durante el periodo del año 2017 al año 2019, se han observado deficiencias en la presentación de información a la gerencia de operaciones de YPFB, Logística y falta de control durante el desarrollo de los procesos de planificación y ejecución de las actividades de mantenimiento.

#### **4.3.2. Entrevistas al personal de YPFB Logística**

La entrevista (Anexo 1) realizada a los coordinadores y supervisores del área de mantenimiento de YPFB Logística, muestra la información referente a los objetivos y metas del departamento, procesos y actividades que se realizan, indicadores de gestión que se aplican, frecuencias de reuniones, software utilizado y sugerencias.

Se pudo identificar que, de 15 personas, el 60% (9 personas) conocen los objetivos y metas del Departamento; el 40% restante (6 personas), considera que la falta de fluidez en la comunicación afecta el conocimiento adecuado de los mismos. Aunque tratan de cumplir con el desempeño de las asignaciones que van relacionadas con los objetivos y metas del Departamento, consideran que se deben difundir mejor los cronogramas de proyectos de mantenimiento, que es la herramienta donde se representan cronológicamente la planificación de las actividades. (Anexo 2). En el Departamento no se realizan reuniones con una determinada frecuencia, y en la mayoría de los casos que se llegan a realizar, son para atender asuntos relacionados con problemas operativos. En diversas ocasiones, la información no es manejada a través de los canales regulares de la estructura jerárquica, por lo tanto, existen deficiencias a la hora de tomar decisiones, al resolver conflictos internos, fallas en el control de las ordenes de trabajo por desconocimiento y en el seguimiento de las actividades al personal operativo.

En relación al uso y manejo de software por parte de los supervisores y coordinadores (15 personas), en un 60% de los casos (9 personas) no tiene conocimientos y habilidades con los sistemas de almacenamiento y gestión de la información. En este sentido, la existencia de software con el que cuenta el área de mantenimiento de YPFB Logística, es Word, Excel, Power Point, Project, y Auto Cad; por lo tanto, es necesaria la implementación de un plan de familiarización y capacitación de estas herramientas computacionales complementadas con la elaboración y utilización de formatos. De esta forma, se obtendría un mejor manejo, control y disposición de la información entre el personal involucrado. También se podrían medir mejor los indicadores de eficiencia, calidad y productividad.

En cuanto a los indicadores que actualmente se estudian en el área de mantenimiento de YPFB Logística, además de los mencionados anteriormente, se encuentran los siguientes:

- Control de asistencia de personal.
- Horas hombre de mantenimiento.
- Control de días libres, días económicos y vacaciones.
- Avances de actividades.
- Materiales utilizados.
- Reportes de actividades

#### **4.3.3. Descripción y actualización del registro de las actividades, procesos y controles actuales**

Para realizar la recopilación y actualización de la información acerca de las actividades y procesos que se llevan a cabo al momento de realizar las acciones de mantenimiento por las cuadrillas, se realizaron entrevistas a los coordinadores, supervisores y jefes de grupo, donde se determinó que la siguiente información es necesaria llevarla a cabo:

#### **Planificación:**

- Realizar propuestas de proyectos.
- Crear fichas técnicas de proyectos.

- Realizar informes justificativos.
- Realizar órdenes de trabajo.
- Presentar informes mensuales.

### **Mantenimiento:**

- Verificar programas de mantenimiento.
- Manejo del programa de mantenimiento en equipos del taller mecánico y electromecánico.
- Crear órdenes de mantenimiento y avisos.
- Crear reservas y archivar órdenes de trabajo.
- Crear reservas de equipos de seguridad, retirar equipos dañados, llevar registros de equipos entregados y retirados.
- Realizar historiales mediante el aviso de las órdenes de trabajo concluidas (actividades y herramientas).
- Presentar informes mensuales.

### **Pago de nómina en tiempo normal o en tiempo extra:**

- Recepción y revisión de registros de nómina procedentes de la ejecución diaria de las actividades.
- Registro de la nómina en el sistema.
- Verificación de liberación y autorización de la nómina mensual.
- Realizar reportes semanales de las horas de tiempo extra.
- Realizar reportes de indicadores de seguridad e higiene ambiental.

### **Historial de mantenimiento e información técnica:**

- Realizar formatos para el registro y reporte inmediato de la información.
- Realizar la recopilación de los datos técnicos de los diferentes trabajos realizados en las paradas por fallas.
- Archivar electrónicamente la información.

- Archivar, organizar, clasificar y guardar archivos históricos de paradas por fallas y libros de especificaciones técnicas de las cuadrillas de mantenimiento.

### **Logística de mantenimiento:**

- Realizar la gestión diaria de apoyo al personal técnico operativo de las cuadrillas de mantenimiento.
- Solicitud de transporte en tiempo y forma.
- Administración de dinero de la caja chica para compras menores y de emergencia.

### **Proyectos:**

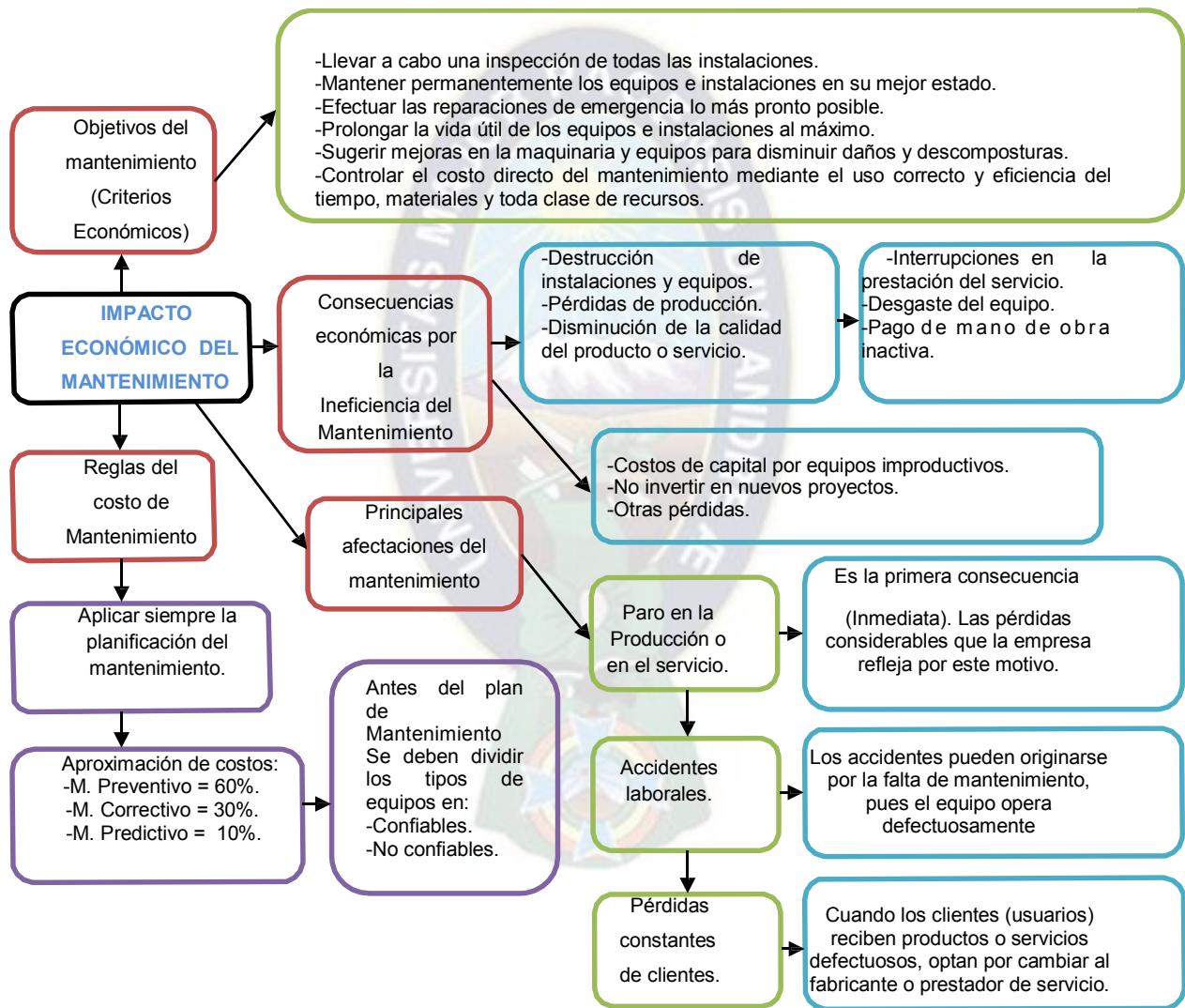
- Definición de actividades a ejecutar en las paradas de mantenimiento según el programa de mantenimiento anual.
- Estimar recursos, materiales y repuestos según el programa de actividades de mantenimiento.
- Solicitar materiales y repuestos de almacén para la realización de las solicitudes de trabajos.
- Realizar programa de mantenimiento de la parada por falla.
- Realizar especificaciones técnicas para la contratación de servicios (proveedores).
- Realizar y corregir especificaciones técnicas para la compra de materiales, refacciones y equipos.
- Seguimiento y apoyo en la compra de servicios, materiales, refacciones y equipos.
- Más control y supervisión en la ejecución de los trabajos.
- Realizar informes de avances de obra física y presupuestaria de los proyectos.
- Captura, almacenamiento, registro y manipulación de datos para la realización de historiales.

**Presupuestos:**

- Estimar costos de actividades.
- Realizar presupuestos.
- Registrar presupuestos finales.

**4.3.4. La economía del mantenimiento**

**Figura 24. Impacto económico del mantenimiento**



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de YPFB

Logística

La información general presentada en la figura anterior muestra la aplicabilidad del mantenimiento y todos los aspectos que son sujetos de mejora; por lo que un modelo de gestión es factible. Lo importante y realmente difícil será la determinación de la alta gerencia y el liderazgo para impulsar los cambios necesarios que conlleva un proceso de mejora continua.

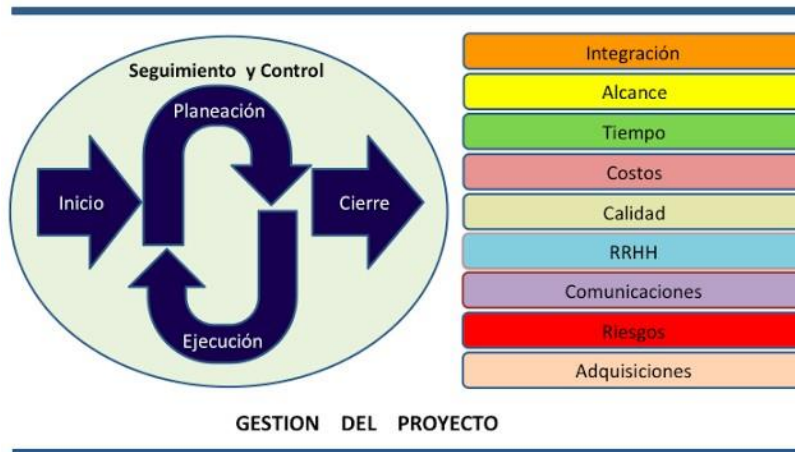
#### 4.4. EL PMBOK

La gestión de proyectos es la disciplina que se encarga de organizar y administrar recursos de manera que se pueda culminar todo el trabajo requerido en el proyecto dentro del alcance, tiempo y costo (Project Management Institute, 2013), tomando en cuenta los siguientes puntos:

- **Inicio:** define y autoriza el proyecto o una fase del mismo.
- **Planificación:** define, refina los objetivos y planifica el curso de acción requerido para lograr los objetivos definidos y el alcance pretendido del proyecto. Se usa para planificar y gestionar con éxito un proyecto.
- **Ejecución:** se compone por los procesos realizados para completar el trabajo definido en el plan a fin de cumplir con las especificaciones del mismo. Implica coordinar personas y recursos, así como integrar y realizar actividades del proyecto en conformidad con el plan para la dirección del proyecto.
- **Seguimiento y control:** mide, supervisa y controla el progreso y el desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que el plan requiera cambios.
- **Cierre:** formaliza la aceptación del producto, servicio o resultado, y termina ordenadamente el proyecto o una fase del mismo.



Figura 25. Metodología de gestión de proyectos



Fuente: (Project Management Institute, 2013)

#### 4.4.1. Áreas de conocimiento

Las nueve áreas de conocimiento mencionadas en el PMBOK son las siguientes:

1. **Gestión de la integración del proyecto:** incluye los procesos y actividades necesarias para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de la dirección de proyectos dentro de los grupos de procesos de dirección de procesos.
2. **Gestión del alcance del proyecto:** incluye los procesos necesarios para garantizar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido para completarla con éxito.
3. **Gestión del tiempo del proyecto:** incluye los procesos requeridos para administrar la finalización del proyecto a tiempo.
4. **Gestión de los costos del proyecto:** incluye los procesos involucrados en estimar, presupuestar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado.
5. **Gestión de la calidad del proyecto:** incluye los procesos y actividades de la organización ejecutante que determinan responsabilidades, objetivos y políticas de calidad a fin de que el proyecto satisfaga las necesidades por las cuales fue emprendido.

6. **Gestión de los recursos humanos del proyecto:** incluye los procesos que organizan, gestionan y conducen el equipo del proyecto.
7. **Gestión de las comunicaciones del proyecto:** incluye los procesos requeridos para garantizar que la generación, recopilación, distribución, almacenamiento, recuperación y la disposición final de la información del proyecto sean adecuados, oportunos y entregables a quien corresponda.
8. **Gestión de los riesgos del proyecto:** incluye los procesos relacionados con llevar a cabo la planificación de la gestión, identificación, análisis, planificación de respuesta a los riesgos, así como su monitoreo y control en un proyecto.

#### **4.4.2. Beneficios de utilizar la metodología del PMBOK**

- ✓ La guía del PMBOK es un marco y se utiliza como estándar reconocido internacionalmente (IEEE, 2003) que provee los fundamentos de la gestión de proyectos que son aplicables a un amplio rango de proyectos, incluyendo construcción, software, ingeniería, etc.
- ✓ Está orientada a los procesos.
- ✓ Indica el conocimiento necesario para manejar el ciclo de vida de cualquier proyecto, programa y grupo de actividades a través de sus procesos.
- ✓ Define para cada proceso sus insumos, herramientas, técnicas y reportes necesarios (entregables)
- ✓ Es una colección de procesos y áreas de conocimiento generalmente aceptadas como las mejores prácticas dentro de la gestión de proyectos.

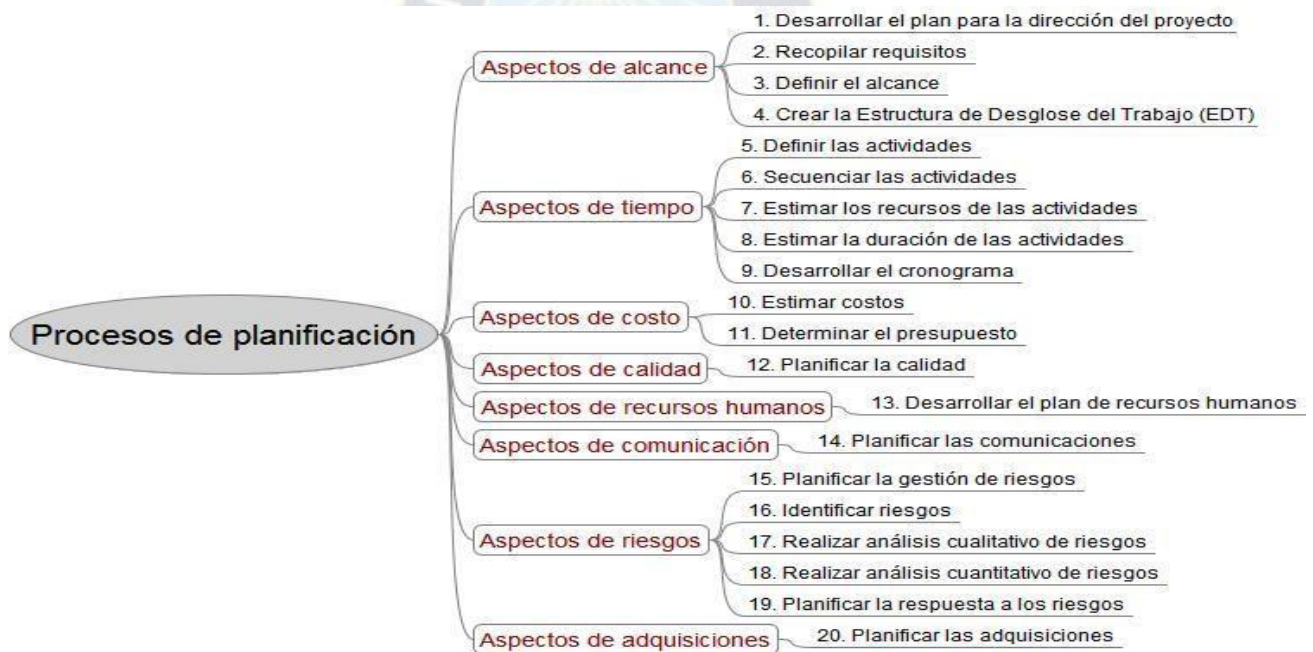
#### **4.4.3. Limitaciones de PMBOK**

- ✓ Es complejo adecuarse a proyectos demasiado pequeños.
- ✓ Tiene que ser adaptado a la industria del área de aplicación, el tamaño y el alcance del proyecto, de industria y de cultura organizacional.

En el estudio de esta investigación se puede ver que la iniciación y planificación se llevan a cabo con mucha deficiencia, ya que el personal basa sus trabajos

principalmente en la experiencia; y por otro lado, la empresa cuenta con muy bajo o nulos inventarios que le dificultan responder ante las improvisaciones, tanto en la iniciación como en la planificación, se llevan a cabo en toda su extensión y se dan con la identificación, evaluación y estudio completo de las actividades. De hecho, estos esfuerzos se manejan como proyectos en la actualidad. Uno de los grandes retos de cualquier organización de servicios de mantenimiento es lograr una buena planificación, lo que conlleva a un cambio de la cultura organizacional y una ejecución más eficiente de las acciones. La planificación es un elemento clave en cualquier sistema de gestión, y para que se logren los objetivos deseados, se deben considerar los procesos básicos que se muestran en la figura a continuación.

**Figura 26. Procesos de planificación**



**Fuente: (Project Management Institute, 2013)**

La organización debe tener su alcance bien definido según la política, misión y visión, sin embargo, cada esfuerzo y acción que se llevarán a cabo se debe planificar con un nivel de rigurosidad elevado tomando en cuenta su complejidad e impacto. Según la metodología desarrollada por el Project Management Institute; la cual se adapta a esta investigación y que se implementará en el área de

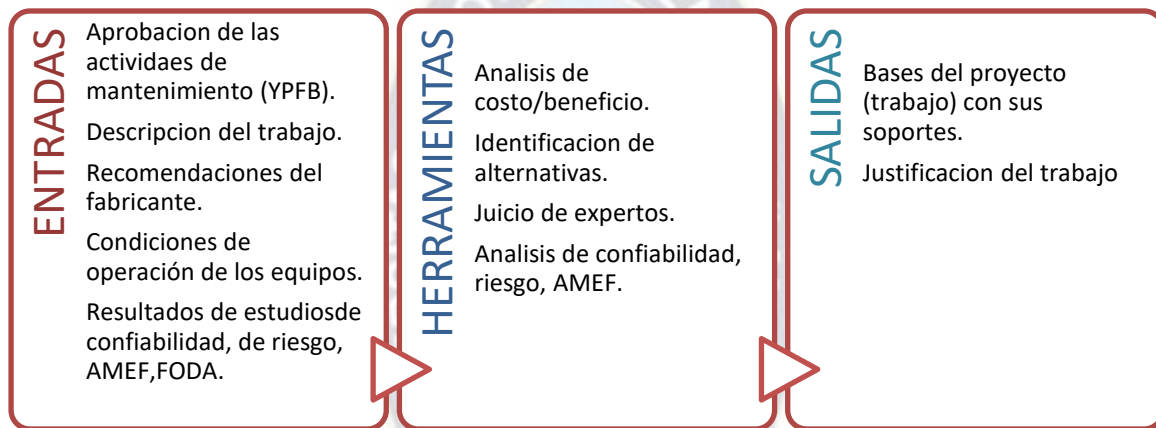
mantenimiento de YPFB Logística, nos indica las actividades que se deben llevar a cabo para la gestión de un proyecto.

#### 4.4.4. Fase de planeación

##### 4.4.4.1. Alcance

Es el primer paso de la planificación y busca a sentar las bases de lo que se va a realizar para alcanzar un objetivo, los procesos de trabajo y el establecimiento de las restricciones y supuestos.

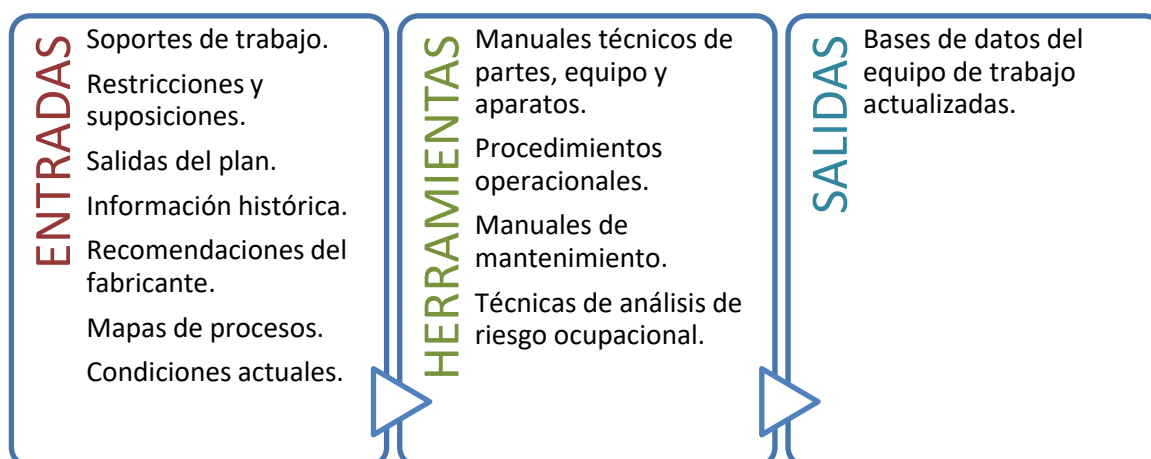
Figura 27. Planificación del alcance para YPFB Logística



Fuente: Elaboración propia, en base a (Project Management Institute, 2015)

Para la definición del alcance, hay que plantear todas las actividades que conforman el trabajo y separar las que no se orientan hacia el esfuerzo principal o proyecto. Para este proceso son muy útiles los estudios de confiabilidad, análisis históricos de fallas, las recomendaciones del fabricante, análisis de criticidad y riesgo de eventos con consecuencias de falla y el análisis FODA.

**Figura 28. Definición del alcance para YPFB Logística**



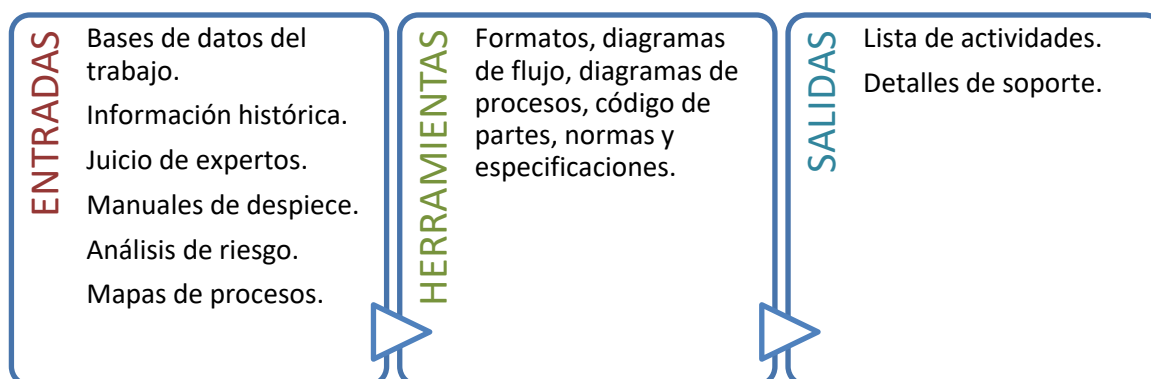
Fuente: Elaboración propia, en base a (Project Management Institute, 2015)

#### **4.4.4.2. Actividades**

De acuerdo con las recomendaciones del PMI en el área del manejo de tiempo, se distinguen los subprocesos de definición de actividades. La definición de actividades en los trabajos de mantenimiento va desde una simple inspección hasta la reestructuración total de una subestación eléctrica, por lo que no basta con tener un manual de despiece para tener definidas las actividades. Es necesario contar con los estudios de predicción, detección y prevención del mantenimiento soportados en herramientas que permitan indicar qué áreas hay que intervenir, así como la magnitud de la intervención. La definición de actividades es la etapa final del proceso de descomposición donde se obtiene el listado de actividades en su mínima expresión. En el área de mantenimiento, el juicio de expertos es una herramienta muy útil para lograr la definición apropiada. En la siguiente figura se muestra la definición de actividades.



**Figura 29. Definición de actividades para YPFB Logística**

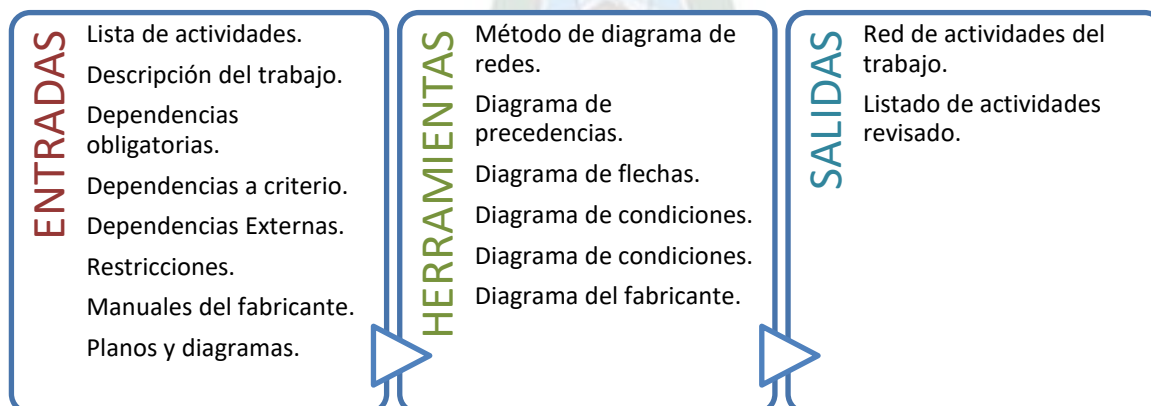


Fuente: Elaboración propia, en base a (Project Management Institute, 2015)

#### **4.4.4.3. Logística secuencial**

La lógica secuencial establece la interrelación que existe entre las actividades. En toda acción de mantenimiento el orden es de suma importancia, ya que todo forma parte de un sistema productivo interrelacionado que permite la transformación, movimiento y transmisión de energía, señales, datos y máquinas; por lo que la correcta secuenciación de actividades y acciones es la única manera de lograr los objetivos. Los manuales de procedimientos y despiece de equipos son importantes en el proceso, además de los diagramas y planos eléctricos del equipo y las subestaciones se utilizan en el análisis de riesgo operacional. En la Figura a continuación se muestran los elementos de entrada, las herramientas utilizadas y las salidas esperadas.

**Figura 30. Lógica secuencial para YPFB Logística**



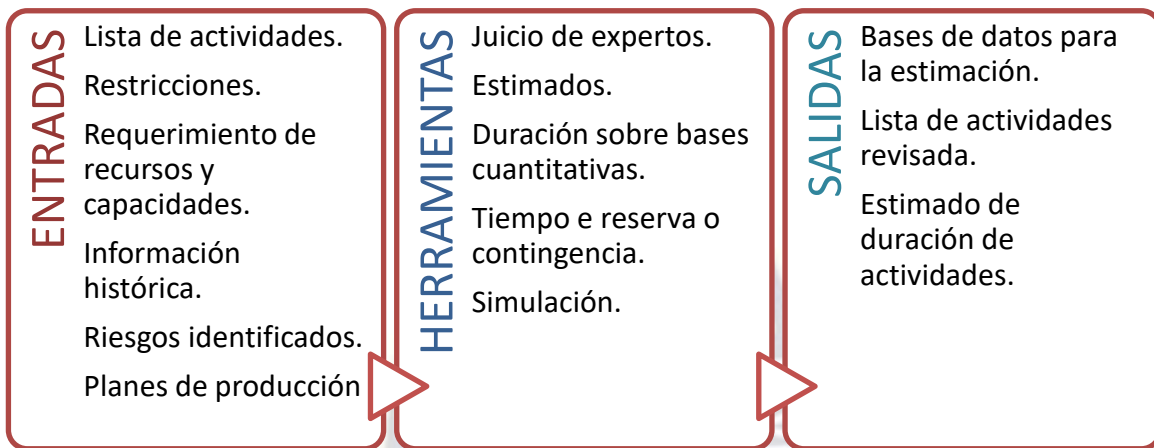
Fuente: Elaboración propia, en base a (Project Management Institute, 2015)



#### 4.4.4.4. Estimación de duraciones

La estimación de duraciones consiste en asignar un tiempo de duración a cada actividad de acuerdo con las premisas de trabajo y recursos disponibles. En la Figura a continuación se muestra la secuencia de entradas y salidas.

Figura 31. Estimado de duraciones para YPFB Logística

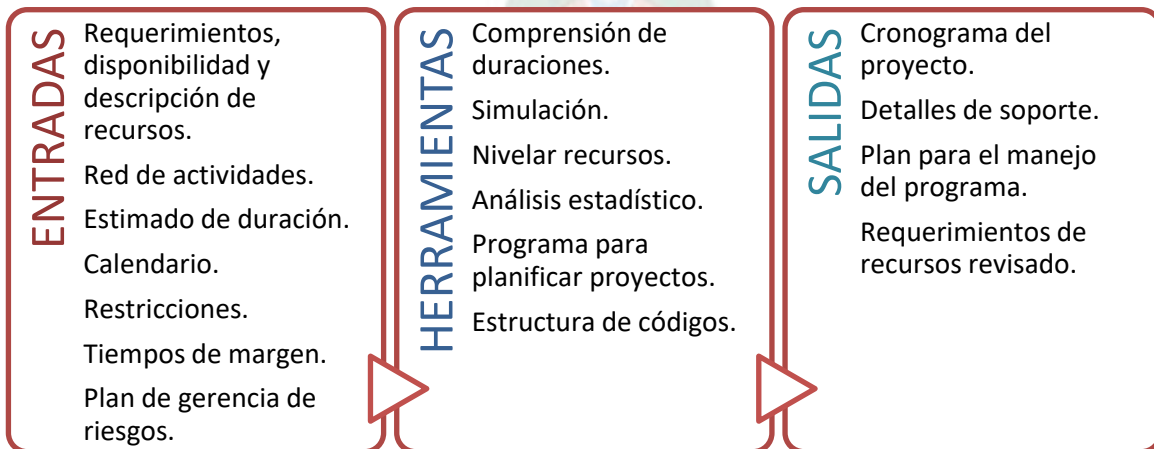


Fuente: Elaboración propia, en base a (Project Management Institute, 2015)

#### 4.4.4.5. Programación de actividades

La programación de actividades es el proceso de integrar la red de trabajo donde se indican los periodos de inicio y terminación de las actividades. Los elementos de entrada y salida se muestran en la siguiente figura:

Figura 32. Programación de actividades para YPFB Logística

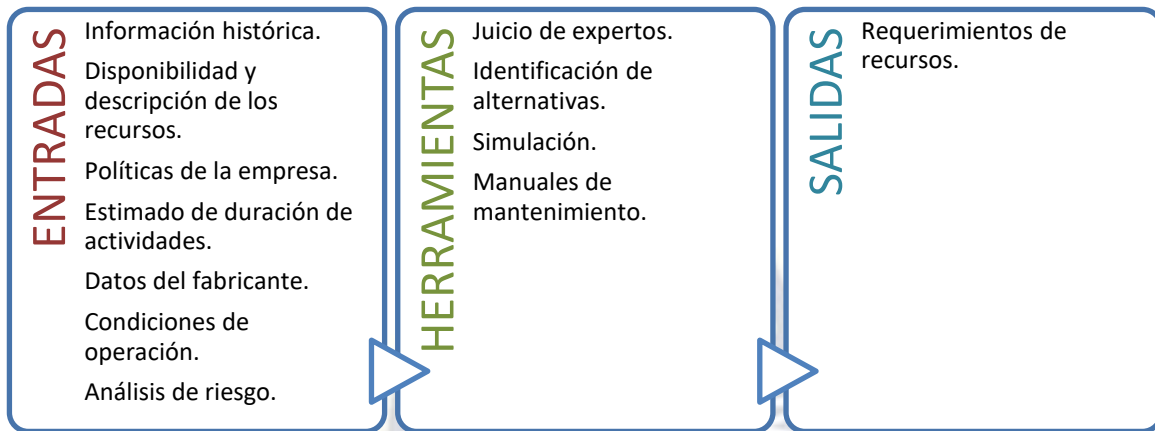


Fuente: Elaboración propia, en base a (Project Management Institute, 2015)

#### 4.4.4.6. Planificación de recursos

Esta actividad consiste en determinar los recursos totales, recursos humanos y recursos materiales que se necesitan para realizar las actividades. La Figura a continuación ilustra las actividades del proceso.

Figura 33. Planificación de los recursos para YPFB Logística

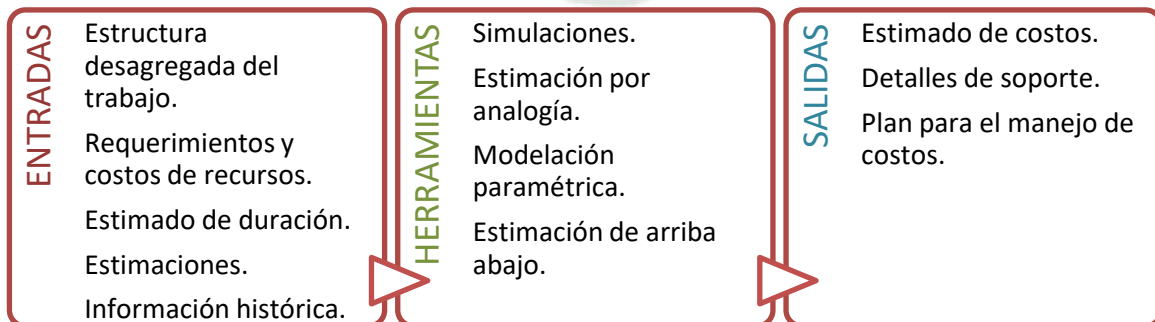


Fuente: Elaboración propia, en base a (Project Management Institute, 2015)

#### 4.4.4.7. Estimación de costos

La estimación de costos consiste en estimar cuánto dinero se requiere para adquirir los recursos necesarios para llevar a cabo las actividades según el plan. En el mantenimiento, los costos están asociados a las refacciones, repuestos, materiales y mano de obra destinados para realizar las actividades durante o después de turno. En la siguiente figura se muestran los requerimientos y las salidas del proceso.

Figura 34. Estimación de costos para YPFB Logística

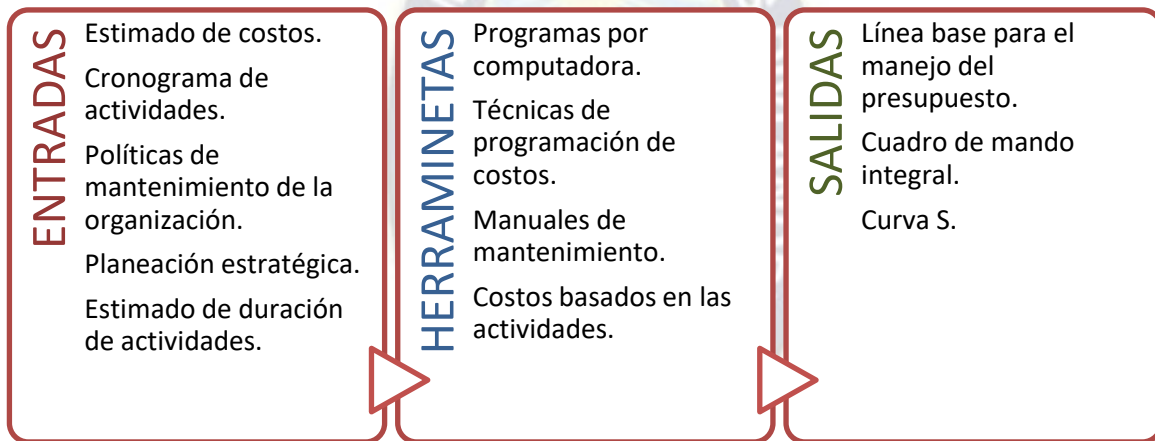


Fuente: Elaboración propia, en base a (Project Management Institute, 2015)

#### 4.4.4.8. Preparación del presupuesto

La preparación del presupuesto implica estimar los recursos financieros y el flujo de caja para cumplir con las actividades de acuerdo con el desarrollo del plan en el tiempo. Cuando la gestión de mantenimiento es planificada estratégicamente, el presupuesto se realiza en periodos contables para llevar a cabo los programas y proyectos según los objetivos, ya que los estudios de confiabilidad, información histórica, análisis de falla y riesgos, permiten predecir las actividades de mantenimiento. Los estudios prospectivos orientan los cambios de tecnología requeridos. En la figura a continuación se muestra el diagrama de flujo de entradas y salidas del proceso de preparación del presupuesto.

Figura 35. Preparación del presupuesto para YPFB Logística

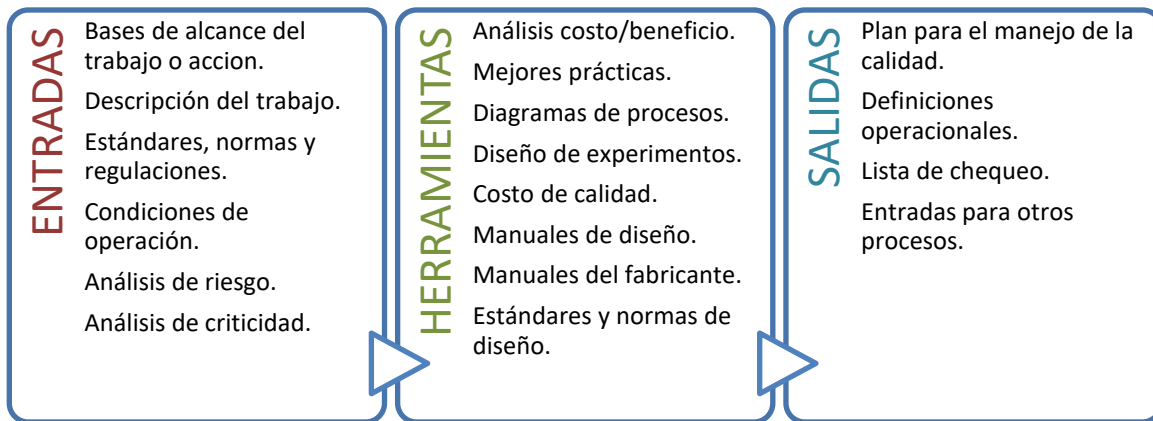


Fuente: Elaboración propia, en base a (Project Management Institute, 2015)

#### 4.4.4.9. Manejo de la calidad

El área del manejo de la calidad considera el proceso de planificación de la calidad, que consiste en determinar los indicadores de calidad o especificaciones y cómo alcanzarlas durante la ejecución del trabajo. En la gestión del mantenimiento es preciso contar con una política de calidad definida y estándares de calidad de clase mundial apegándose a buenas y mejores prácticas y a normas. Las especificaciones del trabajo son el resultado de la aplicación de estudios de ingeniería de mantenimiento, de confiabilidad y de procesos para cada activo según sus condiciones de operación exclusivas. En la Figura a continuación se muestran los requerimientos de entrada y salida del proceso.

**Figura 36. Planificación de la calidad para YPFB Logística**

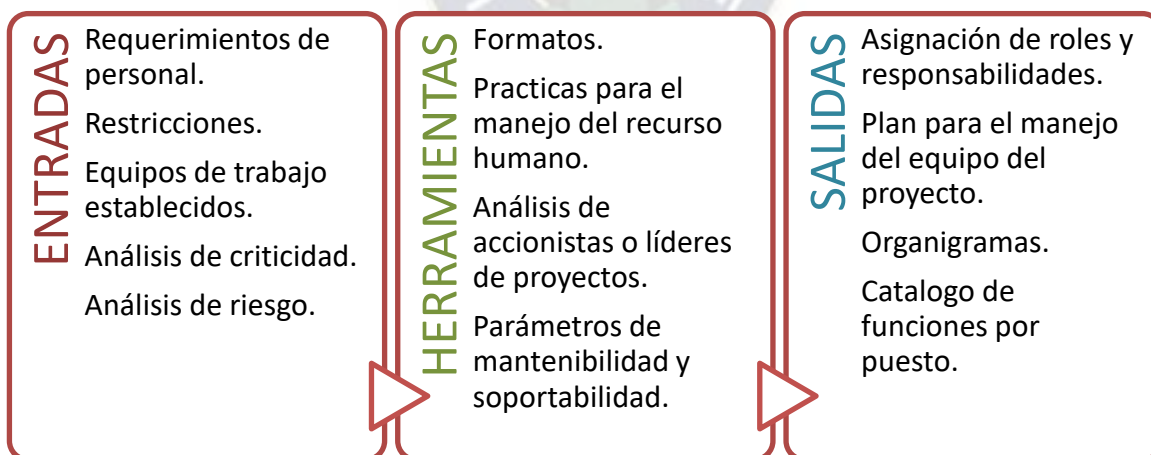


Fuente: Elaboración propia, en base a (Project Management Institute, 2015)

#### **4.4.4.10. Planificación de la organización**

Consiste en organizar el recurso humano que se necesita para ejecutar cada una de las actividades, es decir, establecer responsabilidades y roles. En los trabajos de mantenimiento mayor, las acciones son únicas, y por eso se consideran como proyectos; en tanto que en el mantenimiento menor se realizan por programas. En la Figura 39 se muestran los requerimientos de entrada y salida del proceso.

**Figura 37. Planificación de la organización para YPFB Logística**



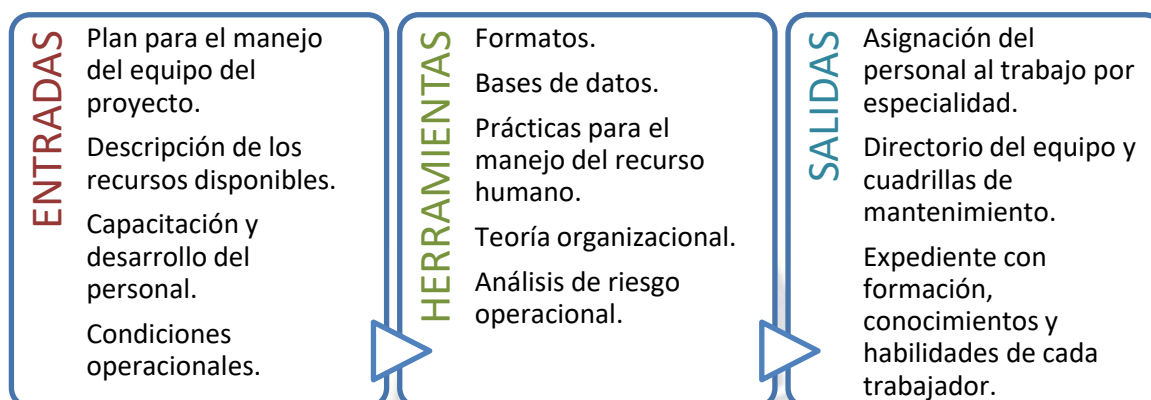
Fuente: Elaboración propia, en base a (Project Management Institute, 2015)

#### **4.4.4.11. Adquisición del personal**

Toda vez que los roles han sido planificados, se procede a la asignación de las personas que realizarán las actividades. En las acciones de mantenimiento

programado y correctivo, la empresa lo realiza con personal propio o contratado permanentemente, mientras que en los nuevos proyectos y de ingeniería de mantenimiento se contrata personal de tiempo extra. En la Figura 40 se describen las actividades.

**Figura 38. Adquisición de personal para YPFB Logística**

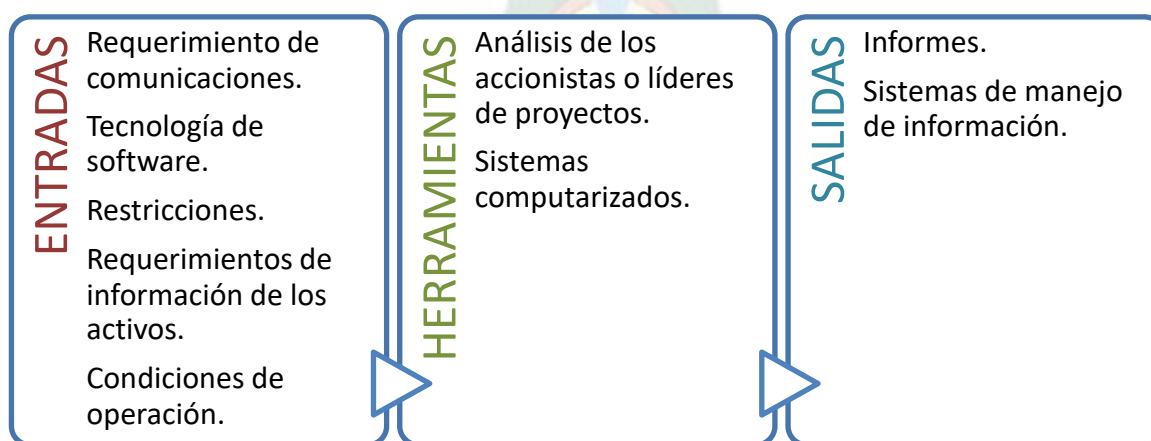


Fuente: Elaboración propia, en base a (Project Management Institute, 2015)

#### **4.4.4.12. Manejo de las comunicaciones**

En la gestión del mantenimiento es necesario tener un plan de recolección y almacenamiento de datos operacionales de los activos, registros y documentos; ya que éstos son el pilar para la toma de decisiones basada en hechos y la garantía de confiabilidad en el proceso. La Figura 41 muestra los elementos del proceso.

**Figura 39. Manejo de las comunicaciones para YPFB Logística**

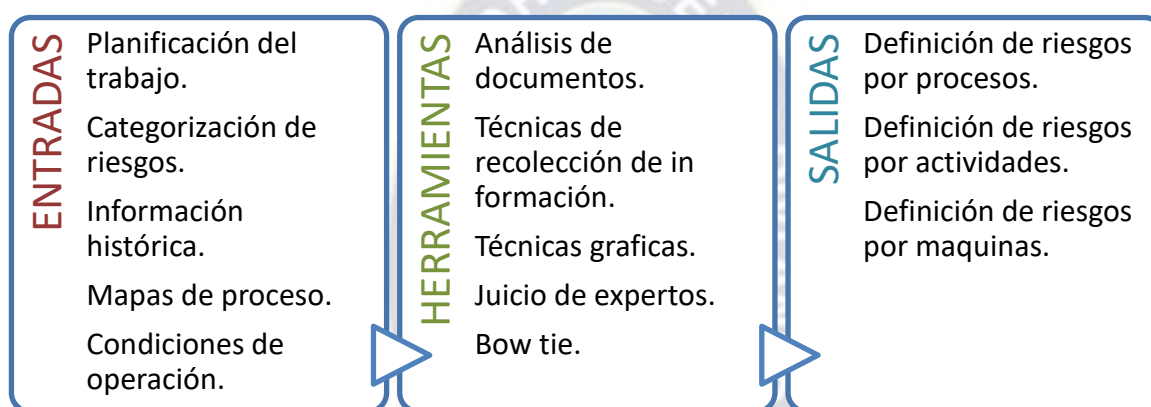


Fuente: Elaboración propia, en base a (Project Management Institute, 2015)

#### 4.4.4.13. Manejo de riesgos

Se consideran 3 procesos, los cuales pueden ser aplicados en la gestión de las actividades y en las operaciones. En el mantenimiento es sumamente importante el manejo de los riesgos que pueden afectar la gestión, pero también los inherentes a la realización del trabajo, ya que éstos afectan los objetivos estratégicos de calidad, disponibilidad del servicio. La identificación de riesgos consiste en ubicar, identificar y caracterizar los riesgos que pueden afectar la ejecución del trabajo y la confiabilidad operacional. La Figura 42 describe el proceso de la actividad.

Figura 40. Definición de riesgos para YPFB Logística



Fuente: Elaboración propia, en base a (Project Management Institute, 2015)

Durante la gestión del trabajo, existen riesgos presentes en los que se pueden identificar los siguientes para cada actividad:

#### Riesgos de alcance:

- Actividades no previstas.
- Falta de claridad en los requerimientos de calidad.

#### Riesgos de tiempo:

- Retrasos producidos por paros de actividades, falta de materiales, clima adverso o programación de trabajos extraordinarios.
- Errores en la estimación.



- Falta de negociación.
- Cambios en la cantidad de trabajo.

#### **Riesgos del costo:**

- Variabilidad imprescindible de los precios de los insumos, refacciones, equipos y demás recursos.
- Accidentes y robos en el proyecto (Robo de cable el más común).
- Baja productividad.
- Bajo desempeño de los activos.

#### **Riesgos de las comunicaciones e información:**

- Mala interpretación de la información.
- Ausencia de planificación de las comunicaciones.
- Inapropiado uso de los medios.
- Falta de información actualizada.
- Ausencia de planes de recolección y manejo de la información.

#### **Riesgos del recurso humano:**

- Falta de motivación e integración de personal.
- Conflictos mal tratados y resueltos.
- Baja recompensa emocional.
- Falta de especificación en los roles, responsabilidades y asignaciones.
- Ausencia de liderazgo.
- Pobre rendimiento de cuentas.

#### **Riesgos de la calidad:**

- Pobre desempeño.
- Impacto ambiental, seguridad e higiene.
- Pobre actitud hacia la calidad y excelencia.
- Falta de estándares en el diseño, métodos y procesos.

- Programas equivocados para el aseguramiento de la calidad.

### **Riesgos del riesgo:**

- Subestimación del riesgo.
- Irreal optimismo.
- Inapropiada asignación de responsabilidades.
- Pobre gerencia de la seguridad.
- Falta de información de la disponibilidad del personal.
- Falta de confort y ergonomía de actividades y equipo.
- Falta de gestión de proyectos.

La gestión de mantenimiento debe velar para que, durante la fase operativa, se controlen los riesgos que puedan afectar la operatividad segura de los activos, es decir, la posibilidad de fallas que es necesario tomar en cuenta para realizar las acciones bajo premisas que contemplen respuestas a los riesgos presentes. Los patrones más frecuentes que rigen los modos de falla son los siguientes (gestiopolis, 2015):

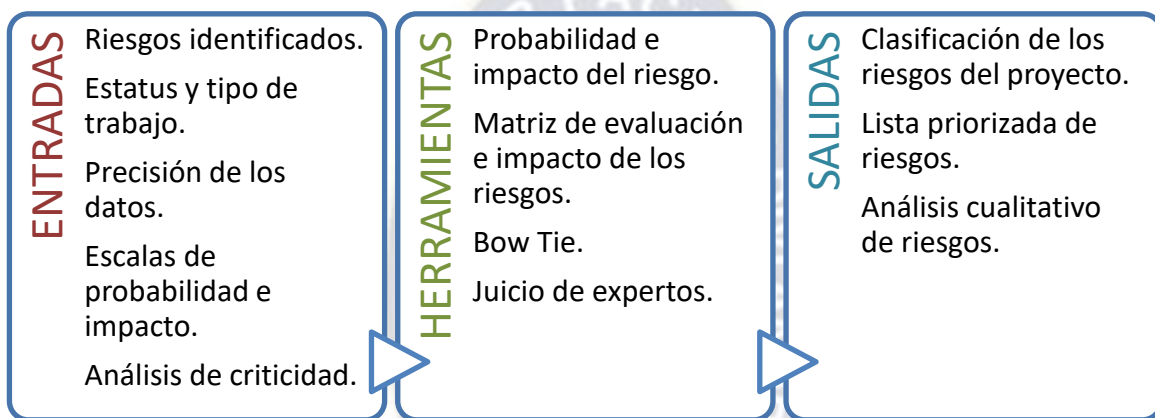
- Modelos de falla según la curva de la bañera (alto índice de fallas al inicio de la vida, luego se sigue un periodo de estabilización con fallas aleatorias más o menos constantes, y finalmente se incrementan por desgaste, conocido como fallas por edad).
- Modelo de falla tradicional, el cual considera que la probabilidad de fallas aumenta con el tiempo.
- Índice de falla incremental con el uso (la probabilidad de fallas aumenta con el uso del activo).
- Índice de fallas que considera baja probabilidad al inicio y comportamiento aleatorio constante en el tiempo.
- Índice de falla constante independientemente del envejecimiento del activo.
- Modelo tipo J invertida. Según este modelo, existe alto índice de fallas infantiles y luego le sigue un periodo de fallas constantes.

- Eventos con consecuencias humanas o materiales que pueden ser causas por mala operación o por desgastes naturales.

#### 4.4.4.14. Calificación de riesgos

Es el proceso de evaluación del riesgo para determinar el efecto que tiene con el trabajo y la disponibilidad de los activos, debido a la alta posibilidad que ocurra un evento o el impacto de su ocurrencia. En la Figura a continuación se ejemplifica la actividad.

Figura 41. Calificación de riesgos para YPFB Logística



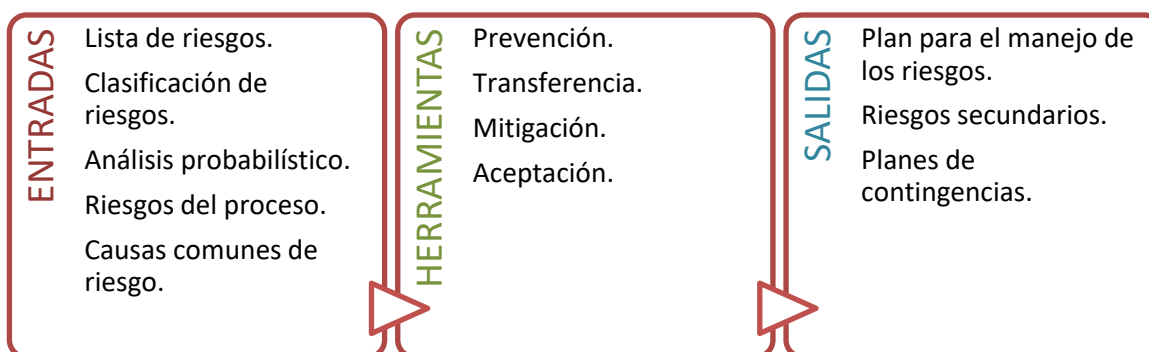
Fuente: Elaboración propia, en base a (Project Management Institute, 2015)

#### 4.4.4.15. Plan de respuesta

Es el curso de acción para evitar o reducir el impacto de los riesgos, que permite llevar a cabo los trabajos de acuerdo con el plan; determinar qué acción específica tomar y en qué momento, tanto en el desarrollo del proyecto como en la selección del trabajo de acuerdo a la consecuencia de las fallas identificadas.

Todo debes estar apoyado por una metodología específica.

**Figura 42. Plan de respuesta para YPFB Logística**

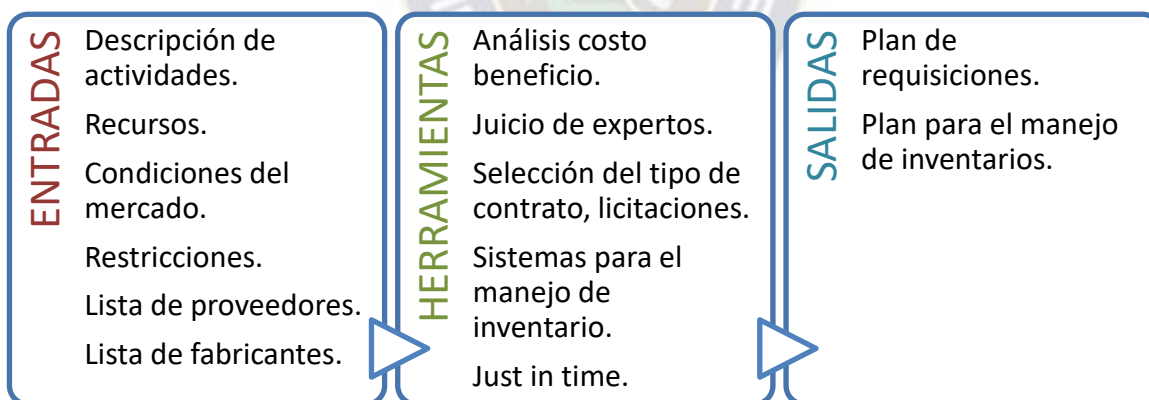


Fuente: Elaboración propia, en base a (Project Management Institute, 2015)

#### **4.4.4.16. Planificación de necesidades**

Consiste en identificar las principales necesidades del proyecto y la necesidad de adquirirlos determinando la forma, fecha, cantidad y sitio de la entrega o ejecución. Para el mantenimiento, es importante el manejo del inventario de repuestos y refacciones, ya que introduce un factor de ineficiencia y aumento de los costos. La figura siguiente describe las actividades.

**Figura 43. Planificación de necesidades para YPFB Logística**



Fuente: Elaboración propia, en base a (Project Management Institute, 2015)

#### **4.4.4.17. Planificación de las adquisiciones**

Consiste en producir la documentación necesaria para la contratación de los productos y servicios requeridos. Es recomendable establecer acuerdos con los fabricantes y formar una cadena de suministros, a fin de garantizar la entrega justo a tiempo para reducir los costos de manejo de inventario sin detrimento de la

soportabilidad, por tiempos de espera. En la figura a continuación se muestra el proceso.

**Figura 44. Planificación de las adquisiciones para YPFB Logística**

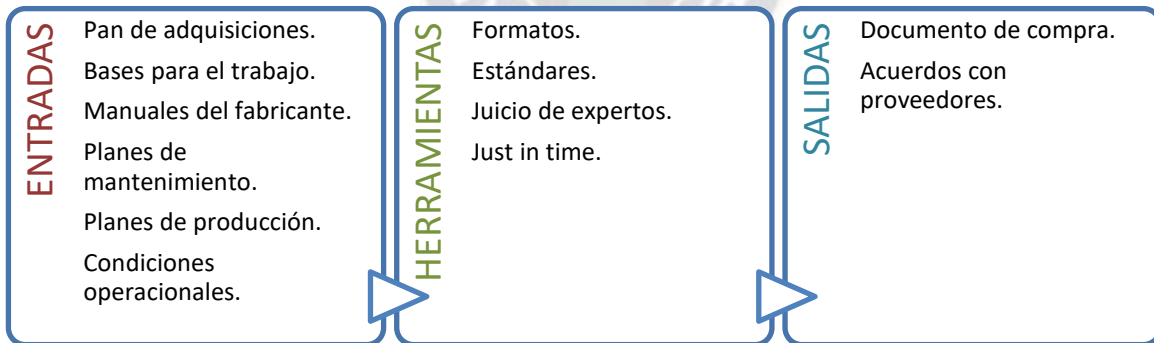


Fuente: Elaboración propia, en base a (Project Management Institute, 2015)

#### **4.4.4.18. Área de integración**

Desarrolla el plan integral de trabajo. Implica ensamblar en forma ordenada todos los aspectos del proyecto que permiten llevarlo a buen término. En la Figura 47 se describen las fases del proceso.

**Figura 45. Área de integración para YPFB Logística**



Fuente: Elaboración propia, en base a (Project Management Institute, 2015)

#### **4.4.5. Fase de ejecución**

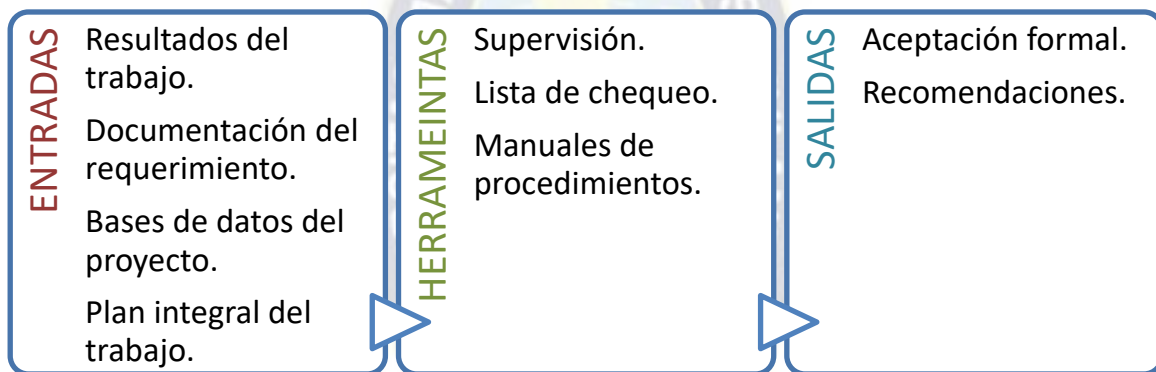
En esta fase, la gerencia desarrolla todos los procesos enmarcados dentro de acciones que pretenden dar respuesta a los problemas técnicos que se presentan durante la ejecución del trabajo. En el mantenimiento, un alto porcentaje de éxito, está asociado a la ejecución, fundamentalmente cuando se

trata de aplicaciones menores y correctivas, donde el tiempo disponible para la planificación es extremadamente escaso; aunque esto no necesariamente conlleva a un detrimento de la calidad, sino introduce un elemento de riesgo que debe ser suplido con alto desempeño en la fase ejecutora.

#### 4.4.5.1. Verificación del enlace

Son el conjunto de acciones que se llevan a cabo para verificar que se haga lo que se incluyó en el alcance. En la Figura 48 se muestra el proceso. En las acciones de mantenimiento menor, la verificación de alcance debe hacerse en sitio, ya que el tiempo de ejecución es muy corto en la mayoría de las ocasiones.

Figura 46. Verificación del enlace para YPFB Logística



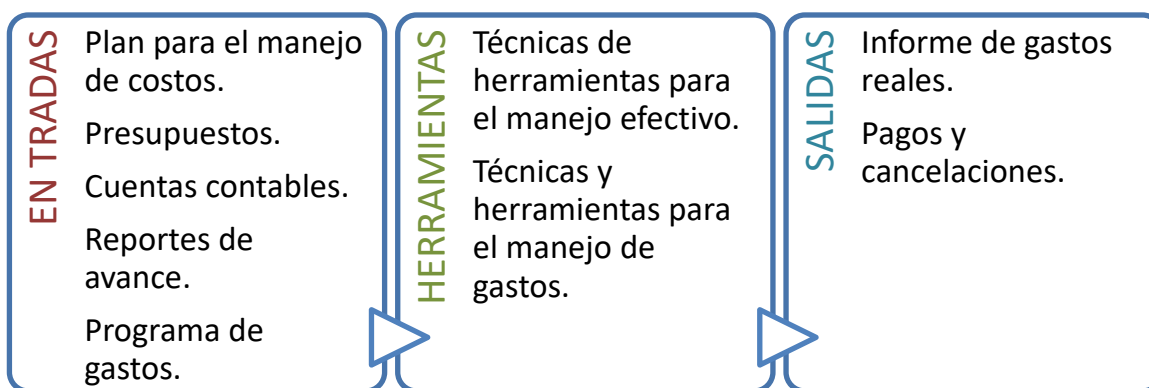
Fuente: Elaboración propia, en base a (Project Management Institute, 2015)

#### 4.4.5.2. Manejo de la tesorería

El manejo de las entradas y salidas en el mantenimiento, se hace complejo debido a la diversidad de actividades que se ejecutan y por la rapidez de las actividades. El manejo apropiado de la tesorería permite saber con certeza el gasto de sustentación de cada activo, que es un elemento determinante para verificar cuando es necesario su reemplazo. En la Figura 49 se muestra el proceso.



**Figura 47. Manejo de la tesorería para YPFB Logística**

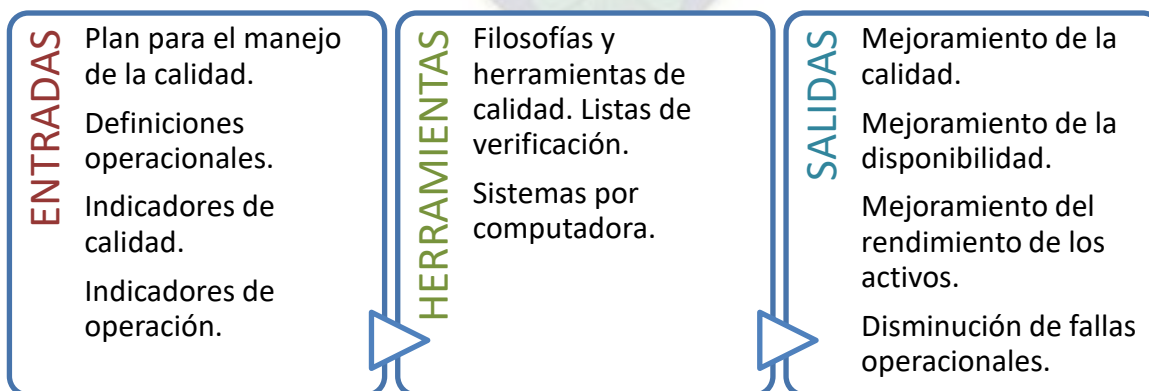


Fuente: Elaboración propia, en base a (Project Management Institute, 2015)

#### **4.4.5.3. Asegurar la calidad**

Este proceso permite asegurar llevar a la realidad lo planificado. Para el mantenimiento es importante apoyarse en los sistemas de la calidad, como las filosofías y herramientas mencionadas en esta investigación, que permitan aplicar los principios de calidad, no solo a un trabajo en particular; sino que también en la gestión propiamente dicha, sabiendo que de esta manera cada acción emprendida producirá un resultado según estándares de calidad. En la Figura 50 de muestra el proceso.

**Figura 48. Aseguramiento de la calidad para YPFB Logística**

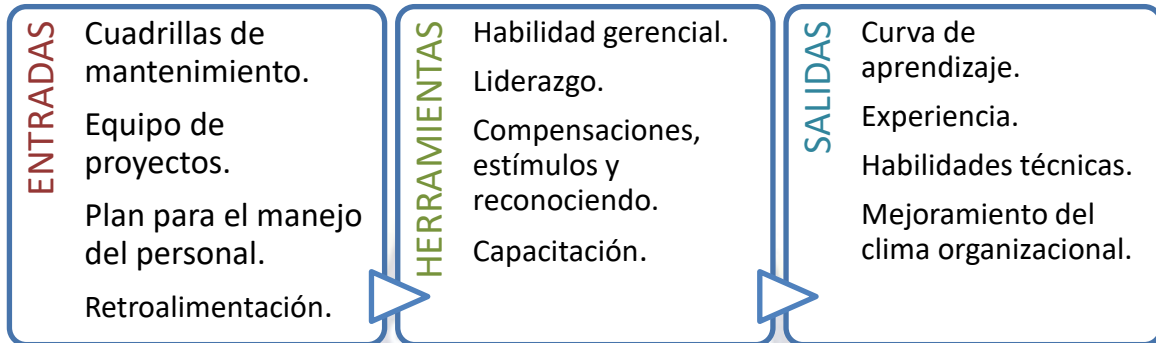


Fuente: Elaboración propia, en base a (Project Management Institute, 2015)

#### 4.4.5.4. Desarrollo de equipos de trabajo

Se debe conformar un equipo de proyectos de mantenimiento para vigilar la correcta aplicación, supervisión y control de las filosofías y herramientas de calidad, es decir, vigilar que las acciones de mantenimiento sean proactivas. Estas servirán de soporte técnico de la gestión.

Figura 49. Desarrollo de equipos de trabajo para YPFB Logístico

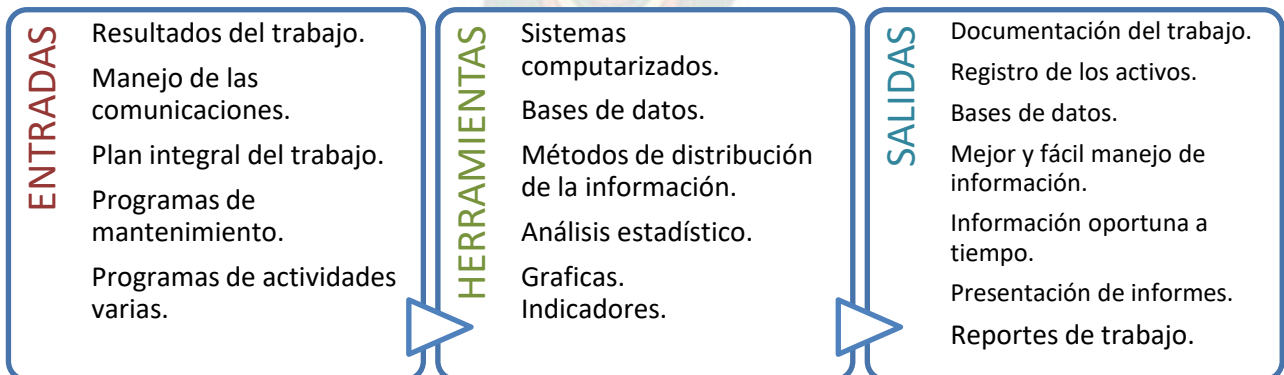


Fuente: Elaboración propia, en base a (Project Management Institute, 2015)

#### 4.4.5.5. Distribución de la información

Consiste en hacerle llegar la información, de todo tipo, requerida a todos los miembros participantes en el momento adecuado. Para el mantenimiento es de suma importancia contar con datos históricos de todos los sucesos, acciones y el equipo. Los activos deben tener un archivo completo de todos los eventos, los cuales deben estar disponibles para apoyar la planificación, ejecución, producción e ingeniería de mantenimiento y confiabilidad.

Figura 50. Distribución de la información para YPFB Logística



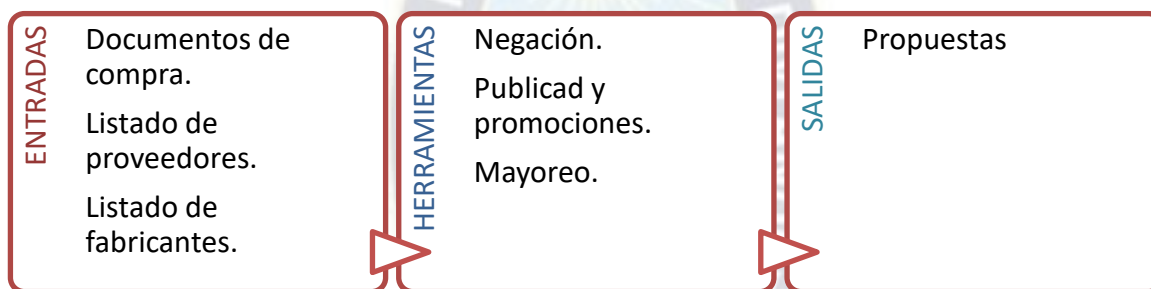
Fuente: Elaboración propia, en base a (Project Management Institute, 2015)

En la fase de ejecución se llevan a cabo los procesos asociados al abastecimiento de productos y servicios; a la recepción de ofertas, la selección de proveedores y la administración de los contratos.

#### 4.4.5.6. Recepción de ofertas

El éxito del mantenimiento tiene un gran componente asociado a la gestión adecuada del abastecimiento, ya que las actividades, en su mayoría, tienen alto consumo de materiales y repuestos, y algunas empresas incluso, contratan los servicios. La gerencia debe canalizar todo lo referente a las negociaciones, licitaciones y la recepción de las ofertas. La Figura 52 muestra los principales elementos que intervienen en el proceso.

Figura 51. Recepción de ofertas para YPFB Logística

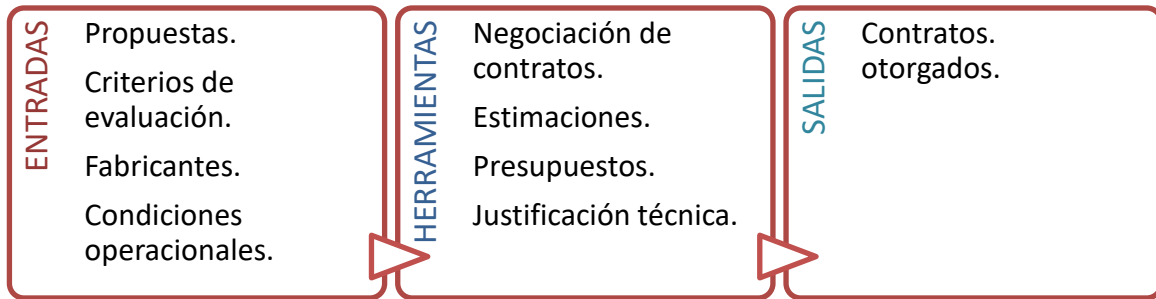


Fuente: Elaboración propia, en base a (Project Management Institute, 2015)

#### 4.4.5.7. Selección de proveedores

Este proceso se facilita al tomar en cuenta que, para garantizar la integridad de los activos y del personal operativo, los activos deben usar repuestos originales o de la misma calidad. Por esto, la línea de abastecimiento debe estar formada principalmente por clientes certificados, que incluso en muchas ocasiones se pueden establecer acuerdos de servicio para garantizar la confiabilidad. Sin embargo, en el mantenimiento se requieren servicios adicionales catalogados dentro de la gama de acciones indispensables para asegurar la continuidad operacional. El proceso de selección de proveedores se lleva a cabo a través de un matriz técnico económico y legal para asegurar la rentabilidad integral y la transparencia. El proceso se muestra en la Figura a continuación

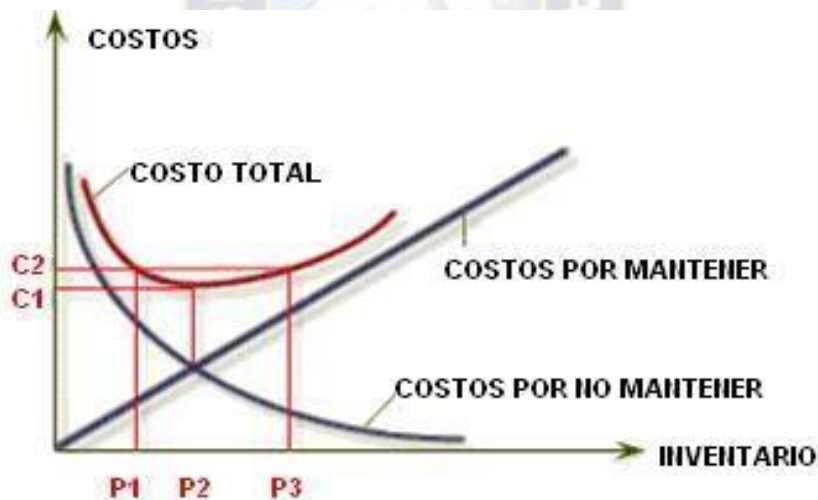
Figura 52. Selección de proveedores para YPFB Logística



Fuente: Elaboración propia, en base a (Project Management Institute, 2015)

La gestión moderna del mantenimiento se desarrolla en torno de la cadena de valor de proveedores para asegurar la entrega oportuna y de calidad, para reducir al mínimo los inventarios, aplicando la filosofía justo a tiempo (JIT). En la gráfica siguiente se ven reflejados los costos por manejo de inventario.

Figura 53. Costos de manejo de inventario



Fuente: (Calidad y gestión, 2015)

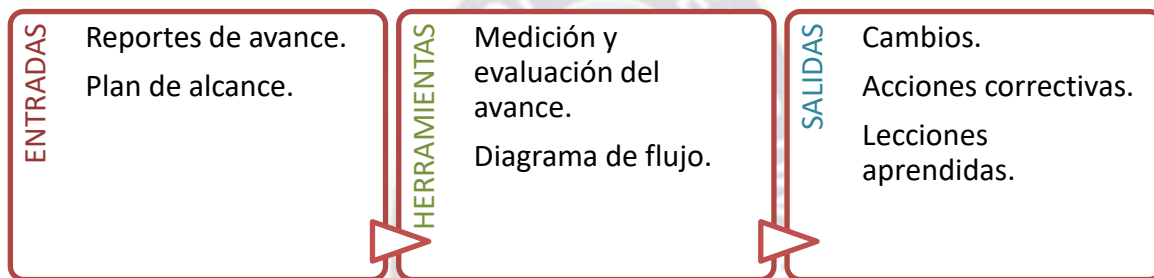
#### 4.4.6. Fase de control

El control de los trabajos de mantenimiento, vistos como proyectos, comienza por controlar el alcance, hasta los cambios que se vayan dando, producto de las necesidades que surjan durante la ejecución física y que pretendan asegurar un mejor desempeño futuro de los activos.

#### 4.4.6.1. Control del alcance

El alcance del trabajo es la esencia del proyecto, ya que es producto de los estudios previos que dan su origen, por lo que es vital que se controle, que se alinee con los objetivos que se planearon. Es necesario que los cambios que se lleven a cabo se manejen con el nivel de autorización técnica y legal correspondiente. Para el mantenimiento correctivo es indispensable que cada trabajo realizado sobre un activo quede perfectamente documentado, ya que esto permitirá mejorar la planeación para las acciones futuras. En la Figura 56 se muestra el proceso.

Figura 54. Control de alcance para YPFB Logística

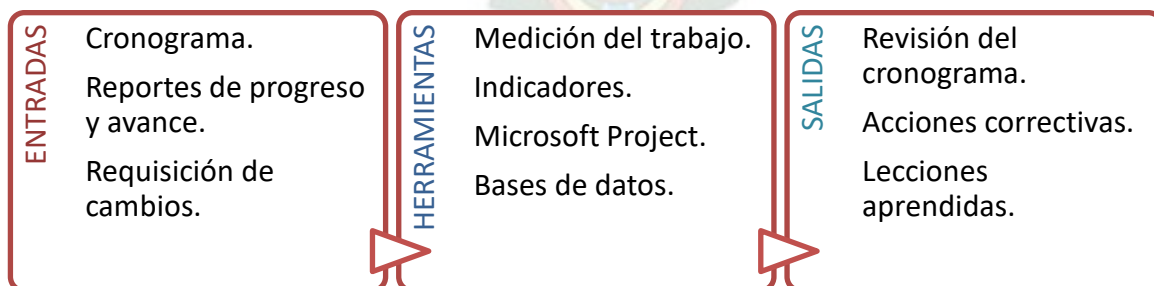


Fuente: Elaboración propia, en base a (Project Management Institute, 2015)

#### 4.4.6.2. Control del trabajo

El cronograma es el proceso donde se evalúa el avance y comportamiento de la ejecución de las actividades en cuanto a tiempo, uso de recursos y progreso en comparación con lo planeado. El cumplimiento del cronograma se detalla en el siguiente proceso de la figura a continuación:

Figura 55. Control del cronograma para YPFB Logística

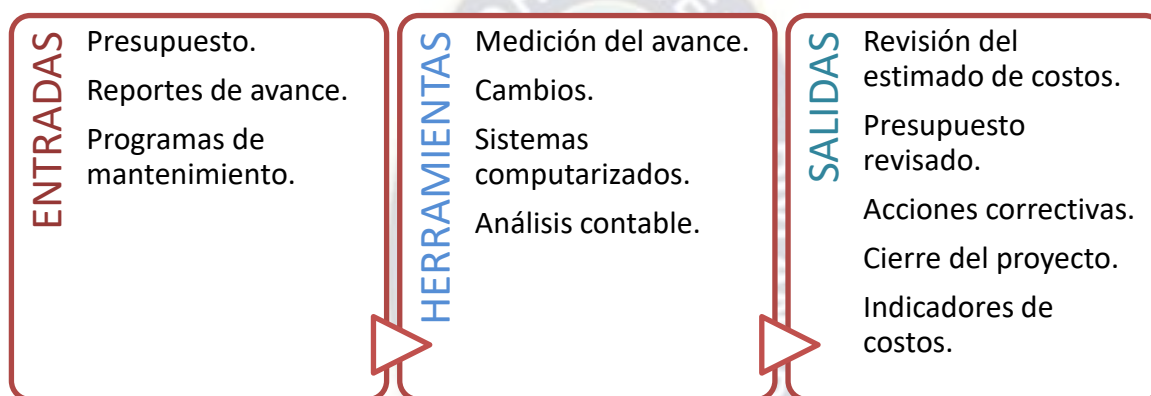


Fuente: Elaboración propia, en base a (Project Management Institute, 2015)

#### 4.4.6.3. Control del Costo

Es el conjunto de acciones que se ejercen para la revisión contable de los gastos acumulados de los proyectos y los programas que se están llevando a cabo en la gerencia de operaciones de YPFB Logística para ser comparados con los respectivos presupuestos. La tendencia moderna indica que los presupuestos deben estar centrados en los activos, y que éstos deben estar gestionados como elementos de producción. En esta propuesta se usa la metodología de costos basados en actividad para controlar los costos.

Figura 56. Control del costo para YPFB Logística



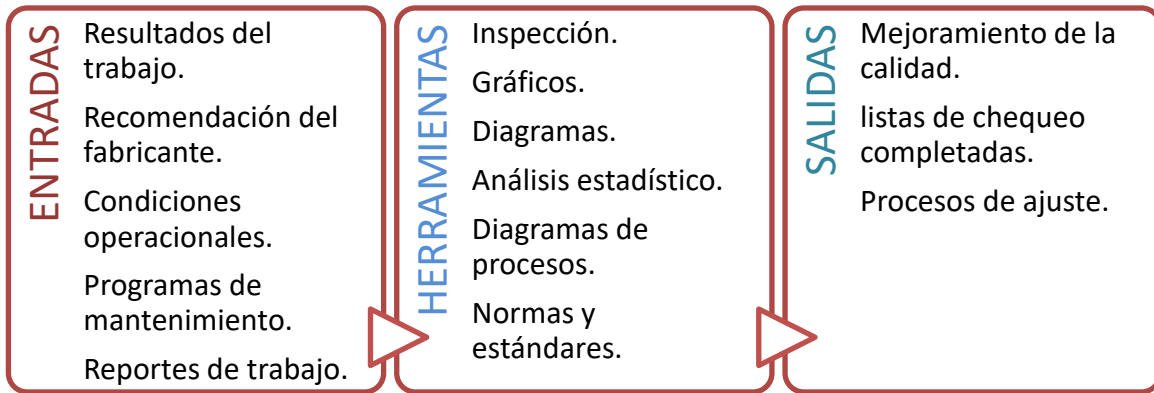
Fuente: Elaboración propia, en base a (Project Management Institute, 2015)

#### 4.4.6.4. Control de la calidad

Es el proceso de verificación de las variaciones en los parámetros contemplados en las especificaciones, mejores prácticas y recomendaciones del fabricante, además de las propias actividades que conlleva el mantenimiento.



**Figura 57. Control de calidad para YPFB Logística**

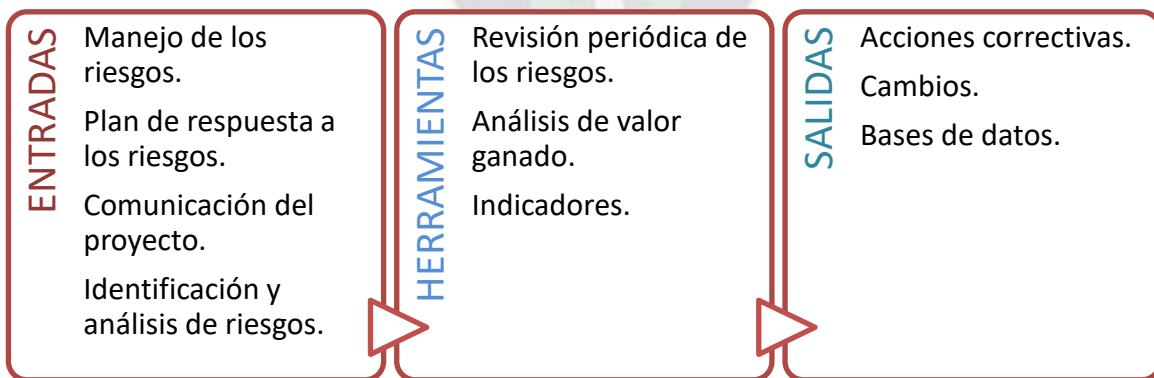


Fuente: Elaboración propia, en base a (Project Management Institute, 2015)

#### **4.4.6.5. Control de respuestas a riesgos**

Para el mantenimiento es importante dar respuesta adecuada durante la ejecución del trabajo, pero también es determinante garantizar las acciones que minimicen los eventos indeseados en la fase operativa, dando respuesta oportuna con acciones de mantenimiento proactivas, es decir, desarrollar las actividades para cambiar una situación riesgosa indeseada, por situaciones seguras y confortables para la empresa. En la Figura 60 se describe el proceso.

**Figura 58. Control de respuestas de riesgos para YPFB Logística**



Fuente: Elaboración propia, en base a (Project Management Institute, 2015)

#### **4.4.7. Fase de cierre**

Esta etapa se materializa con la entrega formal del proyecto. En el mantenimiento, el protocolo de entrega es muy importante, ya que se transfiere la información

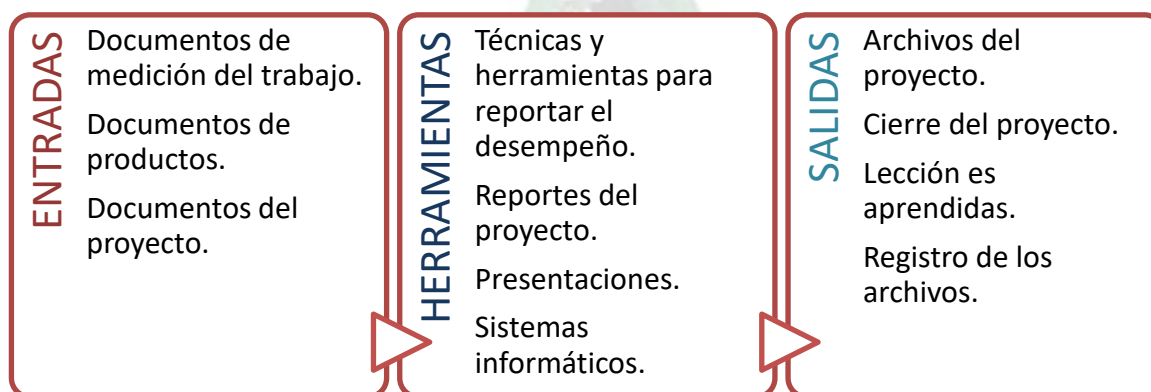
necesaria para la operación correcta de los activos. Los cierres administrativos se deben llevar a cabo con rigor para asegurar que la información y cualquier tipo de acontecimiento sea registrado correctamente en las bases de datos y sirva como antecedente histórico de cada activo.

#### 4.4.7.1. Cierre administrativo

Consiste en generar el informe final del trabajo donde se reflejan todos los eventos que sucedieron, así como las fallas y logros alcanzados. En el mantenimiento, es un histórico que debe incluir lo que se hizo, lo que se reemplazó o modificó, qué tipo de material o repuesto se instaló, entre otras cosas; dejando asentadas las nuevas condiciones operativas del activo. También debe reflejar las mejores prácticas aplicadas durante la ejecución y el informe de las experiencias vividas, con los respectivos hallazgos encontrados. La Figura 61 muestra el proceso.

También recomendaría detallar el desempeño del recurso humano junto con el análisis del informe final del trabajo. El desempeño de las cuadrillas de mantenimiento es muy importante, ya que la ejecución de las actividades es realizada por ellos, y es lo que le da estabilidad y aumenta el nivel de experiencia y especialización. Debido a lo anterior, es importante evaluar individualmente el personal técnico según la actividad o proyecto que se lleve a cabo.

Figura 59. Cierre administrativo para YPFB Logística



Fuente: Elaboración propia, en base a (Project Management Institute, 2015)

#### **4.5. Desarrollo del equipo de proyectos**

El modelo de gestión de mantenimiento propuesto, incluye el desarrollo de una oficina encargada a gestionar proyectos con la finalidad de manejar de manera integral todos los programas y proyectos, y más allá de eso, los programas y proyectos de optimización y mejoras de tecnologías en la infraestructura.

El área de mantenimiento debe tener una función estratégica para planificar a largo plazo el mantenimiento, reemplazo de equipos y cambios de tecnología, así como garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los activos.

También tiene una función operativa que se encarga de coordinar y programar el uso de los recursos a fin de ejecutar las acciones de mantenimiento en función del aseguramiento en el cumplimiento de los planes de producción diarios. Esta planificación y coordinación se realiza considerando que los recursos siempre son limitados. Es por esto, que es imprescindible gerenciar de acuerdo con una visión estratégica.

El equipo de proyectos se encargará de la planificación y coordinación de los trabajos en función de los objetivos estratégicos mediante lo siguiente:

- Planeación estratégica. Se debe planificar la gestión y la tecnología de activos de acuerdo con políticas de competitividad según la dirección hacia donde quiera llegar la empresa, para guiarla en el cumplimiento de los objetivos.
- Programas. Todos los programas de mantenimiento serán gestionados integralmente con la finalidad de aprovechar al máximo los recursos, evitar interferencias entre proyectos, maximizar el valor agregado al cliente, asignar nuevos recursos según la prioridad del conjunto y no de metas temporales.
- Gerencia de portafolio. Esta metodología se basa en el principio de que los recursos de cualquier organización son limitados. Por ello, es necesario disponer de una metodología de gestión de la cartera de proyectos alineada con la estrategia de la empresa. Así, se ejecutarán los proyectos que aporten más valor a la organización.

- Gerencia de proyectos. La metodología planteada en esta investigación, busca gestionar cada trabajo haciendo uso de las herramientas de calidad y de gestión de proyectos para asegurar con los parámetros de éxito en tiempo, costo y calidad.
- Indicadores de gestión. Para asegurar el control de la gestión total, en este trabajo se pretende hacer uso del cuadro de mando integral como medio para asegurar un balance y coordinación desde el nivel estratégico hasta el nivel operativo. Bajo este punto de vista, el mantenimiento debe estar enfocado a garantizar el servicio, buscando la mezcla adecuada de elementos, prácticas y recursos para la creación de valor. Es por esto, que debe ser gestionado tomando en cuenta las cuatro perspectivas consideradas en el cuadro de mando integral siguientes (Dexon, 2014):
  - Financiera. Las medidas de actuación financiera indican si la puesta en práctica de la estrategia de mantenimiento está contribuyendo a la obtención de mejores resultados desde el punto de rentabilidad.
  - Cliente: se identifican los segmentos de clientes, es decir, para la propia empresa o para las empresas que subcontraten el mantenimiento con terceros, donde compiten las cuadrillas o las organizaciones de mantenimiento, así como también las medidas de desempeño de los mismos.
  - Proceso interno. Se identifican los procesos críticos internos en los que la organización debe ser excelente. Las medidas de los procesos internos se centran en aquellos procesos que tendrán mayor impacto en la satisfacción al cliente y en la consecución de los objetivos financieros.
  - Aprendizaje y crecimiento. La formación, establecimiento y crecimiento de una organización proceden de tres fuentes principales: las personas, los sistemas y los procedimientos. Las medidas basadas en los empleados, incluyen una mezcla de indicadores de resultados como la satisfacción, retención, capacitación y habilidades

de los empleados. En la gestión de mantenimiento indican la capacidad para innovar, cambiar y mejorar continuamente para alcanzar los objetivos en el ámbito de la competitividad.

#### 4.5.1. Cuadro de mando integral

En la Figura a continuación se muestra el esquema del cuadro de mando integral para una organización en sus cuatro perspectivas.

Figura 60. Cuadro de mando integral



Fuente: (Dexon, 2014)

La aplicación del cuadro de mando integral en el mantenimiento conlleva a la creación de un negocio con objetivos independientes alineados en todos los niveles, a fin de articular los esfuerzos de manera balanceada, tomando en cuenta el impacto de cada actividad de la cadena de valor en la competitividad y gestionarla según su importancia. Se ha demostrado que las estrategias de mantenimiento afectan las cuatro perspectivas de una organización, ya que actúa directamente en la capacidad de producción, la calidad y la seguridad, influyendo de esta manera en

el desempeño total de la empresa. Para la conformación del cuadro de mando integral de mantenimiento se deben entender los valores, objetivos organizacionales y las relaciones que guardan los objetivos estratégicos. Los pasos para la conformación son los siguientes:

- Planeación estratégica. La misión, visión, objetivos y valores que se representa en el enfoque de la gestión de mantenimiento basada en los principios de la gerencia de proyectos y de activos para asegurar la adecuada funcionalidad de estos, al mínimo costo, con seguridad e integridad del recurso humano y del ambiente. Alineación de objetivos de mantenimiento con los objetivos estratégicos de la organización regidos por valores organizacionales.
- Determinación de factores clave de éxito: factores incidentes en la confiabilidad operacional, disponibilidad y calidad.
- Gestión de la información: definirla, recolectarla, registrarla, analizarla, procesarla y tomar decisiones a partir de su manipulación.
- Representación gráfica de la información por medio de diagramas, gráficas y tablas para que se vean reflejadas las estrategias, objetivos, indicadores y metas de mantenimiento.

La mejora de la competitividad de la organización pasa por planear estrategias acordes a las circunstancias y objetivos alineados en todos los ámbitos del negocio, cuyos resultados busquen la satisfacción de los involucrados. Esto se logra mediante el cuadro de mando integral. En la Tabla 12 a continuación se muestra el cuadro de mando integral propuesto como apoyo al modelo.



**Tabla 12. Cuadro de mando integral**

Perspectiva	Estrategia	Objetivos	Indicador	Metas
Financiera	-costos basado en actividad	-Incremento de ingresos. -Reducción de costos de mantenimiento.	-Indicadores de calidad. -Relación costo de mantenimiento/horas de operación.	-Aumentar el porcentaje % sobre el periodo de evaluación anterior.
Cliente	-Aumentar la capacidad de producción y calidad. -Aumentar la productividad.	-Maximización del desempeño. -Disminución de retrasos. -Disminución de interrupción del servicio.	-Disponibilidad. -Desempeño. -Calidad. -OEE. -Fiabilidad.	-Aumentar el porcentaje % para asegurar el servicio.
Procesos internos	-Aplicación de ingeniería de mantenimiento y confiabilidad. -Gerencia de proyectos. -Modelo de gestión de mantenimiento.	-Aumento de la confiabilidad. -Aumento de la mantenibilidad. -Mejores prácticas.	-Confiabilidad. -Tiempo medio entre fallas. -Tiempo promedio para fallar. -Tiempo perdido efectivo por mantenimiento. -Tiempos medios de reparación.	- Aumentar el porcentaje % requerido para asegurar la calidad y productividad con un costo planificado.
Desarrollo del recurso humano.	-Implementación del modelo de gestión de mantenimiento (MCC, TPM, MCM). -Metodología de la gerencia de proyectos.	-Motivación del personal. -Capacitación. -Aplicación de tecnologías.	-Tiempo de esperar para reparar. -Calidad. -Rotación de personal.	-Aumento del porcentaje % sobre el periodo de evaluación anterior.

**Fuente: Elaboración propia en base de datos de YPFB Logística**

#### **4.5.2. Implementación del plan de sistema de gestión de mantenimiento**

El estudio de factibilidad de la propuesta está dirigido a evaluar el aspecto técnico y económico de manera general, sin embargo, dado el grado de información con que se cuenta referente al mejoramiento de la gestión, permite afirmar que existe suficiente demanda como para desarrollar e implementar el modelo. “Todo proceso es susceptible de mejora”.

El modelo de gestión propuesto en esta investigación, puede implementarlo cualquier empresa cuya productividad dependa de los activos físicos y aquellas que su actividad primaria sea el mantenimiento. Este trabajo de investigación contribuirá efectivamente en la mejora continua de los procesos e impactará directamente la calidad del servicio para la planta de almacenaje de combustibles líquidos YPFB Senkata A nivel operacional, la infraestructura a utilizar es la misma que se usa actualmente para ejecutar las acciones de mantenimiento, sin embargo, el modelo se apoyará en sistemas computacionales que permitan mejorar el manejo de la documentación, manejar la información adecuada y oportunamente, y aplicar las herramientas modernas para el análisis de fallas, análisis de riesgos, análisis de criticidad de equipos y herramientas para la gestión de proyectos, tomando en cuenta los requerimientos de producción y la calidad del servicio. Bajo esta perspectiva, la propuesta planteada es completamente factible.

Para desarrollar el modelo de gestión, el mayor costo se refiere a la labor profesional, que se estima alrededor de 950 hrs. (3.9 meses, tomando en cuenta que la implementación del modelo se realizará en el turno matutino únicamente). Para implementar el modelo es necesario capacitar al personal técnico operativo. Para la preparación del personal, según el juicio de expertos, se requiere de un mínimo de 160 hrs. (20 días) de capacitación teórica y 200 hrs. (25 días) de capacitación práctica en campo. También es económicamente factible llevarlo a cabo. La implementación del modelo de gestión pasa en primer término, por la aceptación y el compromiso de la gerencia. Esto se logra solamente cuando son evaluados los beneficios que éste trabajo brinda a la organización dentro del marco de la calidad y competitividad.

De acuerdo con el análisis realizado en la empresa en estudio, no se posee como tal, un sistema de gestión de mantenimiento formal, por lo que la implementación de este trabajo se debe iniciar con la formación de las bases de un sistema de mantenimiento proactivo, pasando después a la fase de gestión del mismo, considerando que las acciones llevadas a cabo son únicas y deben ejecutarse en el mínimo tiempo posible, con el mínimo costo y la máxima calidad usando la

metodología de la gerencia de proyectos y apegándose a los modelos de gestión de mantenimiento más usados. Los pasos generales para la implementación del modelo de gestión de mantenimiento propuesto se muestran en la Figura a continuación:

**Figura 61. Propuesta de la implementación de modelo de gestión del mantenimiento**



**Fuente: Elaboración propia en base de datos de YPFB Logística**

El proyecto se realizará en dos fases: la etapa de planeación y después la etapa de ejecución, control y cierre, que se siguen de acuerdo a la estructura de la gerencia de proyectos propuesta por el PMI.

### 4.5.2.1 Definición y desarrollo

Para llevar a cabo la implementación del modelo de gestión de mantenimiento propuesto, y una vez tomada la decisión de iniciar, es necesario desarrollar las bases organizativas del proyecto, de la empresa en estudio, arrancará desde cero debido a que no se cuenta con un sistema de gestión de mantenimiento. En la Tabla a continuación se muestran los procesos y áreas de conocimiento a seguir, según el PMI.

Tabla 13. Definición y desarrollo del proyecto

	Inicio	Planificación	Ejecución	Control	Cierre
<b>Gestión de integración.</b>		-Desarrollo del plan	-Ejecución del plan del proyecto.	-Control de cambios.	
<b>Gestión de alcance.</b>	-Iniciación (decisión gerencial).	-Plan y definición del alcance.		-Verificación del alcance. -Control de cambios de alcance.	
<b>Gestión de tiempo.</b>		-Definición y secuencia de actividades. -Estimación de la duración. -Desarrollo del cronograma.		-Control del cronograma.	
<b>Gestión de costos</b>		-Plan de recursos. -Estimación de costos. -Presupuesto.		-Control de costos.	
<b>Gestión de calidad</b>		-Plan de calidad	-Asesoramiento de la calidad.	-Control de la calidad.	
<b>Gestión de recursos humanos.</b>		-Plan organizacional. -Incorporación recursos.	-Desarrollo del equipo.		
<b>Gestión de la comunicación.</b>		-Planificación de las comunicaciones.	-Distribución de la información.	-Reportes de avances.	-Cierre administrativo.
<b>Gestión de riesgos.</b>		-Identificación de riesgos. -Análisis de riesgo. -Plan de respuesta.		-Monitoreo y control de los riesgos.	
<b>Gestión de adquisición.</b>		-Planificación de adquisiciones	-Solicitar recursos administrativos. -Contratos.		-Cierre de contratos.

Fuente: Elaboración propia en base de datos de YPFB Logística

**El inicio** se da con la decisión de la gerencia una vez analizados los beneficios que puede alcanzar la organización como producto de la aplicación de las filosofías de gestión.

**La planificación.** El proyecto abarca todas las estructuras de la organización de los departamentos de la planta de almacenaje de combustibles líquidos YPFB Senkata, tanto administrativos como operativos, por lo que se debe tomar en cuenta la infraestructura física y el recurso humano para lograr desarrollar la filosofía y hacer uso de ella.

**Alcance.** Es básicamente poder implementar un modelo de gestión de mantenimiento para incrementar la calidad en la planta de almacenaje de combustibles líquidos YPFB Senkata. Está basado en los principios de la gerencia de proyectos, teniendo como base las tecnologías de mantenimiento proactivo orientadas a la mejora continua de la confiabilidad, calidad, seguridad y maximización del retorno de la inversión sobre los activos.

**Tiempo.** Para lograr los objetivos del proyecto es necesario desarrollar una nueva cultura en toda la estructura de la organización. Se debe considerar, además de la realización de las actividades, el aprendizaje organizacional. En mi opinión, esto es un proceso continuo que comienza su aplicación después de un tiempo mínimo de un año, asegurando que la gerencia ejerza el liderazgo proactivo sobre el proyecto.

**Costo.** Los costos principales para la implementación son los asociados a la capacitación del personal y a la adquisición de materiales, equipo y refacciones, las cuales están tomadas en cuenta.

**Calidad.** El desarrollo del proyecto se debe llevar a cabo de acuerdo con los estándares, aplicando las mejores prácticas en cuanto al desarrollo organizacional y a la realización de las actividades.

**Recursos humanos.** El recurso humano es la pieza clave para lograr la implementación del proyecto y para su mantenimiento en el tiempo. El desarrollo

del equipo de proyectos debe estar conformado por miembros altamente capacitados.

**Riesgo.** El desarrollo integral de una filosofía empresarial lleva consigo innumerables riesgos, los cuales se refieren a la implementación inicial y al mantenimiento del proyecto. Por esta razón, se considera un modelo para establecer las bases teóricas del mismo y que se lleve a la práctica y arroje resultados beneficiosos que reflejen la relación causal con la matriz de origen.

En la siguiente tabla se muestra la matriz de riesgo, identificación, calificación y el plan de respuesta.

**Tabla 14. Matriz de riesgos**

Identificación	Impacto	Respuesta
Falta de compromiso y desconocimiento de la alta gerencia.	El impacto es elevado, debido a que se requiere conocimiento y liderazgo para lograr el cambio cultural de la organización. Sin esto, es imposible lograr objetivos.	La gerencia de mantenimiento debe monitorear la gestión del proyecto demostrando los beneficios del mismo.
Falta del recurso financiero.	El impacto es elevado, ya que la organización se sustenta en el recurso humano, el cual debe ser desarrollado y capacitado de acuerdo con las exigencias tecnológicas y filosóficas. Para esto se requiere presupuesto.	Para asegurar la implementación en todas las fases hasta la maduración, se recomienda elaborar un programa de presupuesto que abarque el tiempo que tomara la implementación total del modelo.
Falta de disponibilidad de personal calificado adecuado en la empresa.	El impacto es mediano puede retrasar el plan general al no cumplir con el plan de capacitación y por otro lado, al no contar con la pericia y habilidad del personal para llevar a cabo las actividades previstas.	Elaborar el presupuesto que incluya el costo adicional que representa la movilización y capacitación del personal.



Bajo nivel de competencia técnica del personal.	Impacto mediano, ya que retrasa el plan de realización de actividades.	Incrementar las horas de capacitación y desarrollar técnicas de transferencia de conocimiento en el lugar de trabajo.
Resistencia al cambio organizacional.	Impacto elevado, ya que coloca barreras que no permiten el desarrollo de un nuevo modelo de organización y de mejora continua.	Reforzamiento de la nueva cultura con la aplicación de liderazgo, motivación y estímulos para impulsar y facilitar el cambio.
Síndrome de fatiga temprana.	Impacto elevado. La organización espera resultados a corto plazo y al no tenerlos, pierde la motivación y no se logra el cambio deseado.	Reforzamiento del liderazgo y el establecimiento de metas reales y planes de motivación.
Síndrome de la dependencia y la delegación lateral.	Impacto elevado. El recurso humano se limita a delegar la responsabilidad y a depender de que alguien más actúe primero y tomé las decisiones. Al final, el ambiente organizacional se vuelve más pesado e imposibilita el avance.	Aumentar el nivel de interdependencia y autoridad de los puestos, delineando las responsabilidades de manera precisa. Se debe tener una comunicación efectiva en todos los niveles de la organización.

**Fuente: Elaboración propia en base de datos de YPFB Logística**

**Comunicaciones.** La creación de una matriz de opinión favorable a un objetivo, es una herramienta importante usada para llevar a cabo cambios de cultura organizacional, ya que influye positivamente en las personas. En tal sentido, el equipo de proyectos debe usar todos los medios disponibles para comunicar los objetivos, los beneficios y el progreso del proyecto.

**Adquisiciones.** En la fase de implementación, las adquisiciones se limitan a la capacitación y los sistemas de información, los cuales pueden impactar de gran manera en el logro de los objetivos y representan un elemento de riesgo dependiendo la ubicación física donde se realizan los trabajos.

**Integración.** Este proyecto tiene un impacto en toda la organización y en su estructura funcional, es por eso que se requiere la integración de los procesos del

proyecto y de las diferentes formas de pensar que van surgiendo con el avance de la nueva filosofía.

**Control de la implementación.** Para controlar cada uno de los procesos es necesario el establecimiento y uso de indicadores en los resultados de las actividades más importantes. Es necesaria la presentación mensual de informes del estado y progreso a la gerencia.

**Cierre del proyecto.** La mejor manera de lograr la permanencia en el tiempo del proyecto es que el equipo de proyectos esté formado por la misma gente que conforma la realización de las actividades y procesos de mantenimiento. La entrega no se produce de manera inmediata, sino que debe ser un proceso progresivo que comienza desde el inicio del proyecto hasta que se cumplan todas las fases planeadas, siendo la última de las fases el compromiso y participación total del personal de la planta de almacenaje de combustibles líquidos YPFB Senkata.

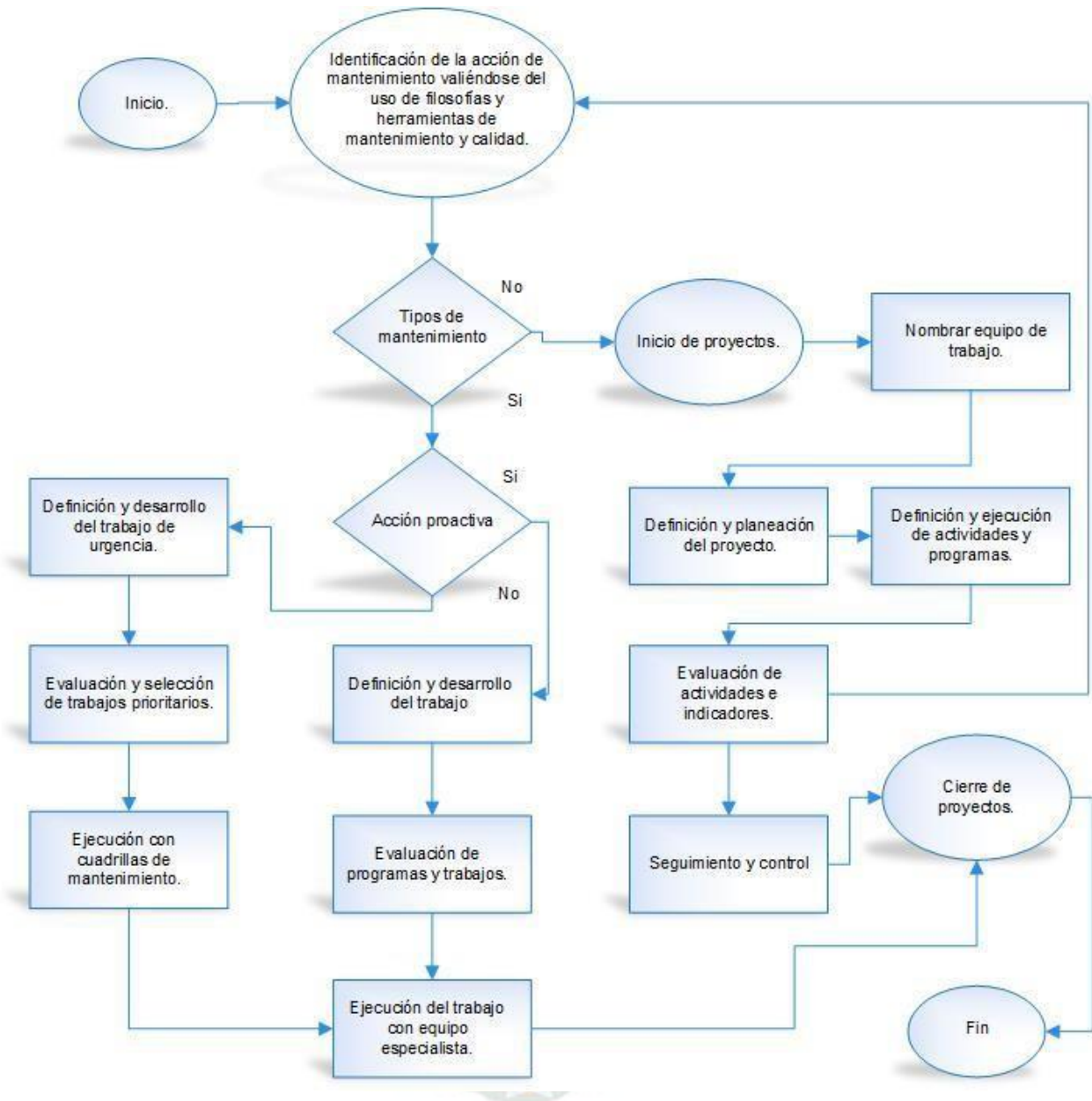
#### ***4.5.2.2. Implementación***

El objetivo de esta investigación es llevarlo a cabo como una filosofía guía de trabajo para conseguir el éxito de los proyectos que se realicen en tiempo, costo y calidad deseada que se mide en el nivel de aplicación práctica que logrará la organización con la nueva cultura. La metodología de la implementación sigue el modelo de la gerencia de proyectos que sugiere el PMI.

#### ***4.5.2.3. Diagrama de flujo***

En la Figura a continuación se muestra el diagrama de flujo que se sigue para el desarrollo del modelo de gestión de mantenimiento según la metodología de la gerencia de proyectos recomendada por el PMI y que se puede aplicar en la planta de YPFB logística según sus procesos.

Figura 62. Diagrama de flujo



Fuente: Elaboración propia en base de datos de YPFB Logística

Después de hacer un levantamiento de las actividades principales que se realizan, se procedió a la revisión, actualización y adecuación del diagrama de flujo medular con la participación conjunta con los jefes de grupo, supervisores y coordinadores con el objetivo de obtener una mejor visualización y orientación lógica de los procesos, secuencia, puntos de control y variables de medición. De

esta manera, se revisaron y adecuaron las omisiones, modificaciones y necesidades más importantes de las cuadrillas de mantenimiento para mejorar la gestión.

#### **4.6. Gestión medio ambiental (medidas preventivas, correctoras y compensatorias)**

Las medidas correctoras para minimizar el impacto ambiental son aquellas medidas que se implantan desde la fase inicial de la construcción hasta la fase posterior de operación, con el objetivo de minimizar el impacto adverso causado en cada una de ellas.

Dado que el impacto ambiental ocasionado por el proyecto es a lo sumo compatible, no se considera necesaria la introducción de medida correctora alguna. Las medidas correctoras aplicables, en su caso, pueden clasificarse conforme se indica a continuación.

Preventivas. Son aquellas medidas que se establecen para evitar que se produzca el impacto. Estas medidas se pueden implantar tanto en la fase de construcción de las instalaciones como en la operación de las mismas. Esta clase de medidas son las más adecuadas, ya que permiten la mejor protección del entorno.

Medidas contingentes o minimizadoras. Las medidas contingentes son aquellas que se aplican cuando no es posible asegurar la existencia de impacto o efecto adverso, sea por la imprevisibilidad de su evolución o por la imposibilidad de evitarlo. En esta situación, el objetivo es minimizar el impacto adverso causado.

**Tabla 15. Medidas preventivas o correctoras**

Acciones generadoras de Impacto	Medidas correctivas
<p>-Preparación del terreno, zanjas y excavaciones (levamiento de polvo)</p> <p>Pintado de elementos externos del tanque (Tubos soportes escaleras etc...)</p> <p>-Ruidos y vibraciones</p> <p>-Preparación del suelo de emplazamiento</p> <p>-Derrame de combustibles y riesgo de contaminación del suelo y subsuelo.</p> <p>-Deposición incorrecta de residuos y riesgo de contaminación del suelo y subsuelo.</p> <p>-Generación de aguas residuales por limpieza incorrecta de maquinaria.</p>	<p>-Regar con regularidad para mantener el suelo un tanto húmedo.</p> <p>-En planta sólo se permite pintar con rodillo, todos los trabajos de pintura se realizan en taller fuera de planta.</p> <p>-Emplear maquinaria moderna para generar menos nivel sonoro.</p> <p>Una vez terminadas las actividades de mantenimiento evaluar si no se generó algún tipo de derrame de aceites o similares.</p> <p>-Correcta gestión de los combustibles empleados y de los residuos generados.</p> <p>-Gestionar todos los residuos mediante un gestor autorizado.</p> <p>Limpiar la maquinaria solo en casos necesarios y asegurarse de que la zona este protegida e impermeable.</p>

Fuente: Elaboración propia

#### **4.6.1. Medidas compensatorias**

##### ***4.6.1.1. Medidas compensatorias al suelo***

Se contempla la reutilización de parte de la tierra vegetal retirada durante el desbroce de la parcela durante la plantación de las especies arbóreas y arbustivas que actuarán como pantalla vegetal.

Sí se contemplarán restauraciones de suelo, por afecciones imprevistas fuera de la parcela, se llevará a cabo un laboreo de descompactación y reposición de la tierra vegetal.



#### **4.6.1.2. Medidas compensatorias sobre el paisaje**

Para reducir el impacto visual producido por las instalaciones dentro de las cuencas visuales más críticas (desde la carretera y casco urbano de Alumbres) se propone la creación de una pantalla arbórea y otra arbustiva perimetral que permita ocultar, cuando menos en parte, los distintos elementos del parque.

La pantalla vegetal cubrirá los lados Oeste y Este de la parcela, ya que es en estas direcciones donde se trazan las cuencas visuales desde la carretera. Se dispondrá sobre la misma tierra extraída de los movimientos de tierra de la parcela. Se plantarán tres líneas paralelas de pantalla vegetal, la más cercana a la estación compuesta por *Pinus halepensis* (400 unidades) y rodeando a ésta otras dos compuestas por *Spartum junceum* (1.200 unidades). Los individuos se plantarán a una distancia de 1,5 m en la línea de *Pinus halepensis* y a una distancia de 1 m en las líneas de *Spartum junceum*. La distancia entre las tres líneas de pantalla vegetal será de 1,5 m.

Será necesario realizar riegos para asegurar la viabilidad de los individuos, tanto en el momento de su plantación como en etapas posteriores. La periodicidad de los riegos será quincenal durante los meses de verano, salvo que se observe un déficit hídrico que obligue a la realización de riegos adicionales. En el caso de que se produjeran afecciones no esperadas sobre otros servicios generales se actuará siempre al objeto de restaurarlos a su estado inicial.

#### **4.7. Normativa vigente**

La normativa a tener en cuenta para el estado boliviano está dada por el decreto supremo N° 3269.



## **CAPÍTULO VII MANTENIMIENTO**

### **ARTÍCULO 54.- (MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTALACIONES).**

I. El mantenimiento de los equipos e instalaciones de la Planta de Almacenaje de Hidrocarburos Líquidos, debe ser realizado por personal debidamente capacitado.

II. Todos los equipos de la Planta de Almacenaje de Hidrocarburos Líquidos, deben estar sujetos a un mantenimiento continuo o preventivo de rutina, predictivo y correctivo para garantizar la operación regular.

III. El mantenimiento de los sistemas contra incendios podrá ser realizado tomando como referencia la norma “NFPA 25 Standard for the Inspection, Testing and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems”.



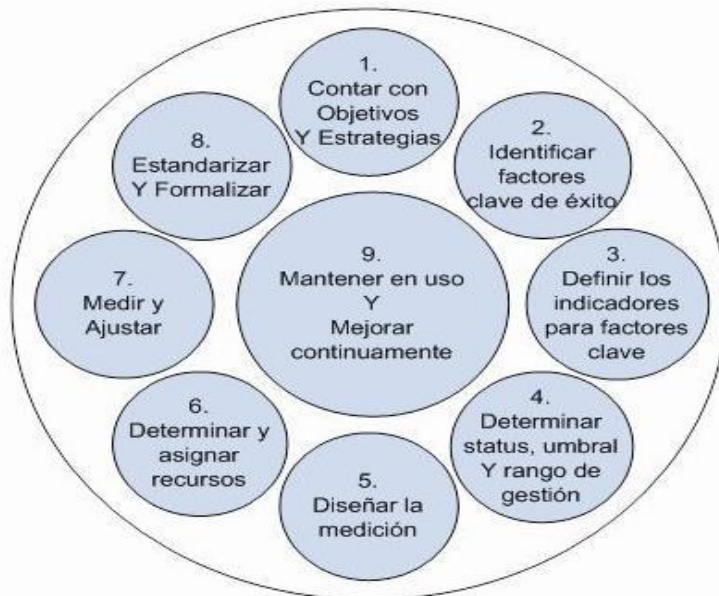
## CAPÍTULO V. RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN

### 5.1. Indicadores de gestión

Luego de analizar las actividades y variables de los procesos medulares de la planta de almacenaje de combustibles líquidos YPFB Senkata, así como determinar los objetivos estratégicos; se elaboró la propuesta de indicadores para medir el logro de los objetivos del Departamento que permitirán medir el logro de los objetivos y mejorar el sistema de gestión llevado a cabo actualmente.

Con la utilización de nuevos indicadores, además de los usados actualmente, se podrá disponer de más información en el momento oportuno de las tendencias y el comportamiento dinámico de las variables involucradas en los procesos para la toma de decisiones y logro de los objetivos previstos a corto, mediano y largo plazo. La metodología utilizada para la generación e implementación de indicadores está basada en la metodología general para el establecimiento de indicadores de Gestión (Beltrán, 1998).

Figura 63. Metodología general para el establecimiento de indicadores de gestión



Fuente: (Beltrán, 1998)

Para desarrollar la implementación en el sistema de los indicadores, se plantean una serie de pasos recomendados explicados a continuación:

1. Establecer un equipo multidisciplinario (equipo de proyectos) con las competencias y responsabilidades para llevar a cabo la implementación y seguimiento de los indicadores de gestión.
2. Difundir el propósito de los objetivos y estrategias planteadas en la organización y unidad de mantenimiento al personal involucrado en la gestión.
3. Explicar todos los factores y requerimientos contenidos en cada uno de los indicadores de gestión.
4. Generar un mecanismo para el procesamiento de la información que vaya acompañado con formatos que permitan la recopilación y registro adecuado de la información.
5. Constituir y actualizar los estándares y márgenes de tolerancia en función de los parámetros establecidos por la organización y gerencia del mantenimiento.
6. Realizar las mediciones mediante los indicadores de gestión.
7. Mantener un seguimiento y mejora continua del sistema de información y toma de decisiones.

Para la determinación de los objetivos y variables críticas en los que se basan los indicadores formulados, se establece el perfil de cada indicador para obtener información acerca del objetivo, descripción, frecuencia de medición, unidad de medición, ponderación, responsables de su elaboración, seguimiento y control, metas y rangos permisibles como sistema de alerta para el control de la gestión y la toma de decisiones.

#### **5.1.1. Fiabilidad**

Para el caso del indicador de Fiabilidad o Tiempo Promedio entre Fallas (TPEF) indica el intervalo de tiempo más probable entre un arranque y la aparición de una falla; es decir, es el tiempo medio transcurrido hasta la llegada del evento “falla”. Mientras mayor sea su valor, mayor es la confiabilidad del componente o equipo. Se presenta la información generada por YPFB Logística, el número de averías reales del periodo mensual, las horas reales de servicio mensual (20 hrs. por 31

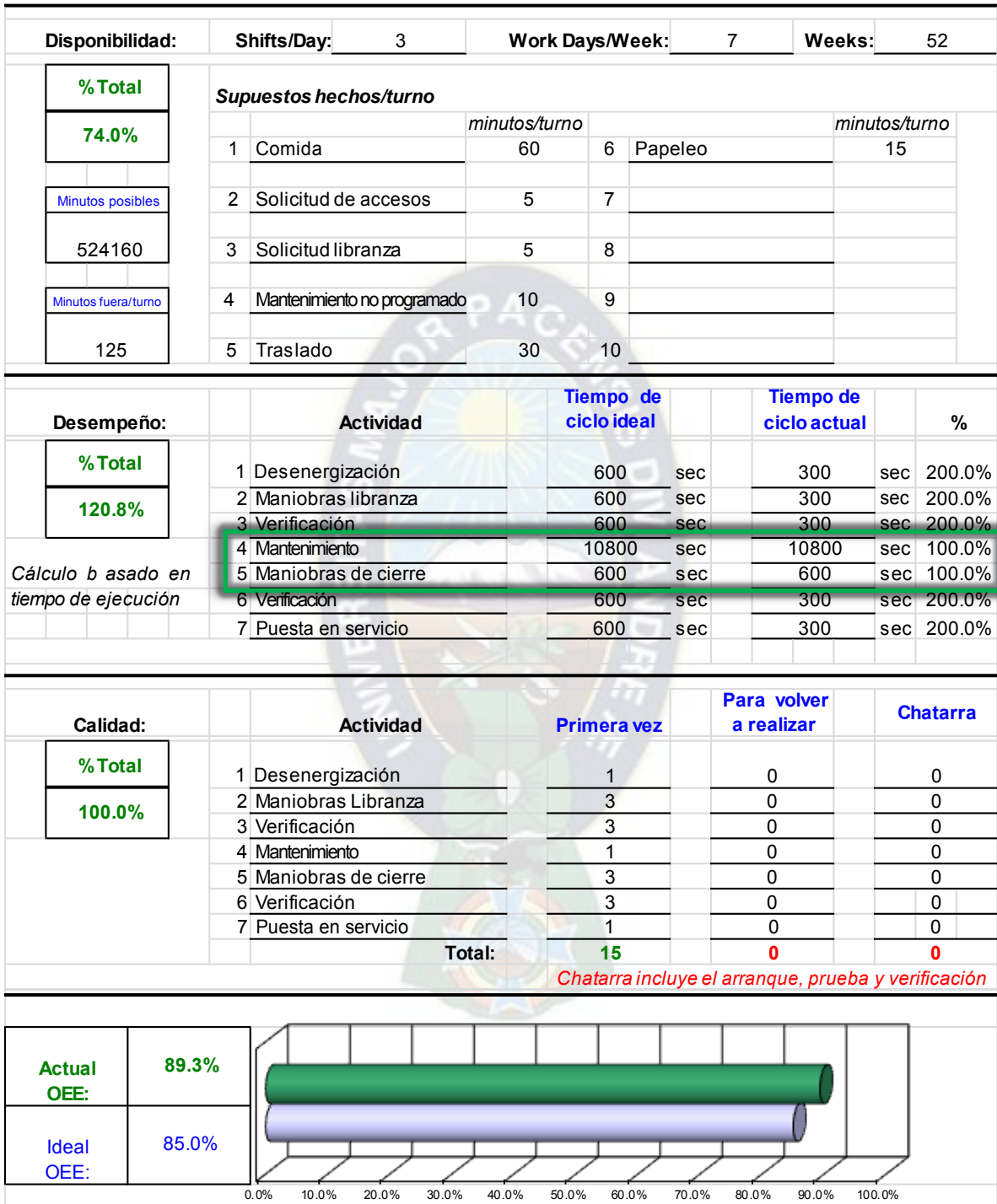
días, para el caso del mes de enero). Al final se obtiene el tiempo promedio entre fallas del mes, y así también, se obtendrá el del periodo anual. Este indicador muestra la cantidad de horas aproximadas en las cuales se presenta una falla que afecta la prestación del servicio, para que de esta manera se pueda hacer mejor uso de los recursos disponibles, se tenga un panorama más específico de la situación real y para hacer un mejor programa de mantenimiento.

Se proponen los siguientes dos indicadores de Disponibilidad (Índice de servicio) y Fiabilidad (Tiempo Promedio entre Fallas), que el área de mantenimiento solicita que se estudien.



## 5.1.2. Nuevo OEE

Figura 64. Nuevo OEE



Fuente: (sistemas Oee, 2014)

Los resultados mostrados en la figura anterior describen lo siguiente: en el indicador de desempeño, vemos que si realizamos la actividad primaria de mantenimiento preventivo en el tiempo de ciclo ideal de 3 horas (10,800 seg.), según la sugerencia de las fichas técnicas de mantenimiento proporcionadas por el Área Técnica de Ingeniería y Desarrollo, podremos incrementar el Desempeño. Esto es, que, si se realiza un mantenimiento correctivo a conciencia, a detalle e incluso si se transfieren e intercambian conocimientos con el personal que integran las cuadrillas de mantenimiento en el lugar donde se realizan los trabajos, se realizarán las actividades con mayor calidad. Esto de inmediato será notorio en el aumento de la mantenibilidad de los equipos, se reduce el índice de fallas, los costos de mantenimiento por reparaciones, la cantidad de intervenciones por mantenimiento correctivo y se mantendrá un nivel elevado de prestación del servicio de distribución de energía eléctrica para brindar el servicio de transporte al público usuario.

También podemos observar que el tiempo de ciclo actual de las maniobras de cierre es más elevado y su valor es igual al estudio de tiempos y movimientos que existe. Se lleva todo el tiempo de ciclo debido a que se debe tener más cuidado operar los equipos antes de la puesta en servicio debido al tiempo de vida y de operación de los equipos, a que ya no se fabrican refacciones para los dispositivos por ser obsoletos (más de 40 años de servicio), a la seguridad e integridad que debe asegurar el personal técnico y a la seguridad de proporcionar un servicio de calidad al usuario. Por todo lo anterior, se puede afirmar que aunque se tarde más tiempo de lo que se han estado realizando actualmente las actividades, se asegurará la continuidad del servicio por más tiempo y en mayor nivel de satisfacción de los usuarios. Aplicando sencillas y muy importantes modificaciones en la manera de hacer mejor las cosas, se puede ver el aumento del valor del OEE de 76.9% (inicial) a 83.9% (después de implementar filosofías y herramientas de calidad). Con éste nuevo valor se puede ver que ya se encuentra en un nivel de alta competitividad dentro de la Clase Mundial.

Tomando en cuenta el estudio de los indicadores propuestos, podemos decir que la implementación de las filosofías y herramientas de



gestión, han repercutido de manera favorable en la realización de las actividades de mantenimiento de YPFB logística. De la misma manera, y con el empeño de todos los trabajadores, cada vez podemos seguir adoptándolas para brindarle un mejor servicio al público usuario.

Una vez que se han revisado todas las actividades, competencias, controles y objetivos del área de mantenimiento, se desarrollaron estos indicadores que permitirán evaluar el desempeño y los resultados de la gestión llevada a cabo. Estos indicadores fueron elaborados tomando en cuenta el entendimiento de los procesos y consenso del personal involucrado en la implementación con el propósito de poder realizar la toma de decisiones para mejorar de manera continua la gestión.

Quedan pendientes para futuras investigaciones, la implementación del indicador de Tiempo promedio para fallar (TPPF) que mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo a su mayor capacidad sin interrupciones dentro del periodo considerado; este constituye un indicador indirecto de la confiabilidad del equipo o sistema y el indicador de Tiempo promedio para reparar (TPPR) que mide la efectividad de restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por una falla, dentro de un periodo de tiempo determinado.

Para el cumplimiento de la metodología basada en la planeación estratégica y en una serie de pasos y procesos recomendados, que fueron desarrollados en paralelo a la elaboración de los indicadores de gestión, que se deben seguir para la implementación tomando en cuenta las necesidades de asignación de recursos para la planeación, ejecución, seguimiento y control y el cierre que permita mantener el modelo de gestión y mantenerlo en mejora continua.

## **5.2. Costos de implementación del sistema de mantenimiento para YPFB logística**

Cuando se desea realizar y ejecutar un proyecto es necesario incluir los costos en los que se incurren; en este caso la implementación de un sistema de mantenimiento para YPFB logística.

Los costos se agruparon y clasificaron por áreas de trabajo:

- Costos de aseguramiento de calidad de mantenimiento
- Costos de administración
- Costos de recurso humano
- Costos de compra

Como los costos abarcan diferentes áreas es necesario un compromiso de toda la organización, y para ello se aplicarán la siguiente metodología:

Se clasificarán las diferentes actividades por áreas.

Cotizar un salario básico de 3000 Bs, igual a 100 Bs diarios para un administrador de empresas que se encargue de la planeación e implementación del proyecto (Salario mensual estipulado por la empresa)

Se cotizó el costo y la implementación de la página Web, así: diseño de página sencilla (409 links) - \$ 1.000, dominio y hosting anual - US \$ 30

**Tabla 16. Costos de implementación**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>COSTOS</b>	<b>SUBTOTAL</b>
Organizar y controlar los diferentes registros	30 días x 100/Día	3.000,00
Diseñar un manual de mantenimiento, el cual incluya una caracterización, estandarización de los mismos y la filosofía corporativa	60 días x 100/día	6000,00
Organizar la información y asignar los recursos necesarios para el apoyo y seguimiento de estos procesos de acuerdo a los requisitos de normativa internacional.	15 días x 100/día	1.500,00
Establecer un proceso de control, revisión, actualización y aprobación, vigencia y disponibilidad de documentos	15 días x 100/día	1.500,00
Diseñar un manual de funciones donde se estipule tipos, medios y procedimientos de comunicación requeridos por el S.G.M	30 días x 100/día	3.000,00
Capacitar al comité en las actividades que deba cumplir en cuanto la implementación de S.G.M.	30 días x 100/día	3.000,00
Documentar cada proceso de acuerdo a los requisitos exigidos por la norma	90 días x 100/día	9.000,00
Diseñar e implementar instructivos de trabajo e informativos de las características de instalación de almacenamiento de hidrocarburos	30 días x 100/día	3.000,00
Establecer los criterios para la revisión, aprobación de los procesos y calificación del personal	30 días x 100/día	3.000,00
Diseñar e implementar los programas de auditoria al S.G.M	60 días x 100/día	6.000,00
Diseñar, implementar e incluir las acciones correctivas y preventivas en el manual de calidad	15 días x 100/día	1.500,00
Definir las políticas y objetivos de la calidad para el proceso de mantenimiento	15 días x 100/día	1.500,00
<b>TOTAL COSTOS</b>		<b>42.000,00</b>

Fuente: Elaboración propia, 2020

Tabla 17. Costos de administración en bolivianos

ACTIVIDAD	COSTOS	SUBTOTAL
Elaborar los indicadores de gestión	30 días x 100/día	3.000,00
Escoger y nombrar la persona que se encargara de conformar el comité de calidad	2 días x 100/día	200,00
Capacitar al comité de calidad en cuanto a la implementación del S.G.M	30 días x 100/día	3.000,00
Designar los recursos físicos y económicos para su funcionamiento	5 días x 100/día	500,00
Presupuestar el costo de la capacitación	15 días x 100/día	1.500,00
<b>TOTAL COSTOS DE ADMINISTRACION</b>		<b>8.200,00</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Costos de producción en bolivianos

ACTIVIDAD	COSTOS	SUBTOTAL
Establecer los criterios y métodos para ejercer control sobre los procesos	15 días x 100/día	1.500,00
Diseñar e implementar los formatos para un mayor control de la trazabilidad.	10 días x 100/día	1.000,00
Documentar e implementar los procedimientos transformación, entrega, características de calidad del servicio, manipulación de materiales, duración y demás requisitos.	30 días x 100/día	3.000,00
<b>TOTAL COSTOS DE PRODUCCION</b>		<b>5.500,00</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 19. Costo de recurso humano en bolivianos**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>COSTOS</b>	<b>SUBTOTAL</b>
Difundir el manual de mantenimiento		15.000,00
Elaborar el diseño de cargos	15 días x 100/día	1.500,00
Planear una evaluación del desempeño	15 días x 100/día	1.500,00
<b>TOTAL COSTOS DE RECURSO HUMANO</b>		<b>18.000,00</b>

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 1. Total, costos de implementación del SGM en bolivianos**

<b>Costos de Aseguramiento de Calidad</b>	<b>42.000,00</b>
<b>Costos de Administración</b>	<b>8.200,00</b>
<b>Costos de Producción</b>	<b>5.500,00</b>
<b>Costos de Mercadeo</b>	<b>8.500,00</b>
<b>Costos de Recursos Humano</b>	<b>18.000,00</b>
<b>Total Costos de Implementación antes de Pre auditoría</b>	<b>82.200,00</b>

Fuente: Elaboración propia

## CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

- El desarrollo de nuevas tecnologías y la aplicación de mejores prácticas, permite a las organizaciones industriales mejorar la calidad y competitividad mediante la creación de estructuras de alto desempeño en todos los ámbitos del negocio, asegurando su desarrollo dentro de las perspectivas más importantes que afectan los elementos clave de éxito.
- Con la finalidad de aplicar principios de gerencia, sistematizados y dotados de alta confiabilidad y eficiencia en el uso de recursos para desarrollar actividades, se origina la necesidad de realizar el proyecto de realizar el diseño de un modelo de gestión de mantenimiento para incrementar la calidad en el servicio en la planta de almacenaje de combustibles líquidos YPFB Senkata, basado en la metodología de la gerencia de proyectos, tomando en cuenta que las actividades de mantenimiento se llevan a cabo mediante la aplicación de esfuerzos y recursos que deben ser completadas en un tiempo dado, de acuerdo con ciertas especificaciones.
- Con este estudio, se pretende establecer el inicio del proceso de mejora continua y mejores prácticas que se han venido llevando a cabo en los diferentes sectores industriales con la finalidad de dar respuesta a los crecientes niveles de competencia entre las organizaciones. Todas ellas preocupadas por establecer y operar con los más altos estándares de calidad y a los medios para alcanzarla.
- El modelo planteado representa una alternativa de gestión tecnológica de mantenimiento que encuentra aplicación en las empresas industriales cuyos activos físicos representan un elemento importante para la producción, y mucho más en aquellas empresas cuya misión es la de realizar servicios de mantenimiento, como es el caso de YPFB.



- De acuerdo con el análisis realizado en este estudio, se puede decir que el mantenimiento es un conjunto de actividades realizadas sobre un activo para asegurar la funcionalidad. Estas actividades en conjunto son únicas y finitas, ya que las circunstancias sobre las cuales se desarrollan, son completamente distintas.
- En la actualidad, el área de mantenimiento organiza y aplica técnicas de gestión de los procesos relativos a la planificación, ejecución y control de las actividades para lograr que éstas se lleven a cabo dentro de los estándares. Al considerar el mantenimiento como un conjunto de programas proyectos, son aplicables a los principios de la gerencia de proyectos en su totalidad. Los modelos de mantenimiento desarrollados hasta la fecha, son compatibles con el modelo de gestión propuesto, ya que se enfocan a la proactividad, manejo del riesgo, y minimización de costos, que son elementos inherentes a la gerencia de proyectos. Estos servirán de apoyo a la planificación.
- La responsabilidad y éxito del mantenimiento no termina ni se logra con la ejecución y entrega del trabajo, también depende del desempeño de los activos en la fase operativa. Es una actividad que forma parte de toda la cadena de valor cuyo fin es maximizar la prestación del servicio. La calidad con que se lleven a cabo los proyectos será la mejor garantía de éxito.
- Los elementos clave de éxito del mantenimiento son la calidad, la disponibilidad, la fiabilidad y el desempeño; los cuales se logran mediante la aplicación de herramientas y técnicas que indiquen qué hacer y cómo hacerlo en el mínimo tiempo (mantenibilidad), que se inicie lo antes posible (soportabilidad), al mínimo costo y con la calidad que aseguren la operación confiable de los equipos. Es decir, si se selecciona el trabajo de mantenimiento requerido adecuado, y se ejecuta como un proyecto exitoso, se asegura en consecuencia la disponibilidad y la eficacia. Los aspectos comunes entre los diferentes enfoques de gestión son los siguientes:

- Mantienen los mismos objetivos: calidad, disponibilidad y eficacia como factores de éxito.
  - Hacen uso de las mismas herramientas y técnicas para analizar causas y efectos, gestión de riesgo, planificación, control, entre otros.
  - El recurso humano es el factor más influyente en el éxito de la gestión.
  - El activo físico es un elemento de productividad integrado al negocio.
  - La función de mantenimiento es determinante en la calidad y competitividad de la empresa.
  - La planificación y ejecución de actividades se enfocan según la condición del riesgo y la criticidad.
  - Existe un alto nivel de flexibilidad de las políticas de mantenimiento de acuerdo con las estrategias del negocio.
  - Los esfuerzos se planifican y ejecutan considerando como parámetros clave el costo del tiempo y la calidad.
  - La mejora continua forma parte de los principios de la metodología.
- Con la realización de este trabajo de investigación, se evaluaron las condiciones actuales de la planta de almacenaje de combustibles líquidos YPFB Senkata mediante la aplicación del estudio FODA que permitió determinar el diagnóstico interno y externo al identificar debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas que afectan la gestión del Departamento. En tal sentido, se realizó un análisis con los actores involucrados donde se determinaron los factores que inciden directamente en los resultados de la prestación del servicio al público usuario.
- Tomando en cuenta el estudio de los indicadores propuestos, podemos decir que la implementación de las filosofías y herramientas de gestión, han repercutido de manera favorable en la realización de las actividades de mantenimiento de YPFB Logística. De la misma manera, y con el empeño de todos los trabajadores, cada vez podemos seguir adoptándolas para brindarle un mejor servicio al público usuario.

- Por otra parte, se evidenciaron fallas en la comunicación que afectan en el cumplimiento de las asignaciones, lineamientos estratégicos y metas establecidas por la organización. Es por eso que se procedió a la adecuación de los diagramas de flujo, ya que mediante el conocimiento de este instrumento, se pueden visualizar e identificar los puntos de mejora en el control y asignación de los recursos, secuencia de actividades, competencias y responsabilidades que mediante la divulgación, se podrán obtener mejoras en la realización y desempeño de las actividades, complementado con el conocimiento de los objetivos y metas del Departamento como puntos medulares de orientación a lo que se debe hacer.
- Durante la evaluación y participación del personal de supervisión, se destacó la importancia y el impacto que tienen las decisiones administrativas, operativas y financieras que tienen la incorporación de los indicadores de gestión. Todo lo anterior, y además las acciones proactivas de mantenimiento, repercuten directamente con la mejora en la gestión en el Departamento y por consiguiente, en la calidad del servicio que se le brinda al público usuario.
- Al revisar y analizar la gestión llevada a cabo por las cuadrillas de mantenimiento durante el periodo del año 2015 al año 2017, se han observado deficiencias en la presentación de información a la gerencia en la planta de almacenaje de combustibles líquidos YPFB Senkata y falta de control durante el desarrollo de los procesos de planificación y ejecución de las actividades de mantenimiento.
- Se pudo identificar que, de 15 personas, el 60% (9 personas) conocen los objetivos y metas del Departamento; el 40% restante (6 personas), considera que la falta de fluidez en la comunicación afecta el conocimiento adecuado de los mismos. Esto, aunque tratan de cumplir con el desempeño de las asignaciones que van relacionadas con los objetivos y metas del Departamento. Consideran que se deben difundir mejor los cronogramas de proyectos de mantenimiento, que es la herramienta donde se representan cronológicamente la planificación de las actividades. En diversas

ocasiones, la información no es manejada a través de los canales regulares de la estructura jerárquica, por lo tanto, existen deficiencia a la hora de tomar decisiones, al resolver conflictos internos, fallas en el control de las ordenes de trabajo por desconocimiento y en el seguimiento de las actividades al personal operativo.

- En relación al uso y manejo de software por parte de los supervisores y coordinadores (15 personas), en un 60% de los casos (9 personas) no tiene conocimientos y habilidades con los sistemas de almacenamiento y gestión de la información. En este sentido, la existencia de software con el que cuenta el área de mantenimiento es Word, Excel, Power Point, Project, y Auto Cad; por lo tanto, es necesaria la implementación de un plan de familiarización y capacitación de estas herramientas computacionales complementadas con la elaboración y utilización de formatos. De esta forma, se obtendría un mejor manejo, control y disposición de la información entre el personal involucrado.
- El modelo de mantenimiento propuesto es el resultado de una comparación evaluativa entre dos conceptos de gerencia que, en la práctica, tienen un mismo marco organizacional fundamentado en bases similares, pero que formalmente se les considera antagónicos: la gerencia de proyectos y la gerencia de mantenimiento. Para maximizar la utilización de los recursos en el logro de los objetivos organizacionales, se está evolucionando hacia nuevo estilo de gerencia donde se hace énfasis en los elementos críticos que aseguran el éxito.

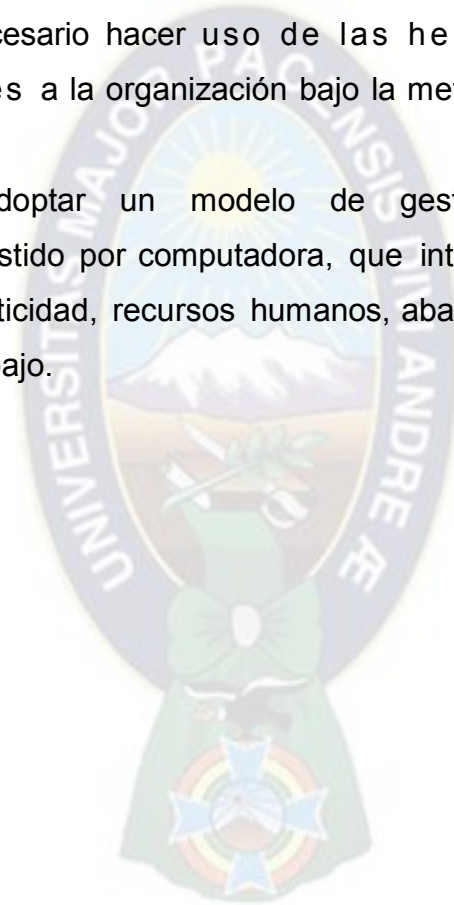
## 6.2. Recomendaciones

Una empresa es el conjunto de actividades que, en combinación con los activos productivos, agregan valor a productos y servicios para que el usuario final reciba la máxima utilidad posible. Para que este proceso sea eficiente y competitivo, es necesario que la gerencia moderna considere que es conveniente gerenciar adecuadamente los activos y las actividades. Con base a esto, se recomienda:

- ✓ Fortalecer los mecanismos y canales de información.
- ✓ Divulgación de la información a todo el personal de las actividades, procesos, secuencia y responsabilidades para evitar los retrasos y la reprogramación de los mismos.
- ✓ Establecer qué indicadores de gestión se requieren para poder medir la, Disponibilidad, Desempeño, Calidad, Fiabilidad, OEE e índice de servicio.
- ✓ Es necesario realizar la evaluación de las horas hombre invertidas en la planificación y ejecución de las actividades antes, durante y después de un servicio de mantenimiento preventivo, predictivo o correctivo.
- ✓ Es necesario definir, de manera conjunta, los objetivos, misión, visión y alcance de la planta de almacenaje de combustibles líquidos YPFB Senkata.
- ✓ Debe formar un equipo de proyectos para realizar el manejo, supervisión, control y mejora continua de las actividades y trabajos con respecto a los indicadores de gestión y registro de la información.
- ✓ Informar acerca de los procesos administrativos para la contratación de servicios externos (proveedores).
- ✓ Realizar la dotación de equipos de computación al personal administrativo (supervisión) para la realización y mejor desempeño de las funciones y comunicaciones.
- ✓ Acondicionamiento y adecuación de las oficinas administrativas y de las permanencias operativas.
- ✓ Realización de programas de capacitación para entender las debilidades y realización de estrategias para su minimización.



- ✓ Fortalecer la planificación en el Departamento para obtener un mejor desempeño en la administración, supervisión, ejecución y control de los programas y planes de mantenimiento.
- ✓ Considerar la metodología propuesta en esta investigación para ser aplicada a sistemas donde se requiera una gestión flexible y sistemática que permita combinar metodologías y herramientas para mejorar la calidad y competitividad en forma continua.
- ✓ Combinar las distintas filosofías de mantenimiento y no solo una en particular. Es necesario hacer uso de las herramientas y técnicas más compatibles a la organización bajo la metodología de la gerencia de proyectos.
- ✓ Desarrollar o adoptar un modelo de gestión de proyectos para mantenimiento asistido por computadora, que integre la base de datos de los activos, su criticidad, recursos humanos, abastecimiento y la generación de órdenes de trabajo.





## BIBLIOGRAFÍA

1. Améndola, L. (2005). *Dirección y gestión de paradas de planta*. España: Ediciones Espuela de Plata.
2. Améndola, L. (2014). Indicadores de confiabilidad propulsores en la gestión del mantenimiento. *Journal Universidad Politécnica de España, Departamento de proyectos de ingeniería*. Recuperado el 2014
3. Baca, G. (2011). *Administración integral. Hacia un enfoque de procesos*. México: Grupo Editorial Patria.
4. Beltrán, J. (1998). *Indicadores de gestión. Herramientas para lograr la competitividad*. 3R Editores. Blanco, F. (2002). *El control integrado de gestión*. México: Limusa.
5. Bona, J. M. (1999). *Gestión del mantenimiento. Guía para el responsable de la conservación de locales e instalaciones*. España: Fundación CONFEMETAL.
6. Cáceres, M. (2011). Cómo incrementar la competitividad del negocio mediante estrategias para gerenciar el mantenimiento. *ICS Group*. Recuperado el 2014
7. Recuperado el 2014, de <http://calidaddegestion.wordpress.com> *Calidad y gestión*. (2012). Recuperado el 2014, de [www.calidad-gestion.com.ar](http://www.calidad-gestion.com.ar)
8. Campbell, J. (1995). Uptime. *Journal, Productivity Press*. Recuperado el 2014
9. Campbell, J. (2001). Maintenance excellence: Optimizing equipment life cycle decisions. *Journal, Marcel Dekker*. Recuperado el 2014
10. *compite*. (2014). Recuperado el 2014, de [www.compite.org.mx](http://www.compite.org.mx)
11. Tensión. Distrito Federal, México. Recuperado el 2014
12. Cuero, K. (2012). Mantenimiento Eléctrico y Electrónico Industrial. *Journal Universidad Politécnica Bolivariana*. Recuperado el Enero de 2015
13. Deming, E. (1989). *Calidad, productividad y competitividad: la salida de la crisis*. (E. D. Santos, Ed.) Madrid, España.
14. Dexon. (2014). *Dexon Software*. Obtenido de [dexon.org](http://dexon.org)

16. Durán, J. (2000). El mejoramiento de la confiabilidad operacional. *Journal, The Woodhouse*
17. *Partnership Ltd*. Recuperado el 2014
18. Ford Motor Company. (2008). *Análisis de modos y efectos de fallas potenciales. Manual de referencia*. (Cuarta ed.). (F. M. Company, Ed.) Estados Unidos.
19. González, F. (2004). *Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión*. España: Fundación CONFEMETAL.
20. Grimaldi, S. (1997). *La seguridad industrial. Su administración*. México: Alfaomega Editores.
21. Guerra Peña, L., & Coronel Granado, A. (2002). *Gestión integral de proyectos*. España: Fundación CONFEMETAL.
22. Hernández, R. (2010). *Metodología de la investigación*. México: MC Graw Hill.
23. Hill, C., & Jones, G. (2011). *Administración estratégica; un enfoque integral* (Vol. Novena edición). México: Cengage Learning.
24. *hsb*. (2014). Recuperado el 2014, de [www.hsb.com](http://www.hsb.com)
25. *Partnership Ltd, Centro Internacional de Educación y Desarrollo*. Recuperado el 2014
26. shikawa, K. (1999). *¿Qué es el control total de la calidad? La modalidad japonesa*. México: Grupo editorial Norma.
27. *klaron*. (2013). Recuperado el 2014, de [www.klaron.net](http://www.klaron.net)
28. Lindley, H. (2001). *Maintenance engineering handbook*. Estados Unidos: Mc Graw Hill.
29. Lorino, P. (1996). *El control de gestión estratégico. La gestión por actividades*. Colombia: Alfa omega.
30. *Mantenimiento Industrial CR*. (2015). Recuperado el 2015, de [foromantenimientoindustrial.blogspot.mx/](http://foromantenimientoindustrial.blogspot.mx/)
31. Maynard, H. (2006). *Manual del ingeniero industrial* (quinta ed., Vol. 1). México: McGraw Hill.
32. *metro*. (2014). Recuperado el 2014, de [www.metro.df.gob.mx](http://www.metro.df.gob.mx)

33. Navarro Elola, L. (1997). *Gestión integral de mantenimiento*. España: Marcombo Boixareu Editores. Norma IEC/ISO 31010. (2009). En *Gestión de riesgos. Técnicas de evaluación de riesgos*.
34. Norma ISO 9000. (2005). Recuperado el 2014
35. oee. (2013). Recuperado el 2014, de <http://oee-mexico.com>
36. Olarte, W. (2010). Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción.
37. *Scientia et Technica*(44). Recuperado el 2014
38. Padilla, E. (2014). Los Sistemas de Mantenimiento. *Journal Universidad Rafael Landívar*. Recuperado el Enero de 2015

## WEBGRAFÍA

1. *dspace*. (2009). Recuperado el 2014, de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/828/3/CAPITULO%203.pdf>
2. Chan, H. (2005). Implementation of total productive maintenance: A case of study. *Journal, International journal of production economics, volumen 95*. Recuperado el 2014
3. *Calidad de gestión*. (2010). Recuperado el 2014, de <http://calidaddegestion.wordpress.com> *Calidad de gestión*. (2011).
4. *Cadenas de valor*. (2009). Recuperado el 2014, de <http://cadenasvalor.blogspot.mx>
5. Huggett, J. (2000). Mantenimiento centrado en confiabilidad plus. *Journal, The Woodhouse*
6. INEGI. (2014). *INEGI*. Recuperado el 2014, de [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)
7. *mantenimiento mundial*. (2014). Recuperado el 2014, de [www.mantenimientomundial.com/](http://www.mantenimientomundial.com/)

## ANEXOS

### **Anexo 1.** Entrevista realizada a los supervisores de diversas cuadrillas de mantenimiento del área de mantenimiento de YPFB Logística.

1. ¿Puedes mencionar las metas y objetivos de la cuadrilla de mantenimiento donde laboras actualmente?

---

---

2. ¿Con qué frecuencia se llevan a cabo reuniones para tratar asuntos de interés relacionados con las actividades que realizan las cuadrillas de mantenimiento?

---

---

3. ¿Qué indicadores de gestión conoces y cuáles se utilizan en las cuadrillas de mantenimiento y en el área de mantenimiento de YPFB logística?

---

---

4. ¿Conoces los procesos y actividades principales administrativas y operativas que se manejan dentro del área de mantenimiento de YPFB logística?

---

---

5. ¿Qué software manejan dentro de la cuadrilla de mantenimiento para el seguimiento de las actividades que realizan?

---

---

6. ¿Cuáles son tus sugerencias para mejorar la gestión de la información y las actividades de las cuadrillas de mantenimiento?

---

---

7. ¿Qué acciones crees tú, son las que afectan la seguridad y la calidad de las actividades que realizan?

---

---

8. ¿Qué necesitas para realizar de la mejor manera tu trabajo?

---

---

9. Otros comentarios: \_\_\_\_\_

**Anexo 2.** Encuesta de satisfacción al cliente en las cuadrillas de mantenimiento del área de mantenimiento de YPFB logística.

1. ¿Qué opinión tienes de la calidad de las actividades que realizas en tu trabajo diario?

**25 puntos.**

25	Excelente
15	Bueno
0	Malo

Comentarios: \_\_\_\_\_

2. ¿Cómo consideras que es el contenido, claridad y tiempo de entrega del reporte de mantenimiento que realizan las cuadrillas después de haber realizado un trabajo? **20**

**puntos.**

25	Excelente
15	Bueno
0	Malo

Comentarios: \_\_\_\_\_

3. ¿Sabes cómo y cuánto impacta a la calidad, la correcta realización de las actividades que realizas diariamente? **15 puntos.**

25	Excelente
15	Bueno
0	Malo

Comentarios: \_\_\_\_\_

4. ¿Cómo considera que es el tiempo de entrega de la realización de los trabajos de las cuadrillas, con relación al tiempo planeado? **20 puntos.**

25	Excelente
15	Bueno
0	Malo

Comentarios: \_\_\_\_\_

5. ¿Cómo considera que es el cumplimiento de las metas establecidas en las cuadrillas de mantenimiento? **20 puntos.**

25	Excelente
15	Bueno
0	Malo

Comentarios: \_\_\_\_\_

6. Por favor mencione una oportunidad de mejora o las observaciones que considere sean relevantes que se puedan aplicar dentro de las cuadrillas de mantenimiento.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### Anexo 3. Información recabada de YPFB Logística.

#### 3a.- H-H MANTENIMIENTO PREVENTIVO

GRAF.3a	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	1o TRIM	2o TRIM	SEMES3o	TRIM4o		
TRIMANUAL NEC.													10429	10727	11612	10771	11778	11003
7615	9152	10933	11654	10160	5981								32768	33552	66320	27700	27795	
121815																		
PROG. 101513	8691	8939	9677	8976	9814	9170	6346	7626	9111	9712	8467	4984	27307	27960	55267	23083	23163	
REAL. 74781	6077	6777	6900	5609	7775	6458	5036	6229	6810	7055	6275	3780	19754	19842	39596	18075	17110	

#### 3b.- CANT. DE EQUIPOS MANTENIMIENTO PREVENTIVO

GRAF. 3b	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	1o TRIM	2o TRIM	SEMES3o	TRIM4o		
TRIMANUAL																		
NEC.	596	587	748	667	620	693	512	653	630	668	689	411	1931	1980	3911	1795	1768	7474
PROG.	497	488	624	556	517	577	426	544	525	556	574	343	1609	1650	3259	1495	1473	6227
REAL.	383	410	463	389	436	468	359	478	451	456	471	247	1256	1293	2549	1288	1174	5011

#### 3c.- % DE H-H POR CAUSA DE INCUMPLIMIENTO DEL MTO. PREVEN. PROG. DISPONIBLE

GRAF. 3c	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	1o TRIM	2o TRIM	SEMES3o	TRIM4o		
TRIMANUAL																		
AVERIAS	8.43	6.28	10.50	15.32	3.64	12.81	10.13	6.74	8.07	8.79	4.78	13.34	8.46	10.40	9.44	8.20	8.31	8.90
T.E. DPTO. {}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T.E. GIF. {}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T.E. STC {}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FALTAS **	15.12	11.85	11.27	15.03	11.51	10.96	8.75	8.34	13.53	14.35	13.89	6.04	12.69	12.46	12.57	10.50	12.39	12.06
INCAPAC. **	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
VACACION **	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
REPROG. **	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
IMPOSIB.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FALTA REFAC.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FALTA TRANS.	1.77	0.31	0.87	2.54	0.14	0.41	0.49	0.00	0.12	0.10	0.25	0.56	0.97	1.00	0.99	0.18	0.25	0.64
VIGILANCIA	1.98	1.19	1.84	1.05	0.71	0.88	0.22	0.18	0.69	0.61	1.52	0.00	1.67	0.88	1.27	0.39	0.81	0.97
PLANTILLA INC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LIC.CANCEL	2.21	3.39	2.12	1.31	3.78	2.41	0.33	1.64	1.80	2.59	1.03	1.97	2.56	2.54	2.55	1.34	1.89	2.12
TRAB. NO PRO	0.57	1.17	2.10	2.26	1.00	2.10	0.72	1.42	1.05	0.92	4.42	2.25	1.31	1.75	1.54	1.09	2.48	1.64
TOTAL SUMA	30.08	24.19	28.70	37.51	20.78	29.57	20.64	18.32	25.26	27.36	25.89	24.16	27.66	29.03	28.36	21.70	26.13	26.33
REAL/PROG	30.08	24.19	28.70	37.51	20.78	29.57	20.64	18.32	25.26	27.36	25.89	24.16	27.66	29.03	28.36	21.70	26.13	26.33

#### 3c.- H-H POR CAUSA DE INCUMPLIMIENTO DEL MTO. PREVEN. PROG. DISPONIBLE

GRAF. 3c	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	1o TRIM	2o TRIM	SEMES3o	TRIM4o		
TRIMANUAL																		
AVERIAS	733	561	1016	1375	357	1175	643	514	735	854	405	665	2310	2907	5217	1892	1924	9033
T.E. DPTO. {}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T.E. GIF. {}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T.E. STC {}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FALTAS **	1314	1059	1091	1349	1130	1005	555	636	1233	1394	1176	301	3464	3484	6948	2424	2871	12243
INCAPAC. **	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VACACION **	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
REPROG. **	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IMPOSIB.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FALTA REFAC.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FALTA TRANS.	154	28	84	228	14	38	31	0	11	10	21	28	266	280	546	42	59	647
VIGILANCIA	172	106	178	94	70	81	14	14	63	59	129	0	456	245	701	91	188	980
PLANTILLA INC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LIC.CANCEL	192	303	205	118	370	221	21	125	164	252	87	98	700	709	1409	310	437	2156
TRAB. NO PRO	49	105	203	203	98	192	46	108	95	88	374	112	357	493	850	249	574	1673
TOTAL SUMA	2614	2162	2777	3367	2039	2712	1310	1397	2301	2657	2192	1204	7553	8118	15671	5008	6053	26732
REAL/PROG	2614	2162	2777	3367	2039	2712	1310	1397	2301	2657	2192	1204	7553	8118	15671	5008	6053	26732



GRAF. 3b TRIMANUAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	1o TRIM	2o TRIM	3o TRIM	4o TRIM		
NEC.	606	627	722	680	670	632	607	620	629	710	608	393	1955	1982	3937	1856	710	7504
PROG.	413	388	407	389	342	335	315	278	293	339	507	328	1208	1066	2274	886	339	4334
REAL.	362	322	353	318	281	298	274	244	220	269	408	276	1037	897	1934	738	269	3625

3c.- % DE H-H POR CAUSA DE INCUMPLIMIENTO DEL MTO. PREVEN. PROG. DISPONIBLE

GRAF. 3c TRIMANUAL AVERIAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	1o TRIM	2o TRIM	3o TRIM	4o TRIM	
11.43	5.70	11.71	16.11								7.18	3.82	4.84	4.11	4.47	9.70	22.64
	7.04																
T.E. DPTO. {}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T.E. GIF. {}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T.E. STC {}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FALTAS **	3.09	4.60	4.32	9.12	5.78	7.84	4.03	4.35	6.89	10.08	14.75	5.53	4.01	7.57	5.82	5.20	22.50
INCAPAC. **	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
VACACION **	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
REPROG. **	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
IMPOSIB.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FALTA REFAC.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FALTA TRANS.	0.48	0.26	0.00	0.10	0.43	0.00	0.00	0.07	0.32	0.00	1.19	0.27	0.24	0.18	0.21	0.14	0.92
VIGILANCIA	4.04	1.02	1.29	0.26	0.58	0.61	0.30	0.42	0.00	0.21	0.67	1.61	2.10	0.49	1.28	0.23	1.35
PLANTILLA INC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LIC.CANCEL	1.17	1.85	1.65	2.99	2.94	0.85	1.84	1.68	2.34	2.21	2.81	3.22	1.56	2.26	1.91	1.98	5.51
TRAB. NO PRO	0.39	4.41	4.23	4.86	6.20	1.16	2.07	2.78	3.22	0.05	0.13	0.54	3.03	4.08	3.56	2.73	0.38
TOTAL SUMA	13.55	18.93	14.95	21.15	20.29	14.62	19.68	15.00	24.48	28.66	26.73	14.98	15.78	18.68	17.25	19.97	53.31
REAL/PROG	13.55	18.93	14.95	21.15	20.29	14.62	19.68	15.00	24.48	28.66	26.73	14.98	15.78	18.68	17.25	19.97	28.66

3c.- H-H POR CAUSA DE INCUMPLIMIENTO DEL MTO. PREVEN. PROG. DISPONIBLE

GRAF. 3c TRIMANUAL AVERIAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	1o TRIM	2o TRIM	3o TRIM	4o TRIM	
474	723	401	429	501	476	1042	540	1295	1951	592	199	1598	1406	3004	2877	2742	8623
T.E. DPTO. {}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T.E. GIF. {}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T.E. STC {}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FALTAS **	334	490	500	1025	664	897	367	412	762	1222	1216	288	1324	2586	3910	1541	2726
INCAPAC. **	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VACACION **	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
REPROG. **	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IMPOSIB.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FALTA REFAC.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FALTA TRANS.	52	28	0	11	49	0	7	35	0	98	14	80	60	140	42	112	294
VIGILANCIA	437	109	149	29	67	70	27	40	0	25	55	84	695	166	861	67	164
PLANTILLA INC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LIC.CANCEL	127	197	191	336	338	97	168	159	259	267	232	168	515	771	1286	586	667
TRAB. NO PRO	42	469	490	546	714	133	189	263	357	7	11	28	1001	1393	2394	809	46
TOTAL SUMA	1466	2016	1731	2376	2333	1673	1793	1421	2708	3472	2204	781	5213	6382	11595	5922	6457
REAL/PROG	1466	2016	1731	2376	2333	1673	1793	1421	2708	3472	2204	781	5213	6382	11595	5922	3472

3c.- % DE EQUIPOS POR CAUSA DE INCUMPLIMIENTO DEL M. P. PROG. DISPONIBLE

GRAF. 3c TRIMANUAL AVERIAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	1o TRIM	2o TRIM	3o TRIM	4o TRIM	
8.25	6.47	15.02	16.52								7.69	3.35	5.79	7.04	6.38	9.93	-19.54
18.86																	
T.E. DPTO. {}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T.E. GIF. {}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T.E. STC {}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FALTAS **	1.94	0.77	0.74	1.29	0.00	0.30	0.63	0.00	0.68	0.29	5.52	4.57	1.16	0.56	0.88	0.45	-8.11
INCAPAC. **	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
VACACION **	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
REPROG. **	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
IMPOSIB.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

FALTA REFAC.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FALTA TRANS.	0.00	0.26	0.00	0.26	0.58	0.00	0.00	0.36	1.02	0.00	1.38	0.30	0.08	0.28	0.18	0.45	-1.47	-0.89	
VIGILANCIA	1.94	0.52	1.97	0.00	1.17	1.79	0.00	0.00	0.00	0.59	0.59	2.74	1.49	0.94	1.23	0.00	-2.58	-2.34	
PLANTILLA INC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
LIC.CANCEL	2.42	3.61	1.23	4.11	3.22	1.19	0.63	1.08	2.39	2.95	4.14	4.27	2.40	2.91	2.64	1.35	-8.30	-6.51	
TRAB. NO PRO	0.73	3.86	5.15	5.39	5.27	1.49	3.49	4.32	5.80	0.30	0.20	0.61	3.23	4.13	3.65	4.51	-0.74	-7.07	
TOTAL SUMA	12.35	17.01	13.27	18.25	17.84	11.04	13.02	12.23	24.91	20.65	19.53	15.85	14.16	15.85	14.95	16.70	-40.74	-39.45	
REAL/PROG	12.35	17.01	13.27	18.25	17.84	11.04	13.02	12.23	24.91	20.65	19.53	15.85	14.16	15.85	14.95	16.70	20.65	16.36	
3c.- CANT. DE EQUIPOS POR CAUSA DE INCUMPLIMIENTO DEL M. P. PROG. DISPONIBLE																			
GRAF. 3c	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	1o TRIM	2o TRIM	3o TRIM	4o TRIM	MANUAL		
AVERIAS	22	31	17	28	26	21	26	18	44	56	39	11	70	75	145	88	106	339	
T.E. DPTO. {}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T.E. GIF. {}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T.E. STC {}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FALTAS **	8	3	3	5	0	1	2	0	2	1	28	15	14	6	20	4	44	68	
INCAPAC. **	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
VACACION **	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
REPROG. **	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
IMPOSIB.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
FALTA REFAC.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
FALTA TRANS.	0	1	0	1	2	0	0	1	3	0	7	1	1	3	4	4	8	16	
VIGILANCIA	8	2	8	0	4	6	0	0	0	2	3	9	18	10	28	0	14	42	
PLANTILLA INC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
LIC.CANCEL	10	14	5	16	11	4	2	3	7	10	21	14	29	31	60	12	45	117	
TRAB. NO PRO	3	15	21	21	18	5	11	12	17	1	1	2	39	44	83	40	4	127	
TOTAL SUMA	51	66	54	71	61	37	41	34	73	70	99	52	171	169	340	148	221	709	
REAL/PROG	51	66	54	71	61	37	41	34	73	70	99	52	171	169	340	148	-112	-294	

## Anexo 4. Permiso de trabajo (check list), propuesto para YPFB Senkata

PERMISO DE TRABAJO											
CALIENTE						FRIO					
<b>VALIDO PARA EL PERIODO, LUGAR, EQUIPO Y TRABAJO INDICADO</b>											
Fecha : ..... Hora Inicial: ..... Hora Final: .....											
Sector/ Area/ Equipo: .....											
Descripción de la Tarea: .....											
<b>Se requiere el siguiente equipo de lucha contra incendio: ( marcar el casillero que corresponda )</b>											
Manguera de Agua			Extintor de PQS			Extintor CO <sub>2</sub>			Otros		
<b>PRUEBA DE GASES</b>						<b>OPERACIONES</b>					
Ensayo Realizado	Resultado 1° Muestra	Hora	Firma	Resultado 2° Muestra	Hora	Firma	Operación Realizada	SI	NO	N/A	
Oxígeno							Purgado y Drenado				
% LEL							Inertizado				
Otros							Ventilado				
							Lavado				
							Vaporizado				
							Enfriado				
<b>LISTA DE VERIFICACIÓN PREVIA DE RESPONSABLE DEL AREA</b>								SI	NO	N/A	
Se ha aislado adecuadamente el área de trabajo mediante barreras, señalización y letreros?											
Está aislado el tanque o equipo, con sus respectivos avisos de cierre de las líneas y conexiones?											
Se encuentran los alrededores del área de trabajo libre de peligros?											
Se encuentra el lugar de trabajo libre de atmósferas peligrosas?											
Se ha cortado el suministro eléctrico, y se ha colocado los respectivos avisos de corte?											
Se han tomado las precauciones para prevenir la acumulación y descarga de electricidad estática?											
Hay orden y limpieza en el lugar de trabajo?											
<b>LISTA DE VERIFICACIÓN PREVIA DE RESPONSABLE DEL TRABAJO</b>								SI	NO	N/A	
Ha sido instruido el personal en relación con los riesgos que puedan presentarse durante este trabajo?											
Ha sido instruido el personal sobre las rutas de evacuación en caso de emergencias?											
El personal conoce el Plan de Contingencias?											
Se ha realizado la inspección del buen estado de los equipos y herramientas a utilizar?											
Se ha realizado la inspección de los implementos de protección personal?											
Permiten los factores externos (viento, condiciones atmosféricas etc.) que el trabajo se realice con seguridad?											
Se han dispuesto las medidas necesarias para la manipulación, transporte, eliminación y disposición de residuos?											
<b>Se requiere el siguiente equipo de protección Personal? ( marcar el casillero que corresponda)</b>											
Cabeza	Manos	Pies	Ojos	Oídos	Cara	Respiración	Cuerpo	Arnés de Seguridad	Equipo de Aire Asistido	Otros	
<b>VERIFICACIONES DE SEGURIDAD</b>											
Observación				Apellido y Nombre				Firma		Hora	
<b>AUTORIZACIÓN DE TRABAJO</b>											
Responsables				Apellido y Nombre				Firma		Hora	
Sup. Resp. del Área											
Sup. Resp. del Trabajo											
<b>OBSERVACIONES</b>											
.....											
.....											
<b>CIERRE DE PERMISO</b>											
Entrega Resp. del Trabajo Sr: .....						Recibe Resp. del Área Sr: .....					
Firma : .....						Firma : .....					
Fecha : ...../...../..... Hora : .....											
<b>ESTE PERMISO QUEDA CANCELADO AL ESCUCHARSE LA ALARMA DE EMERGENCIAS DE YPFB SENKATA</b>											

## Anexo 5. Mantenimiento en espacio confinado propuesto

PERMISO DE INGRESO A ESPACIO CONFINADO										
<b>VALIDO PARA EL PERIODO, LUGAR, EQUIPO Y TRABAJO INDICADO</b>										
Fecha : ..... Hora Inicial: ..... Hora Final: ..... Sector/ Area/ Equipo: ..... Lugar y descripción de la Tarea: .....										
<b>NOTA: ESTA AUTORIZACION ES SOLO PARA INSPECCION, PARA CUALQUIER TRABAJO EN ESPACIO CONFINADO SE NECESITARÁ UN PERMISO DE TRABAJO</b>										
Se requiere el siguiente equipo de lucha contra incendio: ( marcar el casillero que corresponda )										
<b>MEDICIONES REALIZADAS DURANTE LA ACTIVIDAD</b>					<b>FRECUENCIA DE MEDICIÓN CADA: .....</b>					
Ensayo Realizado	Resultado	Hora	Firma	Resultado	Hora	Firma	Resultado	Hora	Firma	
	1° Muestra			2° Muestra			3° Muestra			
% LEL Ingreso a Espacio Confinado										
Oxígeno										
Monóxido de Carbono										
Sulfuro de Hidrógeno (PPM)										
Carga Térmica										
<b>LISTA DE VERIFICACIÓN PREVIA DE RESPONSABLE DEL AREA</b>								SI	NO	N/A
Ha sido instruido el personal en relación con los riesgos que puedan presentarse durante este trabajo ?										
Está aislado el tanque, con sus respectivos avisos de cierre de las líneas y conexiones?										
Se encuentran los alrededores del área de trabajo libre de peligros?										
Se encuentra el lugar de trabajo libre de atmósferas peligrosas?										
Se ha cortado el suministro eléctrico, y se ha colocado los respectivos avisos de corte?										
Fue el tanque degasificado ?										
Está el área limpia de productos u otros materiales combustibles ?										
Permiten las operaciones y equipos adyacentes realizar este trabajo con Seguridad ?										
Se requiere ventilación adicional ?										
Se encuentran los respiraderos, pasos de hombre abiertos ?										
Se ha establecido un medio de comunicación desde el interior del espacio confinado ?										
Se encuentra cartel de identificación para el ingreso al espacio confinado ?										
Los que ingresan tienen su cinturón de Seguridad ?										
Los entrantes tienen línea de vida o equipo de rescate ?										
<b>Se requiere el siguiente equipo de protección Personal? ( marcar el casillero que corresponda)</b>										
Cabeza	Manos	Pies	Ojos	Oídos	Cara	Respiración	Cuerpo	Arnés de Seguridad	Equipo de Aire Asistido	Otros
<b>AUTORIZACIÓN DE TRABAJO</b>										
Responsables			Apellido y Nombre				Firma		Hora	
Sup. Resp. del Área										
Sup. Resp. del Trabajo										
<b>PERSONAL AUTORIZADO A INGRESO</b>										
Apellido y Nombre			Firma		Apellido y Nombre			Firma		
OBSERVACIONES										
.....										
.....										
<b>CIERRE DE PERMISO</b>										
Entrega Resp. del Trabajo Sr : .....					Recibe Resp. del Área Sr: .....					
Firma : .....					Firma : .....					
Fecha : ...../...../..... Hora : .....										
<b>ESTE PERMISO QUEDA CANCELADO AL ESCUCHARSE LA ALARMA DE EMERGENCIAS DE YFPB SENKATA</b>										