

**MODELO PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO MAYOR DE LA PARADA
DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, CON
ENFOQUE PMI**

VILMA ROCÍO PALMA BERNAL

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN Y GERENCIA DE PROYECTOS
BUCARAMANGA**

2016

**MODELO PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO MAYOR DE LA PARADA
DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, CON
ENFOQUE PMI**

VILMA ROCÍO PALMA BERNAL

**Trabajo de Monografía para Optar al Título de Especialista en Evaluación y
Gerencia de Proyectos**

DIRECTOR

CARLOS EDUARDO DÍAZ BOHÓRQUEZ

Ing. MSc. INGENIERÍA INDUSTRIAL

CO-DIRECTOR:

NELSON RIAÑO

PROFESIONAL I DE PARADAS DE PLANTA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN Y GERENCIA DE PROYECTOS

BUCARAMANGA

2016

DEDICATORIA

A Dios por las maravillas que nos brinda al despertarnos cada día y ser el autor de infinitas posibilidades en nuestras vidas.

A mi madre por creer en mí y apoyarme incondicionalmente en cada propósito de mi vida.

A mi esposo, mis hijas Valentina, Sofía, por su amor, comprensión, paciencia, entrega, ánimo y alegría invaluable. Por ser la motivación constante de la culminación de este trabajo.

Vilma R. Palma Bernal.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a:

Al Ingeniero Nelson Riaño por su tiempo, sus asertivos consejos y por brindarme la oportunidad de desarrollar este trabajo.

Al profesor Carlos Díaz, por ser un facilitador, motivador, por sus sabios consejos y enseñanzas.

A todas aquellas personas que contribuyeron a la consecución del presente trabajo.

Gracias.

CONTENIDO

| | Pág. |
|--|-----------|
| INTRODUCCIÓN..... | 23 |
| 1. ANTECEDENTES | 25 |
| 1.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA ECOPETROL..... | 25 |
| 1.1.1 Objeto de la Empresa | 26 |
| 1.1.2 Misión de la Empresa | 26 |
| 1.1.3 Visión al 2020 del Grupo Empresarial | 26 |
| 1.1.4 Lineamientos Estratégicos..... | 26 |
| 2. JUSTIFICACIÓN | 31 |
| 3. OBJETIVOS | 33 |
| 3.1. OBJETIVO GENERAL..... | 33 |
| 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 33 |
| 4. MARCO REFERENCIAL | 34 |
| 4.1. MANTENIMIENTO EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL | 34 |
| 4.2. DIRECCIÓN DE PROYECTOS | 35 |
| 5. DISEÑO METODOLÓGICO | 39 |
| 6. ETAPA I. PLANEACIÓN A LARGO PLAZO (-30 a -25 meses de la fecha de corte o inicio de la ejecución de la Parada) | 42 |

| | |
|---|----|
| 6.1. ELABORACIÓN DEL PROGRAMA DEL MANTENIMIENTO MAYOR DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LOS PRÓXIMOS 5 AÑOS | 43 |
| 6.2. ELABORACIÓN DEL PROGRAMA DEL MANTENIMIENTO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LOS PRÓXIMOS 24 MESES | 43 |
| 6.3. ENTREGA DE ESPECIFICACIONES DE COMPRA DE MUY LARGO PLAZO..... | 44 |
| 6.4. SUSTENTAR EL PRESUPUESTO DE LAS PRÓXIMAS VIGENCIAS Y DOCUMENTAR EL PRESUPUESTO REAL ASIGNADO AL MANTENIMIENTO MAYOR PRÓXIMAS VIGENCIAS | 44 |
| 6.4.1. Por históricos. | 46 |
| 6.4.2. Por alcances de ejecución similares. | 46 |
| 6.4.3. Por horas-hombre (Análisis de precios unitario –APU). | 47 |
| 6.5 Nombrar los Líderes del Mantenimiento Mayor | 47 |
| 6.6. Elaborar las Premisas para el Mantenimiento Mayor | 48 |
| 6.6.1 Premisas de HSE..... | 48 |
| 6.6.2 Premisas de Duración..... | 50 |
| 6.6.3 Premisas de Costos..... | 51 |
| 6.6.4 Premisas del Alcance. | 52 |
| 6.6.5 Premisas del Plan de Hitos de la Parada. | 53 |
| 6.6.6 Premisas de Personal..... | 54 |
| 6.6.7 Contratación y Compras. | 55 |
| 6.7. Elaborar el Plan General de Hitos..... | 56 |
| 6.8. Entrega de recomendaciones técnicas para cuestionar. | 58 |
| 6.9. Instalar Reunión de Inicio para dar seguimiento al Mantenimiento Mayor (Estructura de gestión de control). | 58 |
| 6.10. Crear Centros de Costo del Mantenimiento Mayor | 59 |
| 6.11. Consolidar los cambios de planta y las ingenierías requeridas para el Mantenimiento Mayor (Eléctrico/ Electrónico/ Estático/ Rotativo/ Procesos)..... | 59 |

| | |
|---|-----------|
| 6.11.1 Etapas del Control de Cambios..... | 61 |
| 6.12. Elaborar plan I del Mantenimiento Mayor (Nivel: Plantas) | 62 |
| Se debe | 62 |
| 6.13. Compras de muy Largo Plazo (ejemplo: tanques, sedimentadores, filtros, tornillos de Arquímedes, raspadores, equipos de bombeo y elementos mayores) | 62 |
| 6.14. Elaborar listado preliminar de trabajos (incluye ingenierías) de todas las especialidades | 63 |
| Este ítem se desarrolla con cada una de las actividades de | 63 |
| 6.15. Realizar el Cierre de ETAPA I DE LA PLANEACIÓN..... | 63 |
| | |
| 7. ETAPA II PRECISAR EL ALCANCE DEL MANTENIMIENTO MAYOR (- 25 a -18 meses)..... | 65 |
| 7.1. GESTIONAR LA ADJUDICACIÓN DE LAS ÓRDENES DE COMPRA DE EQUIPOS Y MATERIALES DE AMPLIOS PLAZOS DE ENTREGA PARA EL MANTENIMIENTO MAYOR (COMPRAS DE REPUESTOS CATALOGADOS) | 65 |
| 7.2. ELABORAR Y CONSOLIDAR LAS RECOMENDACIONES PARA LOS TRABAJOS DEL MANTENIMIENTO MAYOR (POR ESPECIALIDAD: ELÉCTRICO, ELECTRÓNICO, ESTÁTICO, ROTATIVO, CIVIL Y PROCESO) | 66 |
| 7.3. ELABORAR PLAN II DEL MANTENIMIENTO MAYOR (NIVEL: SISTEMAS) | 67 |
| 7.4. REALIZAR LOS ESTIMATIVOS DE PRESUPUESTO +/- 30% | 67 |
| 7.4.1 Listar las actividades..... | 69 |
| 7.4.2 Estimar los recursos necesarios para cada una de las actividades..... | 69 |
| 7.4.3 Estimación del presupuesto/HH..... | 70 |
| 7.4.4 Estimación del costo de materiales y equipos..... | 71 |
| 7.5. REALIZAR TALLERES DE CUESTIONAMIENTO DEL ALCANCE. | 72 |
| 7.6. GESTIONAR LOS CONTROLES DE CAMBIOS DE LOS TRABAJOS CONTEMPLADOS PARA EL MANTENIMIENTO MAYOR (MEJORAR CON PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE CAMBIOS Y LISTA DE CHEQUEO PARA UN CONTROL DE CAMBIO) | 74 |

| | |
|--|-----------|
| 7.7. REALIZAR EL PLAN GENERAL DE HSE..... | 75 |
| 7.8. PLAN GENERAL DE INSPECCIÓN (ACTUALIZACIÓN)..... | 76 |
| 7.9. REALIZAR EL PLAN GENERAL DE QA-QC | 77 |
| 7.10. REALIZAR EL CONGELAMIENTO DEL ALCANCE DE LOS TRABAJOS PARA EL MANTENIMIENTO MAYOR..... | 77 |
| 7.11. REALIZAR EL TALLER DE DESCONTAMINACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO MAYOR..... | 78 |
| 7.12. REALIZAR EL CIERRE DE LA ETAPA II – PRECISAR EL ALCANCE DEL MANTENIMIENTO MAYOR (-25 A -18 MESES) | 79 |
| | |
| 8. ETAPA III. PLANEACIÓN DEL MANTENIMIENTO MAYOR (GESTIÓN PRECONTRACTUAL -18 A -12 MESES)..... | 81 |
| 8.1. CATALOGACIÓN DE REPUESTOS..... | 81 |
| 8.2. IDENTIFICAR INGENIERÍAS PARA MONTAJE | 82 |
| 8.3. GESTIÓN DEL TIEMPO DEL MANTENIMIENTO MAYOR - REALIZAR LA PLANEACIÓN NIVEL III DEL MANTENIMIENTO MAYOR (NIVEL: EQUIPOS) ... | 82 |
| 8.4. PREPARAR ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA CONTRATACIÓN DEL SERVICIO TÉCNICO DE LA PLANEACIÓN DETALLADA Y/O ALISTAMIENTO Y/O EJECUCIÓN Y/O CIERRE DE LOS TRABAJOS DEL MANTENIMIENTO MAYOR DE LOS SISTEMAS SELECCIONADOS DE LA UNIDAD AMBIENTAL..... | 87 |
| 8.5. REALIZAR LA PLANEACIÓN NIVEL III DE HSE DEL MANTENIMIENTO MAYOR (NIVEL: EQUIPOS)..... | 90 |
| 8.6. REALIZAR EL PRIMER TALLER DE ALISTAMIENTO DEL MANTENIMIENTO MAYOR..... | 90 |
| 8.7. DEFINIR EL ORGANIGRAMA DE PLANEACIÓN (EMPRESA)..... | 92 |
| 8.8. GENERAR SOLICITUD MATERIALES DE PLAZOS NORMALES DE ENTREGA. | 92 |
| 8.9. AJUSTAR EL PRESUPUESTO DEL MANTENIMIENTO MAYOR | 93 |
| 8.10. VALIDAR ESTRATEGIA DE EJECUCIÓN Y COMPRAS..... | 94 |

| | |
|---|------------|
| 8.11. REALIZAR EL PROCESO DE SELECCIÓN CONTRATISTAS PARA LOS CONTRATOS DE OBRAS PARA EL MANTENIMIENTO MAYOR | 96 |
| 8.12. SUSCRIBIR CONTRATOS DE OBRAS ESPECIALIZADAS PARA EL MANTENIMIENTO MAYOR..... | 98 |
| 8.13. IDENTIFICACIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RIESGOS EN ESTA ETAPA..... | 98 |
| 8.14. REALIZAR EL CIERRE ETAPA III – PLANEACIÓN DEL MANTENIMIENTO MAYOR (GESTIÓN PRE CONTRACTUAL, -18 A -12 MESES)..... | 99 |
| 9. CONCLUSIONES..... | 101 |
| 10. RECOMENDACIONES..... | 103 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 104 |

LISTA DE TABLAS

| | Pág. |
|---|-------------|
| Tabla 1. Clasificación del estimado de costos según la AACEI..... | 45 |
| Tabla 2. Premisas de duración | 50 |
| Tabla 3.. Premisas de costos..... | 51 |
| Tabla 4. Estimación Inicial de costos | 51 |
| Tabla 5. Premisas del alcance..... | 53 |
| Tabla 6. Premisas del Plan de Hitos | 54 |
| Tabla 7. Premisas de personal | 54 |
| Tabla 8. Premisas de contratación y compras | 55 |
| Tabla 9. Gestión del tiempo en proyectos conforme la guía PMBOK 5ta edición.. | 83 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|-------------|
| Figura 1. Ubicación del Mantenimiento Mayor en el Mapa de Procesos de Ecopetrol | 19 |
| Figura 2. Organigrama de Ecopetrol | 27 |
| Figura 3. Organigrama Dirección General de Operaciones..... | 28 |
| Figura 4. Diagrama de flujo de las actividades de la fase de Planeación | 57 |

LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1. Formato Plan de Mantenimiento Mayor de la Planta de Aguas Residuales para los próximos 5 años
- Anexo 2. Formato Programa de Mantenimiento Mayor de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para los próximos 24 meses
- Anexo 3. Formato Nombramiento de Líderes del Mantenimiento Mayor
- Anexo 4. Formato Elaboración de Premisas para el Mantenimiento Mayor de la Parada de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
- Anexo 5. Plan Integral de Hitos HSE del Mantenimiento Mayor de la Parada de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
- Anexo 6. Formato Reporte de Investigación de Fallas de Control
- Anexo 7. Plan General Inicial de Hitos del Mantenimiento Mayor de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
- Anexo 8. Cuadro comparativo Plan de Hitos inicial y ajustado con procesos aplicables de la guía PMBOK 5ta edición
- Anexo 9. Entrega de Recomendaciones Técnicas para Cuestionar
- Anexo 10. Instructivo Reunión Gerenciamiento de Parada de Planta
- Anexo 11. Registro para el Control de Cambio para el Mantenimiento Mayor
- Anexo 12. Plan I (Por Sistemas) del Mantenimiento Mayor
- Anexo 13. Formato de Compras de Largo Plazo para el Mantenimiento Mayor
- Anexo 14. Formato de Entrega de Alcances Técnicos y Recomendaciones Posteriores en todas las Especialidades para el Mantenimiento Mayor
- Anexo 15. Definición del Alcance Técnico del Mantenimiento Mayor por Especialidad (eléctrica, civil, electrónica, estática, rotativo, procesos)
- Anexo 16. Contenido del Cierre de la Fase I (Planear Actividades de Largo Plazo) del Mantenimiento Mayor

- Anexo 17. Formato Acta de Aprobación del Cierre de Etapa I (Planeación a Largo Plazo) del Mantenimiento Mayor
- Anexo 18. Estructura de Desglose de Trabajo (EDT)
- Anexo 19. Formato Listado Congelado de Trabajo Alcance Mantenimiento Mayor Espec Rotativo
- Anexo 20. Formato Listado de Equipos Removidos
- Anexo 21. Registro de la Estimación de Costos en la Especialidad Rotativo
- Anexo 22. Registro del Informe General del Taller para la Definición del Alcance
- Anexo 23. Registro de seguimiento al control de cambio para parada ambiental
- Anexo 24. Seguimiento a la Planeación HSE de las Paradas de Planta
- Anexo 25. Plan de Inspección en la Parada de Planta
- Anexo 26. Plan de Gestión de Calidad QA QC
- Anexo 27. Plan de Descontaminación de la Unidad Ambiental
- Anexo 28. Acta de Aprobación del Cierre de la Etapa II de la Fase de Planeación (Definición del Alcance) de la Parada de Planta
- Anexo 29. Formato para Actualización Catálogos e Inventario
- Anexo 30. Estimación de los recursos y duración de las actividades requeridas en el mantenimiento de los Clarificadores BA4500A/B
- Anexo 31. Cronograma de la parada general ambiental, años 2015 y 2016
- Anexo 32. Lista de entregables del Contratista a la Empresa en la Contratación de las fases de planeación detallada, alistamiento, ejecución y cierre de obras asociadas a la Parada de Planta de la Unidad Ambiental
- Anexo 33. Cuestionario para entrevistas individuales del Taller de Alistamiento
- Anexo 34. Valoración de resultados del Taller de Alistamiento
- Anexo 35. Organigrama de ejecución de la parada ambiental
- Anexo 36. Cuadro de gestión de repuestos

Anexo 37. Costos Indirectos Parada Ambiental

Anexo 38. Cálculo del presupuesto oficial de la Parada de Planta

Anexo 39. Acta de aprobación del cierre de la etapa III de la fase de Planeación de la parada de la Unidad Ambiental

GLOSARIO

ALCANCE DE MANTENIMIENTO: Conjunto de actividades de mantenimiento definidas por los profesionales de las diferentes áreas de la Gerencia Técnica de la Empresa (Equipo rotativo, equipo estático, equipo eléctrico, Ingeniería de Proceso e Instrumentación y Control) que deben ejecutarse dentro del proceso de mantenimiento (rutinario o mayor), con el objetivo de mantener la operación segura y confiable de los activos de la Empresa.

VoBo: Visto bueno

CONGELAMIENTO DEL ALCANCE: Listado de trabajos aceptados como resultado de un taller de cuestionamiento de alcance.

CONTROL DE CAMBIO DE TECNOLOGÍA: Proceso desarrollado antes que se ejecute un cambio, en el que se asegura el análisis técnico y de riesgos, la aprobación del cambio, la divulgación y la actualización de la documentación asociada con dicho cambio, incluyendo la relacionada con la información de tecnología de proceso.

“CORE TEAM” O EQUIPO DE COORDINACIÓN DEL MANTENIMIENTO MAYOR: Equipo multifuncional responsable del Mantenimiento Mayor , está conformado por:

Líder del Mantenimiento Mayor, Líder de Operaciones, Líderes de Inspección de Equipos, Análisis Operacional, Rotativo y Electrónica, HSE y el planeador del Mantenimiento Mayor.

CUSTODIO DEL PROCESO: Corresponde al jefe del Departamento del Mantenimiento Mayor.

EJECUCIÓN DE LA PARADA DE PLANTA: Fase del Mantenimiento Mayor que incluye la etapa de apagada, días mecánicos y arranque de la unidad operativa.

EQUIPO NÚCLEO: Equipo interdisciplinario de autogestión, con objetivos, metas y prioridades comunes con el área operativa, sus miembros tienen nombre propio, responsabilidades y niveles de autoridad definidos.

FACILITADOR DEL CONTROL DE CAMBIO: Funcionario de la Planta, Unidad Operativa o Unidad de Servicio, responsable de iniciar el control de cambio.

FACTOR J: Factor adimensional que indica la diferencia entre el riesgo base y el riesgo de la alternativa, dividido por el costo de la alternativa.

“FAT RAT”: Talleres de Cuestionamiento de Ruta Crítica durante la planeación detallada, cuyo propósito es reducir los tiempos de parada, la mitigación de los riesgos de trabajos relacionados que quedaron dentro y fuera del alcance, con su respectiva plan de contingencia.

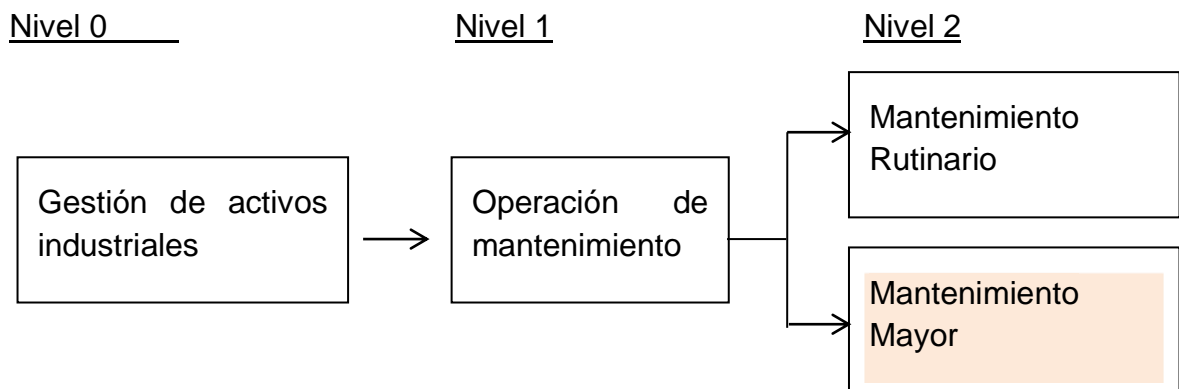
LÍDER FUNCIONAL DEL PROCESO: Líder designado por la Gerencia, Dirección, Departamento o Unidad Productiva para asegurar el sostenimiento de la práctica de control y gestión de cambios de planta.

LISTA DE PRECIOS UNITARIOS: Documento elaborado y aprobado por la Empresa en el que se consigna el valor unitario de cada uno de los ítems de una determinada actividad, con una vigencia específica (unidades de recurso, obras, trabajo, bienes).

MANTENIMIENTO RUTINARIO: Proceso por medio del cual se priorizan, planean, ejecutan los trabajos de mantenimiento que se pueden realizar durante la operación de la planta o durante eventos excepcionales de Parada de Planta.

MANTENIMIENTO MAYOR: Es un proceso ubicado en la capa de nivel II del mapa de proceso de la Ecopetrol S.A., donde se implementan las estrategias de mantenimiento y confiabilidad del macro proceso de Gestión de Activos Industriales de Ecopetrol S.A., Proceso por medio del cual se priorizan, planean, ejecutan los trabajos de mantenimiento que deben realizarse durante una Parada Programada (Turnaround) de una o varias plantas.

Figura 1. Ubicación del Mantenimiento Mayor en el Mapa de Procesos de Ecopetrol



Fuente: ECOPETROL, GAC-G-004 Guía Proceso Mantenimiento Mayor, 2013.

MATERIALES CONSUMIBLES: Materiales requeridos durante la planeación detallada de la ejecución del mantenimiento y los requeridos en facilidades de mantenimiento. Ejemplos entre otros, cintas de asbesto, racores, soldadura, empaques de uniones bridadas.

MATERIALES ESENCIALES: Materiales mínimos requeridos para llevar a cabo la planeación básica del mantenimiento. Ejemplos son los transformadores, tubería de hornos, válvulas de control, sellos de bombas, tuberías de intercambiadores.

MATRIZ DE VALORACIÓN DE RIESGOS “RISK ASSESSMENT MATRIX” (RAM): Herramienta utilizada para valorar cualitativa y cuantitativamente los riesgos, para su posterior clasificación y gestión.

PARADA TÉCNICA O PARADAS PARCIALES PROGRAMADAS: Son aquellas con menor alcance que las Turnarounds.

PTAR. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

T/A: Paradas Generales de Planta Programadas (abreviatura de “Turnaround” o “Shutdown”).

TRABAJO EMERGENTE: Aquellos trabajos que no se podían prever, surgen después de congelar el alcance del Mantenimiento Mayor y requieren ser ejecutados durante el Mantenimiento Mayor. Ejemplo: surge el emergente por obstrucción súbita de la tubería que alimenta la torre de destilación.

RESUMEN

TÍTULO: Modelo para la Gestión del Mantenimiento Mayor de la Parada de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, con enfoque PMI

AUTORES: VILMA ROCÍO PALMA BERNAL. **

PALABRAS CLAVES: GESTIÓN, MANTENIMIENTO MAYOR, PARADA DE PLANTA, PTAR, PMBOK®, PMI.

El presente documento se enfoca en presentar un modelo que facilite la gestión del Mantenimiento Mayor de las paradas de planta específico para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Refinería de Barrancabermeja. Se construye a partir de la experiencia de la unidad, lecciones aprendidas y las buenas prácticas propuestas por Organismos orientados a la gestión de proyectos como el Project Management Institute. Se establece una metodología que permita estandarizar el proyecto de parada de planta al contexto de los sistemas de la unidad ambiental y sus necesidades particulares, con base en las buenas prácticas, que facilite al Líder de Paradas y su equipo de trabajo desarrollar una labor conjunta alineada con un estándar reconocido que reúna las mejores prácticas, técnicas y herramientas para desarrollar un proyecto.

Se pretende generar un procedimiento estándar alineado con las mejores prácticas del PMBOK 5ta edición, como objeto intermediador del conocimiento, que contribuya a mejorar el nivel, calidad y competencia de los Líderes de Parada en la gestión de las Paradas de Planta, y que contribuya a la mejora continua de la calidad del Mantenimiento Mayor de una Parada de Planta específicamente en la Unidad Ambiental de la Empresa. Se requirió ajustar el Plan de Hitos de Parada de Planta inicial a las necesidades particulares del Mantenimiento Mayor de los sistemas de la Unidad Ambiental.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Químicas. Escuela de Estudios Industriales. Especialización en Evaluación y Gerencia de Proyectos. Director Carlos Eduardo Díaz Bohórquez. Co-Director. Nelson Riaño

ABSTRACT

TITLE: TURN AROUND MANGEMENT MODEL FOR A WASTEWATER TREATMENT PLANT WITH PMI APPROACH^{*}

AUTHORS: VILMA ROCÍO PALMA BERNAL. ^{**}

KEY WORDS: MANAGEMENT, TURN AROUND, WASTEWATER TREATMENT PLANT, PMBOK, PMI.

This document present a model that facilitates the management of a Wastewater Treatment Plant turnaround at Barrancabermeja Refinery. It is built from Wastewater Treatment Plant turnaround experiences lessons learned and good practices proposed by regulating organizations of project management area like Project Management Institute. This model stablish a methodology to standarize the process Wastewater Treatment Plant turnaround, based on good practices, ir order to support the Leader of turn around and his team to do a job based on established and recognized standards to use the best practices, techniques and tools to develop a project.

It aims to develop a standard procedure in line with the best practices of PMBOK 5th Edition, as intermediary object of knowledge, to help improve the level, quality and competence Leader on turn around management, and contribute to continuous improvement of the quality of Maintenance process of Wastewater Treatment Plant specifically in the conditions of the Barracanbermeja Refinery. It was necessary adjust the initial turn around Plan Milestones to the particular conditions and characteristics of Wastewater Treatment Plant of Barrancabermeja Refinery.

^{*} Work of grade

^{**} Faculty of engineering physical -chemical. School of studies industrial. Specialization in evaluation and management of projects. Director Carlos Eduardo Díaz Bohorquez. Co-Director. Nelson Riaño

INTRODUCCIÓN

El Departamento de Paradas de Planta de la Gerencia Técnica de la Refinería de Barrancabermeja de Ecopetrol S.A., en adelante la Empresa, es la encargada de gestionar las Paradas de Planta. El propósito de la Unidad Ambiental de la Empresa difiere del resto de Plantas, porque es la encargada de tratar las aguas residuales, domésticas y aguas de lluvia provenientes de las demás plantas encargadas del proceso de refinación y aprovechamiento de los productos del petróleo.

Las paradas de planta se gestionan a partir de un plan de hitos que cada Líder de Parada debe cumplir y el cual sigue un orden cronológico de las principales actividades a realizar. El plan de hitos relaciona los principales entregables de cada fase o etapa del Mantenimiento Mayor pero no describe en qué consiste, cómo se debe lograr, qué herramientas emplear (formatos, listas de chequeo, procedimientos, técnicas, memorias de cálculo, etc), tampoco especifica cómo se articula con el resto de las actividades. Las paradas de planta son direccionadas por profesionales competentes que han acumulado experiencia al respecto y gestionan las paradas conforme su criterio y la construcción de conocimiento que han logrado alrededor del tema.

Sin embargo, no se cuenta con una metodología que permita estandarizar el proyecto de parada de planta al contexto de los sistemas de la unidad ambiental y sus necesidades particulares, al igual que facilite al Líder de Paradas y su equipo de trabajo desarrollar una labor conjunta alineada con un estándar reconocido que reúna las mejores prácticas, técnicas y herramientas para desarrollar un proyecto.

En la presente monografía se pretende generar un procedimiento estándar alineado con las mejores prácticas del PMBOK 5ta edición, como objeto intermediador del conocimiento, que contribuya a mejorar el nivel, calidad y competencia de los Líderes de Parada en la gestión de las Paradas de Planta, y que contribuya a la mejora continua de la calidad del Mantenimiento Mayor de una Parada de Planta específicamente en la Unidad Ambiental de la Empresa. Para esto, fue necesario ajustar el Plan de Hitos de Parada de Planta inicial a las necesidades particulares del Mantenimiento Mayor de los sistemas de la Unidad Ambiental.

1. ANTECEDENTES

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA ECOPETROL

Inició como una empresa industrial y comercial del Estado en la cadena del petróleo, la Empresa Colombiana de Petróleos en 1948 mediante la Ley 165 de ese año, luego de la reversión de los activos al Estado Colombiano mediante la Concesión de Mares de la Tropical Oil Company, que comenzó operación petrolera en Colombia desde 1921 con la puesta en producción del Campo la Cira-Infantas en el Valle medio del río Magdalena. Se encargó de administrar el recurso hidrocarburífero de la nación y creció en la medida que se revirtieron otras operaciones y las incorporó en su operación (ECOPETROL, 2013). En 1961 asume la Refinería de Barrancabermeja y en 1956 compra la Refinería de Cartagena a Intercol.

Ratificó su naturaleza de empresa industrial y comercial mediante la adopción del estatuto orgánico en 1970, adscrita al Ministerio de Minas y Energía bajo control fiscal de la Contraloría General de la República.

El Gobierno Nacional reestructuró la estructura orgánica de la empresa mediante el Decreto 1760 del 26 de junio de 2003 y la convirtió en Ecopetrol S.A., una sociedad pública por acciones, 100% estatal, vinculada al Ministerio de Minas y Energía y regida por sus estatutos protocolizados en la Escritura Pública número 2931 del 7 de julio de 2003. Fecha a partir de la cual ha intensificado sus actividades de exploración, su capacidad de gestión empresarial y comercial y el interés por mejorar su competitividad en el mercado petrolero mundial. Se liberó de las funciones de Estado como administrador del recurso petrolero y para lo cual se creó la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH).

En 2006 mediante la Ley 1118, regida por los Estatutos Sociales que se encuentran contenidos de manera integral en la Escritura Pública No 5314 del 14 de diciembre de 2007 Ecopetrol S.A se convierte en una Sociedad de Economía Mixta, de carácter comercial, organizada bajo la forma de sociedad anónima, del orden nacional y vinculada al Ministerio de Minas y Energía.

1.1.1 Objeto de la Empresa. Desarrollar los procesos de transformación de hidrocarburos, para garantizar la demanda y consumo nacional de combustibles y petroquímicos de manera rentable con estándares de calidad cada vez más altos.

1.1.2 Misión de la Empresa. “Encontrar y convertir fuentes de energía en valor para sus clientes y accionistas, asegurando la integridad de las personas, la seguridad de los procesos y el cuidado del medio ambiente, contribuyendo al bienestar de las áreas donde se opera, con personal comprometido que busca la excelencia, su desarrollo integral y la construcción de relaciones de largo plazo con los grupos de interés”¹.

1.1.3 Visión al 2020 del Grupo Empresarial. “Ecopetrol, Grupo Empresarial enfocado en petróleo, gas, petroquímica y combustibles alternativos, será una de las 30 principales compañías de la industria petrolera, reconocida por su posicionamiento internacional, su innovación y compromiso con el desarrollo sostenible”.

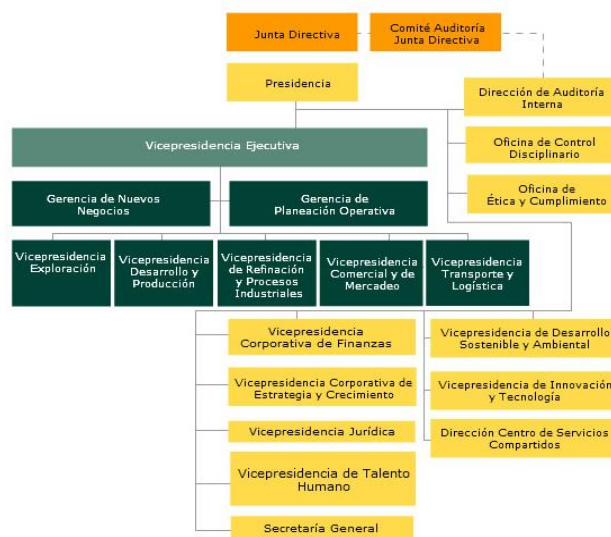
1.1.4 Lineamientos Estratégicos. El proyecto está alineado con el cumplimiento de los siguientes objetivos estratégicos del negocio:

¹ ECOPETROL S.A. “Misión y Visión de Ecopetrol S.A”. [En Línea]. [Citado 02 de abril de 2016]. Disponible en www.ecopetrol.com.co

- Excelencia Operacional
- Responsabilidad Corporativa
- Consolidación Organizacional

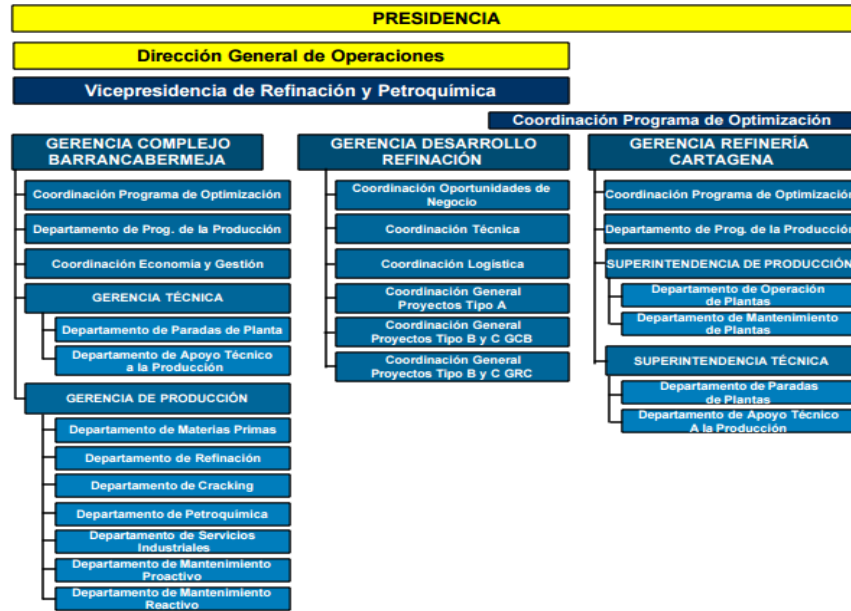
Foco en: Garantizar una operación limpia, sana y segura, seguridad de procesos e integridad de equipos y mitigar el Impacto Ambiental

Figura 2. Organigrama de Ecopetrol



Fuente. ECOPETROL S.A. “Organigrama de la Vicepresidencia de Refinación y Petroquímica”. [En Línea]. [Citado 02 de abril de 2016]. Disponible en www.ecopetrol.com.co

Figura 3. Organigrama Dirección General de Operaciones



Fuente: FONSECA CAMACHO, Adriana Marcela. Diseño y Análisis de la Nueva Estructura Organizacional e Implementación del Ajuste de Roles y Responsabilidades de la GCB de Ecopetrol S.A. y Análisis Organizacional de sus Proyectos Asociados, parte fundamental del Proceso Optimización de Refinería. Bucaramanga, 2007.

Descripción de la Unidad PTAR o Unidad Ambiental

Las plantas de tratamiento de la Unidad PTAR se encargan de tratar los residuos líquidos de tipo sanitario y residual de la Empresa hasta convertirlos en efluentes con bajos niveles de contaminantes. Consta de los siguientes sistemas (ECOPETROL, 2013).

Tratamiento Primario. Realiza la separación de la fase aceitosa y acuosa en los separadores API, se tiene el tiempo de retención y condiciones de flujo necesarias para lograr la sedimentación y flotación de las impurezas. Los productos de sedimentación y flotación se eliminan en una limpieza programada. Los principales equipos del sistema son los separadores API, tanques de tratamiento del slop.

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Se encarga de purificar la mezcla de fluidos compuesta por efluentes de los Separadores API, las aguas residuales de la Unidad de Balance, los drenajes del cuarto químicos y las aguas que se recirculan del proceso. Se involucran los siguientes temas:

- Homogenización. Proceso de mezcla del efluente
- Neutralización. Proceso de ajuste del pH
- Flotación-Clarificación. Proceso de coagulación, floculación y flotación, propios de la clarificación del flujo.
- Tratamiento de Lodos. Proceso que se aplica a los lodos de la flotación.
- Estabilización. Proceso de estabilización biológica y aireación natural del agua.

Planta de Tratamiento de Aguas Sanitarias (DIAPAC). Se encarga del tratamiento de las aguas lluvias y aguas negras, es decir, el efluente residual de tipo doméstico. La base del tratamiento es la aireación extendida. El tratamiento directo de las aguas es por medio de lodos activados con un bajo factor de carga.

Consiste en dos Tanques de Aireación-Clarificación BA 4063^a/B, precedidos por el foso de distribución de agua cruda. Los tanques de aireación y el foso están conectados por las bombas sumergibles P-4066^a/B Y P-4067^a/B, que están protegidas en ambos lados por un tabique de fondo abierto.

2. JUSTIFICACIÓN

La Unidad Ambiental permite lograr el desempeño ambientalmente responsable en la calidad de los efluentes de los tratamientos de las aguas residuales, aguas domésticas y aguas de lluvias provenientes de las áreas de proceso y de gestión administrativa de la Empresa. Por tanto, se debe asegurar la continuidad y operatividad de la Unidad Ambiental durante los 365 días del año, las 24 horas del día. Para esto, es necesario garantizar la confiabilidad mecánica durante el ciclo de corrida de 48 meses de los Trenes A/B y C/D de PTAR, los separadores SE-3090, SE-3030, SE-3030A, SE-3060, SE-3020 y SE-3050 de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

Por otro lado, se debe recuperar la eficiencia requerida de las unidades a intervenir conforme los requerimientos del marco normativo ambiental del permiso de vertimientos vigente para la Empresa, su incumplimiento representa multas hasta de 5000 SMMLV/día.

Teniendo en cuenta el propósito específico de la Unidad Ambiental con respecto al resto de plantas encargadas de la producción de derivados del petróleo, se requiere definir un modelo de gestión del Mantenimiento Mayor de la Parada de la Unidad Ambiental o Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, que permita integrar las áreas de conocimiento a sus respectivos grupos de procesos. En este caso, se pretende definir el plan de gestión de las áreas de conocimiento Alcance, Tiempo y Costos del grupo de procesos de planeación, debido a su complejidad e importancia para el desarrollo del Mantenimiento Mayor de la Parada de la Unidad Ambiental, con el objeto de lograr un método que le permita a los profesionales que direccionan una parada de planta de un sistema de la PTAR, comprender los pasos para llevar a cabo el desarrollo de una parada de planta de una forma

adecuada teniendo en cuenta las áreas de conocimiento (Alcance, Tiempo y Costos) sincronizadas a su vez con las mejores prácticas de la Empresa, de tal forma, que se aproveche las ventajas de las dos herramientas: PMBOK 5ta edición y buenas prácticas de la Empresa.

Es conocido que el éxito de una parada en general depende de la mejor planeación que se pueda lograr, en tanto que ésta permite la menor desviación en los costos y el cumplimiento de un alcance óptimo.

Al aplicar este modelo en forma sistemática se pretende que el profesional que direcciona Paradas de Planta logre reducir las desviaciones de los objetivos y/o premisas definidas para cada parada. Se espera lograr un aprendizaje que permita cerrar las desviaciones o cumplimiento de las metas y/o premisas definidas para la parada en cada nuevo ciclo de corrida.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Definir un modelo de gestión de la planeación del alcance, cronograma y costos del Mantenimiento Mayor de la Parada de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), con enfoque PMI.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir las generalidades de la Gestión del Mantenimiento Mayor de la Parada de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

- Integrar las áreas de conocimiento de Gestión del Alcance, Gestión del Cronograma y Gestión de los Costos, al grupo de proceso de la Planeación del Proyecto, conforme el PMBOK 5ta edición.

- Elaborar conforme el PMBOK 5ta edición, el modelo de gestión para iniciar, planear, el Mantenimiento Mayor de una Parada de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales:
 - Plan de Gestión del Alcance
 - Plan de Gestión del Cronograma
 - Plan de Gestión de Costos

4. MARCO REFERENCIAL

4.1. MANTENIMIENTO EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL

El Plan de Mantenimiento en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales pretende asegurar la confiabilidad en la operación, mejorar su desempeño, asegurar la disponibilidad de procesos y equipos de la planta y brindar los recursos requeridos para apoyar la ejecución de acciones correctivas, de carácter predictivo, preventivo y de mejoramiento.

Proceso de Paradas Técnicas o Paradas Parciales. Son las que realiza el personal del día a día dentro de sus actividades de rutina, son de menor alcance y se lleva a cabo con las unidades en servicio u operación. El proceso de Paradas Técnicas requiere de la planeación, programación y ejecución de órdenes de trabajo para el mantenimiento día a día.

Proceso de Mantenimiento con Parada de Planta (Turnaround (T/A) o Shutdown). Serie de actividades necesarias para mejorar la confiabilidad, mejorar el desempeño o disponibilidad de los equipos que integran la planta a través de la planeación, ejecución de aquellos trabajos de mantenimiento que requieren sacar de servicio la unidad. Aquellos trabajos que requieren sacar de servicio la planta se envían con 6 meses de anticipación a Mantenimiento con Parada de Planta (MPP).

4.2. DIRECCIÓN DE PROYECTOS

Cualquier proyecto debe estar alineado con la Estrategia Organizacional y objetivos de la Empresa. Aún cuando los proyectos de un portafolio no tengan aparente interdependencia deben ser coherentes con la Estrategia Organizacional.

Cabe mencionar que el ciclo de vida del proyecto o fases por las que atraviesa un proyecto está limitado por el tiempo, con un inicio y un final o punto de control, los entregables específicos y actividades que se requieren variarán dependiendo del tipo de proyecto.

El ciclo de vida del proyecto puede tener un enfoque predictivo, donde el producto y entregables se establecen desde el inicio del proyecto y cualquier cambio en el alcance es gestionado. En un ciclo de vida con enfoque adaptativo el proyecto se desarrolla gradualmente tras múltiples iteraciones, para obtener el producto y el alcance de cada iteración se establece en el comienzo de la misma.² ((PMI), 2013).

En el ciclo de vida de un proyecto de Mantenimiento Mayor de la Parada de Planta se identifican las siguientes fases:

Fase 1. Planeación

Fase 2. Ejecución

Fase 3. Cierre

A su vez, la fase de Planeación involucra las siguientes etapas:

- Planeación a largo plazo

² PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, (PMI). Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). Quinta Edición. Pensilvania, Estados Unidos. 2013.

- Definición del alcance
- Gestión precontractual
- Planeación Detallada

Las fases de un proyecto pueden ser por lo general secuenciales y en determinadas situaciones superpuestas, en lo cual juega un papel importante a lo largo del ciclo de vida del proyecto las influencias de los interesados y consecuentemente el costo de efectuar cambios.

Para el Mantenimiento Mayor de la Parada de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, los principales equipos a intervenir, los entregables específicos y las actividades requeridas varían con respecto al Mantenimiento General de Paradas de Planta de la Organización. De allí la necesidad de definir un Plan de Gestión del Mantenimiento Mayor de Parada de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, que involucre los principales actores, equipo del proyecto con habilidades específicas, definir procedimientos, entregables y límites de control específicos al proyecto con el propósito de gestionar la triple restricción del proyecto: Alcance. Costos y Tiempo.

La Dirección de Proyectos se inicia en 1960 con proyectos de ingeniería. El PMI se crea en 1969 en Atlanta, como una organización sin ánimo de lucro, reconocida a nivel mundial, que se encarga de recopilar y consolidar las mejores prácticas sobre Dirección de Proyectos, resultado de los aportes y contribuciones de sus participantes sobre Gestión de Proyectos alrededor del mundo.

La Dirección de Proyectos se considera una disciplina, se fundamenta en los conocimientos, herramientas, habilidades, procesos, técnicas desarrolladas alrededor de la necesidad de cumplir con éxito un proyecto.

A través de identificación y recopilación de “Buenas Prácticas” sobre la Dirección de Proyectos, el PMI logró publicar en 1987 el primer documento en borrador de la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK), el cual se mantiene en continua evolución y cuya última edición fue publicada en 2013 (5ta edición) (GHOSH Sam, Junio de 2012). El PMBOK es un estándar del “American Standard National Institute (ANSI)” que se refiere a proyectos individuales de gestión de proyectos y en los procesos de Dirección de Proyectos, utiliza en general un lenguaje o vocabulario común que puede ser utilizado por Directores de Proyectos, Directores de Programa, Directores de Portafolios e interesados. ((PMI), 2013)

Básicamente la Guía del PMBOK integra las principales actividades de entradas, salidas, herramientas y técnicas, a emplear en los Grupos de Procesos de Iniciación, Planeación, Ejecución, Monitoreo y Control y Cierre de Proyectos característicos de un proyecto, que consolidan a su vez los 47 procesos pertenecientes a las áreas de conocimiento que intervienen en un proyecto:

- Gestión de: la Integración
- Gestión del Alcance
- Gestión del Tiempo
- Gestión de los Costos
- Gestión de los Costos
- Gestión de los Recursos Humanos
- Gestión de las Comunicaciones
- Gestión de los Riesgos
- Gestión de las Adquisiciones
- Gestión de los Interesados

La variación en alguno de estos factores se debe analizar y revisar, de tal forma, que se prevea los riesgos asociados a estos cambios en la integralidad del proyecto. Por tanto, para cualquier proyecto es indispensable elaborar un Plan de Dirección de Proyecto que establezca los principales lineamientos del proyecto, que estará a su vez a su vez a continuas variaciones, y mejoras progresivas en la medida que se cuente con información de detalle y se avance en las diferentes fases del proyecto.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

El presente trabajo emplea la metodología del ciclo P.H.V.A (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar) combinado con la alimentación continua de las lecciones aprendidas de la experiencia adquirida en el desarrollo del Mantenimiento Mayor de Paradas de Planta. Lo anterior, en concordancia con el ciclo P-H-V-A usado por Ecopetrol S.A. en su proceso de gestión de activos.

La metodología PHVA aplicada se describe a continuación:

PLANIFICACIÓN. Se revisa bibliografía de tesis, trabajos de monografía en la base de datos de la Universidad Industrial de Santander, Universidad Nacional de Colombia, documentos técnicos de la Empresa sobre información concerniente al mantenimiento en paradas de planta principalmente del sector hidrocarburífero. Se estudia e interpreta las entradas, salidas, herramientas de cada una de las áreas de conocimiento de la Guía del PMBOK y sus principales lineamientos en los grupos de proceso de inicio y planificación. Se entrevista a los interesados en el proyecto, profesores y posibles asesores en este tema, certificados en “Project Management Professional (PMP)” hasta definir el marco de trabajo preliminar con el codirector definitivo de la monografía partiendo de la necesidad de contar con un Modelo de gestión del Mantenimiento Mayor de una Parada, específicamente de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales por sus particularidades con respecto al resto de las plantas de refinación de la Empresa. Se verifica que la necesidad identificada sea coherente con el enfoque de la Estrategia Organizacional y los objetivos de la Empresa.

Se realiza visita en campo a la Unidad Ambiental durante el desarrollo de una parada de planta por mantenimiento de separadores de lodo, para comprender la

generalidad de los sistemas y procesos involucrados durante el tratamiento de las aguas residuales y domésticas.

Se define el objetivo general y objetivos específicos del trabajo de grado con énfasis en la gestión de las áreas de conocimiento de los grupos de procesos de inicio y planeación, por ser considerados de gran impacto e importancia para garantizar el cumplimiento de los indicadores claves de desempeño (alcance, tiempo y costos). Se planifica la forma en que se va a realizar el trabajo.

Se realiza un cuadro comparativo del cumplimiento de los lineamientos del PMBOK para los grupos de procesos de inicio y planificación de la documentación técnica disponible de la Empresa. La información que se revisa incluye adicionalmente lecciones aprendidas, buenas prácticas identificadas al interior de la Empresa y por compañías asesoras especializadas en el tema de confiabilidad operacional. Se identifican los procesos que se requieren complementar, modificar, eliminar y validar.

HACER. Se evidencia que el documento de premisas de parada de planta de la Empresa corresponde al acta de constitución o project charter conforme el PMBOK y el Plan de Hitos o Plan del Plan corresponde al Plan para la Dirección de Proyectos del PMBOK. Sin embargo, aunque el Plan de Hitos relaciona los principales entregables y actividades en orden cronológico para una parada de planta, no proporciona información que defina en qué consiste, cómo se debe lograr, qué herramientas se emplean (formatos, listas de chequeo, procedimientos técnicos, memorias de cálculo, etc), tampoco se especifica cómo se articulan con el resto de actividades del grupo de proceso de planeación.

Una vez actualizado el Plan de Hitos, mediante entrevistas con expertos en gestión del Mantenimiento Mayor de Paradas de Planta y con base en las

particularidades de la Unidad Ambiental se describe cómo se desarrolla cada una de las actividades para obtener los entregables, las actividades preliminares o entradas, las salidas y resultados esperados, así como las herramientas a emplear durante el inicio y planeación del Mantenimiento Mayor

VERIFICACIÓN. Se programan revisiones periódicas de la información consolidada de cada una de las actividades y entregables con el Líder de Parada de Planta de la Unidad Ambiental y expertos en el tema.

HACER. Se realizan los cambios y mejoras sugeridas en la etapa anterior a los procesos de inicio y planificación del Mantenimiento Mayor de Paradas de Planta de la Unidad Ambiental. El Líder de Paradas nuevamente verifica el cumplimiento de las mejoras acordadas.

6. ETAPA I. PLANEACIÓN A LARGO PLAZO (-30 a -25 meses de la fecha de corte o inicio de la ejecución de la Parada)

El objetivo de esta etapa es establecer la planificación y los pronósticos de presupuesto a largo plazo (próximos 5 años) de la T/A, e integrarlos dentro del Plan General de la Empresa, se definen los postulados o premisas bajo los cuales se llevará a cabo la T/A y se definen los indicadores claves de desempeño esperados en la Planta de Aguas Residuales. Los responsables de la ejecución de esta etapa son el Comité de Gerenciamiento de Activos y el Jefe del Departamento de Paradas de Planta.

La planeación a largo plazo es una etapa donde se identifican los tiempos óptimos de cada siguiente etapa del proceso, por lo cual se deberán realizar revisiones periódicas cada 6 meses o cada 3 meses, dependiendo del volumen de trabajos, del impacto y del grado de complejidad de la T/A y de la longitud de corrida de la Unidad.

Esta etapa finaliza con la realización del “Kick off Meeting” de la T/A, el nombramiento del Líder del “Core Team” y la definición de premisas o los postulados de la T/A. El Jefe del Departamento de Paradas de Planta debe aprobar el paso a la siguiente etapa de una T/A.

Los principales entregables de esta etapa son: las premisas y el Plan General de Hitos. Durante el desarrollo de esta etapa se debe cumplir con los siguientes ítems, que se deben gestionar en el tiempo definido para esta etapa:

6.1. ELABORACIÓN DEL PROGRAMA DEL MANTENIMIENTO MAYOR DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LOS PRÓXIMOS 5 AÑOS

El Programa del Mantenimiento Mayor para los próximos 5 años especifica los sistemas de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales que se van a intervenir durante este período, de acuerdo con las rutinas anuales de mantenimiento que tiene cada uno de sus sistemas, teniendo en cuenta que el ciclo de corrida general es de 4 años y el ciclo de rutina preventiva es de 2 años.

Para poder gestionar y cumplir con este ítem, el Líder de la Parada de Planta debe diligenciar un memorando donde el área operativa le informe al área de planeación el cronograma a 5 años de las Paradas de Planta a realizar. Ver Anexo 1 El responsable con consecuencias por la elaboración del Plan del Mantenimiento Mayor de la PTAR para los próximos 5 años es el Jefe de Departamento de Planeación.

6.2. ELABORACIÓN DEL PROGRAMA DEL MANTENIMIENTO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LOS PRÓXIMOS 24 MESES

El Programa de Mantenimiento Mayor de una Planta de Aguas Residuales para los próximos 24 meses, incluye los sistemas que se van a intervenir por mantenimiento preventivo cada dos años, ya sea por Parada de “Turnaround” o Paradas Técnicas.

Se oficializa este ítem mediante un memorando que emite el profesional encargado del Departamento de Programación al Gerente General, donde se

informa el cronograma de Paradas de Planta a realizar durante los próximos 2 años. El responsable de emitir el memorando es el Jefe de Departamento de Planeación.

Ver. Anexo 2. Formato Programa de Mantenimiento Mayor de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para los próximos 24 meses

6.3. ENTREGA DE ESPECIFICACIONES DE COMPRA DE MUY LARGO PLAZO.

La Coordinación de Integridad e Inspección de Equipos es la responsable de identificar, gestionar y entregar las especificaciones técnicas de los equipos a instalar durante el Mantenimiento Mayor que requiere un largo plazo de compra, es decir, un período de adquisición de equipos mayor a 24 meses. Ejemplo: Tanques, Tambores y elementos mayores.

6.4. SUSTENTAR EL PRESUPUESTO DE LAS PRÓXIMAS VIGENCIAS Y DOCUMENTAR EL PRESUPUESTO REAL ASIGNADO AL MANTENIMIENTO MAYOR PRÓXIMAS VIGENCIAS

El presupuesto para cada año debe ser estimado a corte de junio 30 del año inmediatamente anterior al cronograma del Mantenimiento Mayor definido en el ítem 6.2.

La clasificación del Estimado de Costos, se basa en la Práctica Internacional Recomendada No 18R-97 de la Asociación Internacional para el Avance de la Ingeniería de Costos (AACEI). El estimado de costos es de clase 5, es decir,

aquel preparado en la etapa más temprana de definición del programa o proyecto, cuya base para el estimado son iniciativas con tamaño, capacidad, tipo de equipos y un grado de precisión entre +75%/-35% y en la medida en que se maduran las etapas se llega al estimado de costos Clase 1, que es calculado cuando el proyecto tiene como base para el estimado la ingeniería de detalle y la metodología de estimación mediante costos unitarios detallados, el grado de precisión es +10%/-5% (ECOPETROL S.A.; 2010).

En la siguiente tabla se resume la base para el estimado, propósito, metodología de estimación y el grado esperado de precisión para cada etapa del proyecto durante la planeación, el cual es un valor de referencia para determinar al final la variación del cálculo del estimado con respecto al entregado al Líder del proyecto con su propio intervalo de confianza.

Tabla 1. Clasificación del estimado de costos según la AACEI

| Etapa del Proyecto | Clase del Estimado, según la AACEI | Base para el Estimado | Propósito del Estimado | Metodología de Estimación | Grado Esperado de Precisión ³ |
|--------------------|------------------------------------|--|---|--|--|
| Fase 1 | Clase 5 | Iniciativas con tamaño, capacidades, tipo de equipos | Proyección o viabilidad | Factorización, modelos paramétricos, analogía y juicio | +75% / - 35% |
| Fase 2 | Clase 4 | Ingeniería conceptual 100% | Estudio conceptual o viabilidad | Modelo paramétricos, factores | +40% / - 20% |
| Fase 3 | Clase 3 | Ingeniería básica 100% | Presupuesto preliminar | Costos unitarios por ítem | +25% / - 15% |
| | Clase 2 | | Presupuesto, autorización y control para el proyecto u ofertas/licitaciones | Costos unitarios detallados (Take off) | +15% / - 10% |
| Fase 4 | Clase 1 | Ingeniería de detalle 100% | Chequeo del estimado u ofertas /licitaciones | Costos unitarios detallados (Take off) | +10% / -5% |

³ El grado esperado de precisión es percentil 50 con un 80% de intervalo de confianza

Fuente. ASOCIACIÓN INTERNACIONAL PARA EL AVANCE DE LA INGENIERÍA DE COSTOS (AACEI). Práctica Internacional Recomendada No 18R-97. AACE, 2005.

El estimado de costos es de clase 5 y se emplean las siguientes metodologías y herramientas:

6.4.1. Por históricos. Se basa en el índice de escalación* de costos unitarios reales de equipos, materiales y mano de obra de años anteriores (normalización) y calculados a costos actuales.

Se estiman los costos de equipos, materiales y mano de obra a través de un índice de escalación para tener precios unitarios de dichos ítems de costo en el año actual, partiendo de costos reales de años anteriores (normalización).

6.4.2. Por alcances de ejecución similares. Se basa en información relacionada, recolectada y organizada de datos sobre proyectos ejecutados en forma similar, y sobre la cual se realiza el análisis de costos a través de una administración eficiente de los datos.

Un ejemplo de estimación inicial de costos es: se tiene una planta de tratamiento de aguas residuales que cuenta con dos sistemas A y B, la planta tiene una capacidad de diseño para tratar 4000 galones de agua residual industrial, con un esquema de operación por cada sistema de 12 piscinas para garantizar el tratamiento de oxidación

* Escalación. Es la variación de costos que se produce por motivos de la inflación o deflación, derivada del cambio de los precios de los insumos y demás componentes que integran la estructura de costos de las contrataciones asociados a bienes, obras o servicios.

Piscina de carga
Piscina de oxidación
Piscina de coagulación
Piscina de floculación
Piscina de clarificación

6.4.3. Por horas-hombre (Análisis de precios unitario –APU). Una vez definido el alcance definitivo del Mantenimiento Mayor, se realiza el listado de actividades necesarias para desarrollarlo, a nivel de equipos por sistema a intervenir de la Unidad Ambiental. Posteriormente se realiza la asignación del recurso humano, materiales y equipos necesarios conjuntamente para llevar a cabo cada actividad. Finalmente se asigna el tiempo requerido y los costos unitarios correspondientes conforme las tarifas actuales del mercado y la legislación laboral vigente.

Al final se consolida el presupuesto oficial del trabajo a ejecutar para realizar la contratación del trabajo que requiere ser desarrollado por Empresas especializadas en este tipo de mantenimiento.

El Líder del Mantenimiento Mayor es el responsable de realizar la sustentación de la estimación del presupuesto ante el Gerente General para su aprobación, se debe generar un acta donde se registre la aprobación del presupuesto.

6.5 NOMBRAR LOS LÍDERES DEL MANTENIMIENTO MAYOR

Se elabora un memorando del Departamento de Mantenimiento Mayor a la Gerencia Técnica, en el que se indican los sistemas a intervenir, el año y el líder

encargado de dicho mantenimiento. Ver Anexo 3. Formato Nombramiento de Líderes del Mantenimiento Mayor

6.6. ELABORAR LAS PREMISAS PARA EL MANTENIMIENTO MAYOR

Es un documento donde se definen los postulados bajo los cuales se realizará la Parada de Planta. Ver Anexo 4. Formato Elaboración de Premisas para el Mantenimiento Mayor de la Parada de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

Definir la línea base de soporte que establece los indicadores y postulados a cumplir durante el Mantenimiento Mayor.

6.6.1 Premisas de HSE. Se define el propósito a cumplir durante la ejecución del Mantenimiento Mayor CERO afectaciones a las personas, al medio ambiente y a la infraestructura de la Empresa cumpliendo con los siguientes indicadores.

6.6.1.1 Índice de Frecuencia Total de Casos Registrables, TRIF. Mide el número de accidentados por causa o con ocasión del trabajo, de personal directo, contratista y subcontratistas que sufren lesiones personales con incapacidad médica mayor o igual a un (1) día, más aquellos con trabajo restringido, más los que se encuentran con tratamiento médico, por cada millón de horas-hombre trabajadas.

$$TRIF = \frac{\text{No. Accidentes por Causa o con Ocasión del Trabajo} + \text{Trabajo Restringido} + \text{Tratamiento Médico}}{\text{Horas-Hombre}} * 10^6$$

El referente a cumplir en este indicador se debe solicitar al área de Seguridad Industrial de la Empresa al inicio de cada año. Para el año 2015 el referente a cumplir es un TRIF ≤ 4,14

6.6.1.2 Índice de Frecuencia de Accidentalidad con Pérdida de Tiempo (IF).

Mide el número de accidentados por causa o con ocasión del trabajo, de personal directo, contratistas y subcontratistas, que sufren lesiones personales con incapacidad médica mayor o igual a (1) día, por cada millón de horas-hombre trabajadas.

$$IF = \frac{\text{No. Accidentes por causa o con ocasión del trabajo} * 10^6}{\text{Horas} - \text{Hombre}}$$

El referente a cumplir en este indicador se debe solicitar al área de Seguridad Industrial de la Empresa al inicio de cada año. Para el año 2015 el referente a cumplir es un IF ≤ 1,03

6.6.1.3 Incendios y Explosiones. Se debe asegurar que durante el Mantenimiento Mayor no se presente ningún incendio o explosión bajo ninguna circunstancia.

6.6.1.4 Cumplimiento de tiempos y de Hitos del Plan HSE. Se define un Plan de Hitos con responsables, tiempos y entregables a cumplir para asegurar la gestión de HSE a tiempo y en la medida que se desarrollan las fases del Mantenimiento Mayor.

Se debe seguir el Plan de Hitos que se adjunta en el Anexo 5. Plan Integral de Hitos HSE del Mantenimiento Mayor de la Parada de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

6.6.1.5 Reportar y gestionar los accidentes ocupacionales. Una vez suceda un evento es obligación del Líder de Cuadrilla reportarlo con el superior inmediato, que puede ser el Supervisor del Frente de Trabajo o el Líder HSE. En este caso se debe diligenciar el Reporte de Fallas de Control. Ver Anexo 6. Formato Reporte de Investigación de Fallas de Control

6.6.1.6 Eventos de seguridad de procesos nivel 1 y nivel 2. Se debe asegurar que no ocurra incidentes de seguridad de procesos * nivel 1* y nivel 2*.

6.6.2 Premisas de Duración. Conforme el plan volumétrico se define para realizar el retiro de lodos del SEP-3030, mantenimiento general de SEP-3060, Tren C/D de PTAR Acido y Planta de Sodas sulfhídricas U-4050:

Fecha de inicio de la Parada Ambiental de 2015: Julio 1 de 2015.

Duración Total: 112 días calendario.

Tabla 2. Premisas de duración

| | Descripción | Indicador |
|---|--|-----------|
| 1 | • Cero DPNP, ya sea por extensión (cero desviación en la Ruta Crítica) o por calidad (re-procesos de mantenimiento que afecten el arranque). | 0 (cero) |
| 2 | • Programa de Trabajo (PDT) que integre la totalidad de los trabajos | 100% |
| 3 | • Desviación diaria acumulada del PDT (avance real / avance estimado) | ≤ 5% |
| 4 | • Incidentes por interferencias (no planeadas) entre contratistas | 0 |

Fuente. ECOPEPETROL S.A. Formato de premisas para el Mantenimiento Mayor de la parada de la planta de tratamiento de aguas residuales. Barrancabermeja. 2016.

* Incidente de seguridad de proceso: pérdida de contención primaria no controlada o no planeada

* Nivel 1: Incidente de seguridad de proceso de alto impacto, ya sea por afectación a personas (admisión a hospital con lesión) o daño al medio ambiente o daño a equipo con costo superior a US\$25.000

* Nivel 2: Incidente de seguridad de proceso con impacto económico, superior a US\$2.500 y menor a US\$25.000 o escape de hidrocarburo menor a 7 barriles en una hora

Las metas de duración real serán ajustadas y se integrarán como anexo una vez se defina la planeación detallada y sean realizados los “Fat Rat”.

6.6.3 Premisas de Costos. Se debe evaluar el costo estimado de la Parada de Planta con el alcance congelado y la posterior planeación detallada, debe estar alineado con las metas de la Empresa. Se oficializa la duración estimada de la parada al Departamento de Planeación de la Producción. Se debe tener en cuenta el porcentaje de optimización de costos conforme las directrices de la Empresa (aproximadamente +/- 30 %)

Tabla 3.. Premisas de costos

| | Descripción | Indicador |
|---|---|----------------|
| 1 | • Porcentaje de Desviación: Último Presupuesto Aprobado (antes de inicio de ejecución) / Presupuesto Ejecutado (Reserva por contingencia) | $\leq + 10 \%$ |
| 2 | • % Emergentes o reserva administrativa | $\leq +5 \%$ |

Fuente. ECOPEPETROL S.A. Formato de premisas para el Mantenimiento Mayor de la parada de la planta de tratamiento de aguas residuales. Barrancabermeja. 2016.

Una estimación inicial de costos incluye como ejemplo:

Tabla 4. Estimación Inicial de costos

| ITEM | COSTOS DEL MANTENIMIENTO MAYOR DE LA PARADA DE UNA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES (M\$) |
|---------------|---|
| CONTRATOS, \$ | |
| COMPRAS, \$ | |
| TOTAL (M\$) | |

Fuente. ECOPEPETROL S.A. Formato de premisas para el Mantenimiento Mayor de la parada de la planta de tratamiento de aguas residuales. Barrancabermeja. 2016.

6.6.4 Premisas del Alcance. La definición del Alcance de proyectos, es una actividad que se desarrolla en forma progresiva y se va asegurando durante las fases del Modelo de Maduración y Gestión de Proyectos (MMGP). A partir del enunciado del alcance, y su posterior transformación en la estructura de desglose de trabajo (WBS), se debe fundamentar la elaboración del presupuesto, la programación, los recursos, la identificación y valoración de riesgos.

Para definir las premisas del alcance se debe tener en cuenta:

- Se debe contar con cada una de las recomendaciones técnicas del anterior mantenimiento
- Se debe tener el histórico de inspección de cada uno de los equipos a intervenir
- Todos los trabajos deben ser evaluados en una sesión técnica de cuestionamiento por el grupo de los especialistas
- Los trabajos aprobados para el Mantenimiento Mayor deben ser los que estrictamente requieran que salga de servicio la PTAR
- Todos los trabajos que requieran control de cambio deben estar aprobados por el Coordinador de la PTAR
- Todos los trabajos que surjan después de la sesión de cuestionamiento de los especialistas se consideran un trabajo emergente
- Los valores para medir el cumplimiento de los indicadores se toman directamente de los portales oficiales de gestión.

Tabla 5. Premisas del alcance.

| | Descripción | Indicador |
|---|---|-----------|
| 1 | • Trabajos emergentes (entre fecha de congelamiento del alcance y planeación) | <5% |
| | • Trabajos emergentes (durante la fase de ejecución) | <5% |
| 3 | • Ítems rechazados en el taller de cuestionamiento por calidad de la información | 0 |
| 4 | • Recomendaciones generadas durante la ejecución después de la fecha última: 50% de ejecución de la Parada. | 0 |
| 5 | • Cumplimiento de la Directriz 001, Confiabilidad del equipo rotativo. | 100% |
| 6 | • Cumplimiento de la Directriz 005 Paradas de Planta | 100% |
| 7 | • Cumplimiento de la Directriz 006 Definición y Desarrollo Alcance de la Parada de Planta | 100% |
| 8 | • Cumplimiento de la Directriz 011 Suministro eléctrico para alimentaciones provisionales | 100% |
| 9 | • Cumplimiento de la Directriz 012 Cambio del Plan de Paradas de Planta | 100% |

Fuente. ECOPETROL S.A. Formato de premisas para el Mantenimiento Mayor de la parada de la planta de tratamiento de aguas residuales. Barrancabermeja. 2016.

6.6.5 Premisas del Plan de Hitos de la Parada. El Plan de Hitos del Mantenimiento Mayor debe ser desarrollado cronológicamente conforme fue definido y será responsabilidad del Líder de la Parada su cumplimiento y el aseguramiento de los soportes, registros o documentos de cada uno de los hitos.

Resume las fechas de inicio y finalización, el porcentaje de relevancia, como la respectiva matriz de roles y responsabilidades, de las actividades correspondientes a las fases de:

1. Planeación de largo plazo (-30 a -25 meses)
2. Planeación del Alcance del Mantenimiento Mayor (-25 a -18 meses)

3. Planeación del Mantenimiento Mayor – Gestión Precontractual (-18 a -12 meses)
4. Planeación Detallada (-12 a -6 meses)
5. Alistamiento (-6 meses a corte de carga)
6. Ejecución del Mantenimiento Mayor
7. Cierre (Puesta en servicio a +4 meses)

El Plan de Hitos debe cumplir con los siguientes indicadores:

Tabla 6. Premisas del Plan de Hitos

| Descripción | | Indicador |
|-------------|--|-----------|
| 1 | Elaboración de libros al final de cada fase | 100% |
| 2 | Informes de auditorías al final de cada fase | 95% |
| 3 | Cumplimiento del programa de reuniones sistemáticas | ≥ 80 % |
| 4 | Asistencia de participantes a las reuniones sistemáticas | ≥ 80 % |

Fuente. ECOPETROL S.A. Formato de premisas para el Mantenimiento Mayor de la parada de la planta de tratamiento de aguas residuales. Barrancabermeja. 2016.

6.6.6 Premisas de Personal. Se asigna el “Core Team” de la Parada que debe contar mínimo con los siguientes nombramientos:

Tabla 7. Premisas de personal

| Cargo | Nombre |
|---------------------------------------|--------|
| Líder de la Parada | |
| Coordinador de Operaciones | |
| Líder de Confiabilidad | |
| Líder de Mantenimiento (PS&O) | |
| Líder de HSE | |
| Líder de Confiabilidad Estático/Civil | |
| Líder de Confiabilidad Eléctrico | |
| Líder de Confiabilidad Electrónica | |

| Cargo | Nombre |
|---------------------------------|--------|
| Líder de Confiabilidad Rotativo | |
| Líder de Confiabilidad Procesos | |
| Líder de Inventarios | |
| Planeador Estático | |
| Planeador Eléctrico | |
| Planeador Instrumentos | |
| Planeador Mecánico | |

Fuente. ECOPETROL S.A. Formato de premisas para el Mantenimiento Mayor de la parada de la planta de tratamiento de aguas residuales. Barrancabermeja. 2016.

6.6.7 Contratación y Compras. Se debe contar con la disponibilidad del 100% de materiales y equipos en las bodegas de la Empresa antes del inicio de la etapa de Alistamiento.

Tabla 8. Premisas de contratación y compras

| | Otras metas | Indicador |
|---|--|-----------|
| 1 | Evaluación de desempeño de contratistas a más tardar 15 días después del fin de parada | 100% |
| 2 | Número de incidentes asociados con materiales que afectaron la duración de la parada | 0 |
| 3 | Número de incidentes asociados con herramientas que afectaron la duración de la parada | 0 |
| 4 | Número de incidentes asociados con equipos que afectaron la duración de la parada | 0 |
| 5 | Htas/Equipos de ECP (no acordados) suministrados en alquiler al Contratista | 0 |
| 6 | Número de procesos contractuales (contratos y compras) declarados fallidos | 0 |

Fuente. ECOPETROL S.A. Formato de premisas para el Mantenimiento Mayor de la parada de la planta de tratamiento de aguas residuales. Barrancabermeja. 2016.

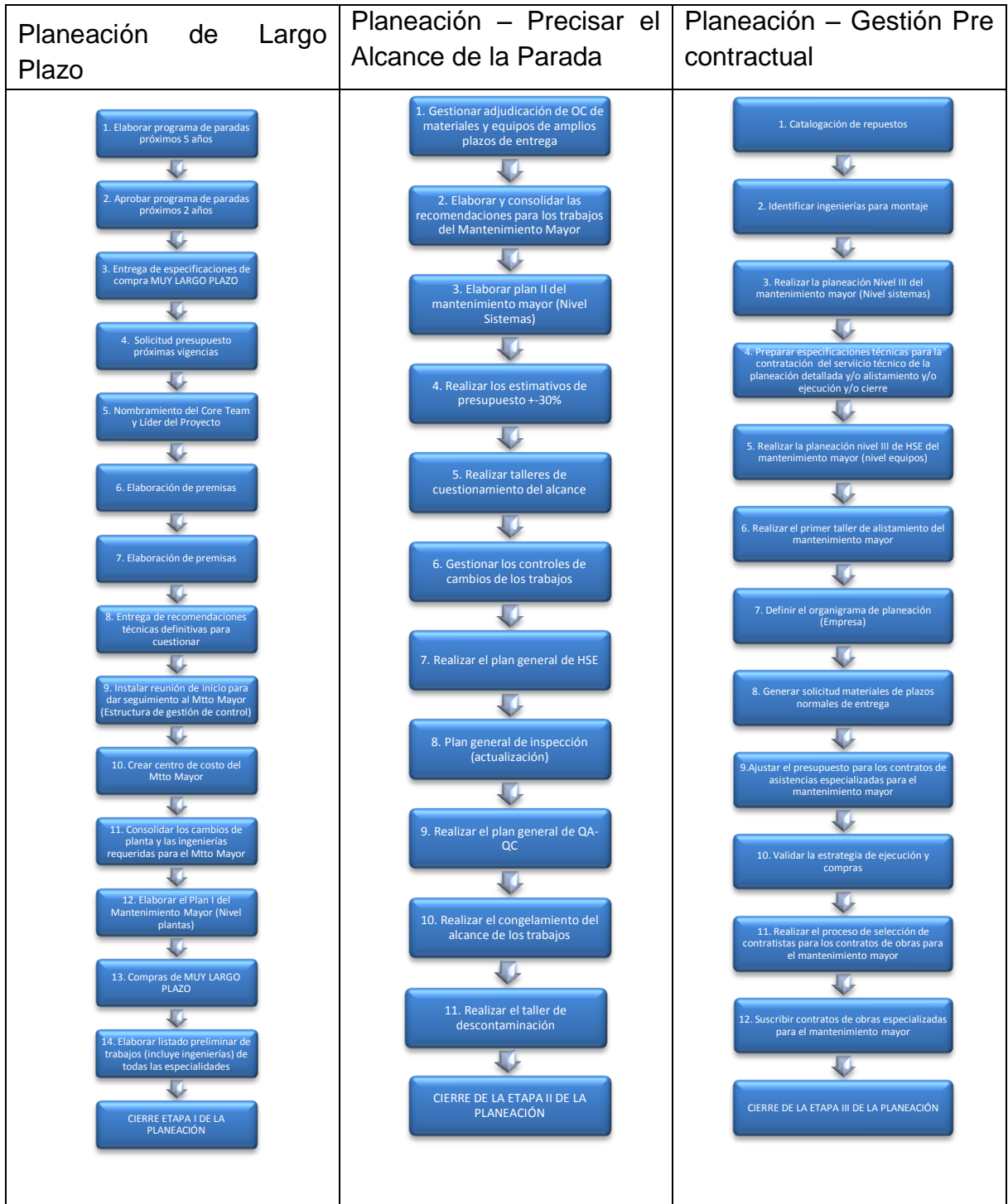
6.7. ELABORAR EL PLAN GENERAL DE HITOS.

Es el conjunto de hitos a cumplir en cada una de las fases a medida que va madurando el proceso del mantenimiento mayor desde la fase de planeación hasta la fase de cierre. Contiene las fechas de inicio y finalización de cada una de las actividades con la respectiva matriz de entregables, de responsabilidades y su entregable definido. El responsable de gestionar y cumplir con el Plan de Hitos es el Líder de la Parada. Ver Anexo 7. Plan General Inicial de Hitos del Mantenimiento Mayor de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

Una vez se finalizó el análisis y ajuste de las actividades o ítems de cada etapa de la planeación, se realizó el ajuste al Plan de Hitos. En el Anexo 8. Cuadro comparativo Plan de Hitos inicial y ajustado con procesos aplicables de la guía PMBOK 5ta edición, se observan los ajustes y modificaciones realizados en la fase de planeación y su interrelación con las áreas de conocimiento de los grupos de proceso definidos en la guía PMBOK 5ta edición. De igual forma se visualiza la matriz RACI desarrollada con el grupo de interesados del proyecto.

En el siguiente diagrama de flujo se puede apreciar los principales ítems o actividades a desarrollar en cada etapa de la fase de planeación.

Figura 4. Diagrama de flujo de las actividades de la fase de Planeación



6.8. ENTREGA DE RECOMENDACIONES TÉCNICAS PARA CUESTIONAR.

Las recomendaciones para cuestionar se elaboran en la última fase del anterior mantenimiento mayor por parte de los Inspectores de Campo de la Coordinación Técnica que le corresponda.

Estas recomendaciones técnicas deben incluir la identificación del equipo o componente con los antecedentes o históricos del mantenimiento del equipo a través del tiempo, el diagnóstico de la condición de confiabilidad que se encontró en el último mantenimiento mayor, la valoración RAM o matriz de evaluación de riesgos, las acciones de los trabajos recomendados que se le deben ejecutar al equipo en el siguiente mantenimiento mayor, los controles de calidad que se requieren para la ejecución de esas actividades. Ver Anexo 9. Entrega de Recomendaciones Técnicas para Cuestionar. El responsable de este entregable es la Coordinación Técnica de Inspección del Equipo Estático

6.9. INSTALAR REUNIÓN DE INICIO PARA DAR SEGUIMIENTO AL MANTENIMIENTO MAYOR (ESTRUCTURA DE GESTIÓN DE CONTROL).

En este Ítem se define la reunión de seguimiento con lugar, día, frecuencia, hora del seguimiento al Plan de Hitos para el Mantenimiento Mayor, se revisa el avance y desviaciones que se tengan en cada actividad. El responsable de dirigir la reunión es el Líder de la Parada.

El objetivo es hacer seguimiento, gestión y control al desarrollo de los Hitos de la parada de planta y de sus indicadores claves de desempeño conforme a la fase en la que se encuentre. Se pretende tener mayor probabilidad de éxito durante la

ejecución de la parada de planta. Ver Anexo 10. Instructivo Reunión Gerenciamiento de Parada de Planta, aplicado a la fase I.

Al final de la reunión se generan compromisos por cada una de las desviaciones que se estén presentando al plan de hitos de la fase en desarrollo del Mantenimiento Mayor, el responsable y el tiempo para cumplir el compromiso.

6.10. CREAR CENTROS DE COSTO DEL MANTENIMIENTO MAYOR

Para cumplir con este ítem se solicita a la Coordinación de Economía de la Empresa la asignación de la cuenta o centro de costo en donde van a estar cargados los dineros que se aprueben para ejecutar el mantenimiento mayor.

El responsable de abrir la cuenta es el Coordinador de Economía de la Empresa, previa solicitud del Líder de la Parada por vía mail.

6.11. CONSOLIDAR LOS CAMBIOS DE PLANTA Y LAS INGENIERÍAS REQUERIDAS PARA EL MANTENIMIENTO MAYOR (ELÉCTRICO/ ELECTRÓNICO/ ESTÁTICO/ ROTATIVO/ PROCESOS)

Control de Cambios es el procedimiento que se utiliza para gestionar los cambios de tecnología en planta, temporal o permanente, en condición normal o de emergencia, que se relacionen con el manejo de sustancias peligrosas, que tengan potencial impacto en las personas, el ambiente y/o la integridad de las operaciones o desempeño en HSE. Se aplica a cualquier cambio que surja durante el desarrollo del proyecto aunque no haga parte de su alcance y que pueda afectar la infraestructura existente de la planta.

El cambio puede ser propuesto por cualquier persona de la Organización, para dar respuesta a una necesidad. Es el resultado de decisiones, revisiones técnicas o de gestión, de evaluaciones de riesgos, investigación de incidentes, auditorías, etc. Es responsabilidad del dueño del activo (Jefe Departamento de Operaciones/Jefe Departamento Mantenimiento la aplicación del procedimiento).

Cada una de las personas involucradas en la ejecución de un trabajo (dueño del activo, ingeniero planeador, ejecutor, operador, supervisor, líder, coordinador) son responsables de cumplir y hacer cumplir el procedimiento cuando implique un cambio de planta.

Los criterios para aceptar e implementar la solicitud de cambio son:

- Para cambios de planta requeridos por HSE, la valoración RAM del impacto por no ejecutar el cambio debe ser M, H o VH.
- En caso de continuidad operativa o de oportunidad de negocio, se tiene en cuenta dos criterios: la valoración RAM del impacto de no ejecutar el cambio, que debe ser M, H o VH y los beneficios económicos de la implementación del cambio deben arrojar un factor $J \geq 1,5$.

Los niveles de aprobación de iniciativas de cambios tanto para cambios temporales como permanentes son los siguientes:

- Para cambios de planta con valoración del impacto M, aprueba el dueño del activo.
- Para cambios con valoración del impacto H o VH, aprueba el nivel superior al dueño del activo.

- En caso de equipos o plantas licenciadas, se debe obtener el concepto del fabricante del activo y/o licenciador antes de autorizar un cambio de diseño.

6.11.1 Etapas del Control de Cambios.

6.11.1.1 Inicio y aprobación de la idea. Se identifica y documenta la iniciativa de cambio mediante un estudio de factibilidad. Incluye: objetivo, alcance de la modificación, las alternativas para la implementación, evaluación de riesgos y de costo/beneficio de su implementación. Finaliza con la aprobación para realizar el análisis técnico por el encargado de aprobar.

6.11.1.2 Análisis Técnico. Se define el tipo de cambio (tecnología o cambio menor), se identifica la complejidad y severidad del cambio, para definir la metodología de análisis de riesgo a utilizar y determinar el nivel del riesgo. Los documentos que validan la aceptación o rechazo del cambio son las justificaciones y recomendaciones técnicas, económicas, de seguridad, de calidad y ambiente (informe de análisis de riesgos, diseños conceptuales, básicos y detallados). Se debe incluir el listado de documentos que se van a afectar por cuenta del cambio y los responsables de su actualización e implementación antes del arranque.

6.11.1.3 Aprobación del Cambio. Con base en el análisis técnico realizado, el dueño del activo aprueba o rechaza la ejecución del cambio.

6.11.1.4 Implementación del Cambio. Se ejecuta la modificación recomendada en el desarrollo técnico. El dueño del activo recibe del ejecutor el comisionado riguroso de la modificación y verifica el cumplimiento del alcance estipulado en el análisis técnico. Se debe actualizar la documentación de los registros modificados por el cambio ejecutado (procedimientos operacionales, entrenamiento del

personal, documentación técnica y sistemas de información). Ver Anexo 11. Registro para el Control de Cambio para el Mantenimiento Mayor

6.11.1.5 Cierre del Cambio. Al finalizar el facilitador del control de cambio (Líder de Confiabilidad del Equipo Núcleo) cierra el proceso. Para cumplir este ítem se revisa cada una de las recomendaciones emitidas en el ítem 6.8 con el “Core Team” en las reuniones de seguimiento, para precisar por cada una de las especialidades el listado de los controles de cambio que se ejecutarían durante el Mantenimiento Mayor de la Planta. El responsable del cumplimiento de este ítem es el Líder de Confiabilidad de la Planta donde se ejecutará el mantenimiento mayor.

6.12. ELABORAR PLAN I DEL MANTENIMIENTO MAYOR (NIVEL: PLANTAS)

Se debe elaborar un plan por sistemas o por plantas para el cumplimiento de este ítem, se define el alcance general de la parada de planta a ejecutar, la duración, fechas de inicio y finalización del mantenimiento. La información anterior se debe consolidar en el formato del Anexo 12. Plan I (Por Sistemas) del Mantenimiento Mayor. El responsable de elaborar el Plan I del Mantenimiento Mayor es el Líder de la Parada.

6.13. COMPRAS DE MUY LARGO PLAZO (EJEMPLO: TANQUES, SEDIMENTADORES, FILTROS, TORNILLOS DE ARQUÍMEDES, RASPADORES, EQUIPOS DE BOMBEO Y ELEMENTOS MAYORES)

Conforme la recomendación técnica de cada uno de los especialistas y la revisión en conjunto con el “Core Team”, se debe identificar y analizar la necesidad de

compra de equipos de mayor complejidad, costo y de un tiempo de fabricación o adquisición mayor a 2 años, para definir el listado de los equipos mayores que se requieren comprar. Ver Anexo 13. Formato de Compras de Largo Plazo para el Mantenimiento Mayor

Se debe validar la necesidad de compra de este listado ante la Autoridad Técnica del equipo correspondiente, ya sea estático, rotativo, eléctrico, civil, instrumentación o mecánico.

6.14. ELABORAR LISTADO PRELIMINAR DE TRABAJOS (INCLUYE INGENIERÍAS) DE TODAS LAS ESPECIALIDADES

Este ítem se desarrolla con cada una de las actividades de trabajo que se encuentran consignadas en las recomendaciones técnicas y que han sido revisadas por el “Core Team”, para listar las actividades preliminares a ejecutar durante el mantenimiento mayor en cada una de las especialidades, así como las ingenierías que se requieren. Las Coordinaciones de Soporte Técnico de la Gerencia Técnica elaboran y envían al Líder de la Parada las recomendaciones posteriores con un plazo de dos meses después de la última reparación (según plan de hitos). Ver Anexo 14. Formato de Entrega de Alcances Técnicos y Recomendaciones Posteriores en todas las Especialidades para el Mantenimiento Mayor. El responsable de elaborar este listado es el Líder de la Parada.

6.15. REALIZAR EL CIERRE DE ETAPA I DE LA PLANEACIÓN

Planear Actividades de Largo Plazo. Se realiza la presentación ante el Comité de la Gerencia General conformado por los Altos Directivos de la Organización, con el

propósito de lograr la aprobación para el avance a la etapa siguiente una vez desarrollados los hitos anteriores. Ver Anexo 16. Contenido del Cierre de la Fase I (Planeación de Actividades de Largo Plazo) del Mantenimiento Mayor

Debe ser un resumen que considere mínimo los siguientes aspectos:

- Entregables claves de la planeación de Largo Plazo. Se nombran los principales entregables durante la Parada de Planta
- Integrantes del “Core Team”. Se nombran los integrantes del “Core Team” incluyendo su respectivo cargo.
- Planeación I (Sistemas) de Largo Plazo del Mantenimiento Mayor. En un cuadro se resumen las principales unidades a intervenir durante la Parada de Planta, la duración (días), fechas de inicio y finalización estimadas y la línea de tiempo
- Criterios de Calidad de los principales entregables. Garantizar la longitud de corrida de la planta y de las unidades a intervenir.
- Equipo Mal Actor. Se identifican los malos actores y las principales recomendaciones para gestionar a cada uno.
- Costos (+/- 50%). Se presenta un resumen de los costos incurridos por contratos y compras para la Parada de Planta en M\$. Los costos se deben actualizar conforme la etapa en la que se encuentre dentro de la fase de planeación.
- Identificación de riesgos y plan de respuesta. Se identifican los principales riesgos durante la planeación del proyecto y sus correspondientes planes de acción en el correspondiente registro de riesgos.

Superado este paso se insta a las partes encargadas a firmar el acta de aprobación para continuar con la siguiente etapa de la fase de planeación. Ver Anexo 17. Formato Acta de Aprobación del Cierre de Etapa I (Planeación a Largo Plazo) del Mantenimiento Mayor.

7. ETAPA II PRECISAR EL ALCANCE DEL MANTENIMIENTO MAYOR (- 25 a - 18 meses)

Esta etapa inicia 25 meses antes del corte de carga o antes de la ejecución del Mantenimiento Mayor y finaliza 18 meses antes de la ejecución del Mantenimiento Mayor. El evento de inicio de esta etapa es gestionar la adjudicación de OC de materiales y equipos de amplios plazos de entrega y el último entregable corresponde al congelamiento del alcance del Mantenimiento Mayor que debe entregarse a más tardar 12 meses antes de la ejecución del Mantenimiento Mayor y la realización del taller de descontaminación. Para aquellas paradas cuya longitud de corrida es menor a 12 meses, el congelamiento del Alcance podrá realizarse 6 meses antes de la Parada de Planta.

En esta etapa el Líder del Mantenimiento Mayor debe asegurar mediante un modelo basado en riesgo la determinación y precisión del Alcance del Mantenimiento Mayor.

Se realizan estimativos del presupuesto de la parada conforme la directriz corporativa, Plan II (Sistemas) de la Parada de Planta, Plan General HSE, Plan General QA-QC, se adjudican compras de largo plazo.

7.1. GESTIONAR LA ADJUDICACIÓN DE LAS ÓRDENES DE COMPRA DE EQUIPOS Y MATERIALES DE AMPLIOS PLAZOS DE ENTREGA PARA EL MANTENIMIENTO MAYOR (COMPRAS DE REPUESTOS CATALOGADOS)

El Líder de la Parada solicita a través de un memorando al Comité de la Autoridad Técnica de la Especialidad (Eléctrico, Electrónico, Civil, Estático, Rotativo), la

necesidad de proceder con la compra de los equipos mayores. Con aprobación de dicho Comité se solicita a la especialidad: el “data sheet”, especificaciones técnicas y planos de los equipos a comprar.

Esta información se entrega a la Coordinación de Contratación para que realice el proceso de selección y contratación del servicio. Ver Anexo 13. Formato de Compras de Largo Plazo para el Mantenimiento Mayor

7.2. ELABORAR Y CONSOLIDAR LAS RECOMENDACIONES PARA LOS TRABAJOS DEL MANTENIMIENTO MAYOR (POR ESPECIALIDAD: ELÉCTRICO, ELECTRÓNICO, ESTÁTICO, ROTATIVO, CIVIL Y PROCESO)

Teniendo en cuenta que la periodicidad de los mantenimientos de la Unidad Operativa es cada 4 años y por tanto, es factible que durante este tiempo ocurran cambios al alcance técnico inicial, el Líder de la Parada debe solicitar nuevamente a cada una de las Coordinaciones de las Especialidades involucradas, la recomendación técnica definitiva del alcance técnico a ejecutar durante la Parada de Planta. Dichas recomendaciones técnicas deben tener en cuenta las necesidades de la operación para garantizar que la Unidad Operativa cumpla con su longitud de corrida. Se usa el formato del Anexo 9. Entrega de Recomendaciones Técnicas para Cuestionar, por cada una de las especialidades.

Una vez se cuente con la información actualizada, el Líder de la Parada revisa, clasifica por especialidad y consolida todas las recomendaciones técnicas de las Especialidades, a través de un memorando para solicitar la planeación y presupuestación de costos de +/- 30% (Planeación tipo III o Planeación detallada del alcance técnico definido en las recomendaciones) a la Coordinación de Planeación. Ver Anexo 14. Formato de Entrega de Alcances Técnicos y

Recomendaciones Posteriores en todas las Especialidades para el Mantenimiento Mayor

7.3. ELABORAR PLAN II DEL MANTENIMIENTO MAYOR (NIVEL: SISTEMAS)

El Líder de la Parada debe elaborar la Estructura de Desglose de Trabajo (WBS) hasta un segundo nivel, en el que se define los entregables de cada uno de los sistemas de la Unidad de Proceso o de la Unidad Ambiental a intervenir, con base en el consolidado preliminar de trabajos. Ver ejemplo de EDT de la Parada General de la Planta Ambiental en Anexo 18. Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) del Mantenimiento General de la Planta de Soda Sulfídrica U-4050 hasta el segundo nivel.

7.4. REALIZAR LOS ESTIMATIVOS DE PRESUPUESTO +/- 30%

El estimativo del presupuesto de esta etapa se realiza con base en la planeación inicial de las actividades a ejecutar por especialidad, de acuerdo al listado preliminar de trabajos o recomendaciones técnicas. Se asigna a las actividades a ejecutar los costos correspondientes por equipos de la unidad. Los costos totales son los costos directos (mano de obra, materiales, equipos y herramientas mayores, tarifas u otro valor). Para el cálculo del costo de la mano de obra se define el tiempo de duración de la actividad, el número de personas necesarias, el costo de la hora hombre por especialidad y los rendimientos estimados. Ver Anexo 21. Registro de la Estimación de Costos en la Especialidad Rotativo.

El costo de la mano de obra se calcula empleando dos opciones: la primera calcula el costo promedio de HH para todos los recursos, esta fórmula se puede

copiar de la celda AH501. La segunda opción calcula el valor específico de la mano de obra por recurso, esta fórmula se puede copiar en la celda AH502.

Para el cálculo del costo de materiales de stock, equipos, herramienta mayor, se utiliza un porcentaje sobre el valor de la mano de obra, determinado con base en datos de alcances de paradas similares. Los costos indirectos más imprevistos se calculan como un porcentaje predeterminado sobre los costos directos, con base en datos consolidados de alcances de paradas similares. Sin embargo, se tiene la opción de emplear información más precisa de los costos específicos para el cálculo de los costos totales.

A este nivel el presupuesto se estima con base en datos de experiencias similares, en el juicio de expertos y sondeos de mercado.

La contratación de productos y servicios se realiza mediante la categoría de contratos de precio fijo, es decir, se fija el precio total del contrato desde el comienzo y no está sujeto a modificaciones, salvo que cambie el alcance del trabajo. Cualquier incremento del costo del contrato por mal desempeño del contratista es responsabilidad del mismo, quien está obligado a completar el esfuerzo (Project Management Institute, 2013). Se requiere que la Empresa determine claramente el alcance del trabajo a realizar ya que cualquier cambio podría acarrear incremento del costo inicial del contrato.

Dependiendo de las condiciones del contrato, en algunos casos se puede considerar la contratación de costo más honorarios con incentivos, es decir, se permite cierta flexibilidad entre el contratante y el contratista, se permite desviaciones en el desempeño con incentivos financieros por el cumplimiento de costos, cronograma y el desempeño técnico del contratista. Los objetivos de desempeño se fijan desde el principio, se fija un precio tope donde el precio final

del contrato se determina luego de completar todo el trabajo con base en el desempeño del contratista y todos los costos que superen este tope serán asumidos por el contratista.

Por ejemplo, se requiere saber cuánto es el presupuesto del retiro de lodos del drum SD-4060 con un estimativo de presupuesto +/-30%. Para determinar el estimativo de costos se requieren los siguientes pasos:

7.4.1 Listar las actividades.

7.4.1.1 Instalar Sistema de Aislamiento Seguro (SAS)

7.4.1.2 Abrir manholes

7.4.1.3 Retirar lodos

7.4.1.4 Lavar con agua

7.4.1.5 Cerrar manholes

7.4.1.6 Retirar el SAS

7.4.2 Estimar los recursos necesarios para cada una de las actividades.

7.4.2.1 Instalar SAS:

Personal: 1 metalmecánico y 1 ayudante

Equipos: grúa de 20 toneladas

Herramienta menor: 1 llave de tubo, 1 martillo, alicates

Materiales: 2 empaques, 8 tornillos, 1 tarro de líquido limpiador

Tiempo: 2 horas de trabajo para ambos recursos que incluye tiempos muertos (colocación de EPP's especiales, hidratación del personal, alistamiento de materiales, etc)

7.4.2.2 Abrir manholes

7.4.2.3 Retirar lodos

7.4.2.4 Lavar con agua

7.4.2.5 Cerrar manholes

7.4.2.6 Retirar el SAS

7.4.3 Estimación del presupuesto/HH. Esta tarifa es establecida de acuerdo con lo estipulado en el mercado y teniendo en cuenta la competencia calificada del recurso.

7.4.3.1 Instalar SAS:

La tarifa de la HH para el metalmecánico es de \$29.000 y la del ayudante es \$21.000. La estimación del presupuesto del recurso requerido para la actividad "Instalar SAS" se obtiene de multiplicar la cantidad de HH del recurso humano por el tiempo de duración de la actividad por el costo de la HH.

Presupuesto Metalmecánico = 1 metalmecánico * 2 horas*\$29.000 = \$78.000

Presupuesto Ayudante = 1 ayudante * 2 horas * \$21.000 = \$42.000

Presupuesto del recurso humano = Presupuesto Metalmecánico + Presupuesto Ayudante Técnico = \$120.000

7.4.4 Estimación del costo de materiales y equipos. La Empresa como estrategia de optimización del presupuesto, compra grandes volúmenes de materiales de acuerdo a las necesidades corporativas. Por tanto, para su gestión de compra se solicita a un área específica

Para el ejercicio se manejan los siguientes costos de materiales:

Costos empaques = $2 * \$300.000 = \600.000

Costo de 8 pernos = $8 * \$4.000 = \32.000

Costo 1 tarro de líquido limpiador = $1 * \$60.000 = \60.000

Costo total de materiales = $\$692.000$

Estimación de costo de equipos. Se estima la tarifa diaria de los equipos a utilizar de acuerdo con los precios del mercado y teniendo en cuenta las bases de datos de trabajos similares.

Tarifa /día = $\$1.500.000$

Costo grúa de 20 toneladas = $\$1.500.000 * 1 \text{ día} = \$1.500.000$

Costo total = Costo recurso humano + Costo Materiales + Costo Equipos

Costo total = $\$120.000 + \$692.000 + \$1.500.000 = \$2.312.000$

Se estima el presupuesto para cada una de las actividades listadas para el retiro de lodos del equipo drum SD-4060 y de la misma forma se estima el presupuesto para el resto de equipos incluidos en el alcance técnico a cuestionar de la parada de planta de la Unidad Ambiental, los cuales se suman para obtener el presupuesto total estimado con un grado de precisión de +/-30%.

A este nivel, el grado de precisión del presupuesto es de +/- 30% porque falta incluir el presupuesto de los costos indirectos y posibles variaciones del mercado de acuerdo con la fecha real de ejecución del trabajo.

7.5. REALIZAR TALLERES DE CUESTIONAMIENTO DEL ALCANCE.

El objetivo de los Talleres de Cuestionamiento es optimizar el alcance del mantenimiento para ejecutar solo lo que se requiere realizar con planta fuera de servicio y que adicionalmente, genere rentabilidad de la Empresa. Con un factor beneficio/costo $J > 2$.

El Líder de la parada de planta con el planeador de la parada cuestiona a los ingenieros que solicitan el alcance (eléctrico, estático, rotativo, electrónico, civil) de la Parada de Planta, sobre el cumplimiento de los dos requerimientos anteriores.

En este taller, el planeador presenta el tiempo y el costo de la intervención de cada uno de los equipos que los ingenieros requieren para realizar el mantenimiento.

Con esta información, el líder de la parada reta a los ingenieros para que demuestren la necesidad de intervención, mediante dos preguntas:

- El equipo puede ser intervenido únicamente con la unidad fuera de servicio?. Si la respuesta es afirmativa, se continúa con la segunda pregunta. En caso contrario, el líder de la parada debe informar que el equipo no será intervenido durante la parada e informará oficialmente al jefe de departamento que tal equipo debe ser intervenido con el proceso de mantenimiento rutinario y será deber del jefe de la planta en conjunto con el planeador y los ingenieros definir la fecha de intervención de tal equipo.
- Para determinar si cumple con el factor beneficio/costo definido en las premisas de la parada, es decir, conocer la rentabilidad de la inversión, el líder de la parada presenta el costo (planeado) de intervención del equipo y reta a

los ingenieros solicitando que demuestren cuales serían los costos para la planta en caso que el equipo no se intervenga en la parada y éste falle posteriormente. Ante esta pregunta los ingenieros y el jefe de la planta, calculan el costo del lucro cesante, parada de la unidad y la pérdida económica que esta genera, por la hipotética falla del equipo. Una vez determinado el valor, se calcula la relación beneficio/costo, es decir, la razón entre el valor de la pérdida económica por la falla del equipo y el costo de la intervención (que se tiene planeado). Si el resultado es igual o superior a la meta definida para la parada, la intervención del equipo se acepta por el líder de la parada, y por tanto, hará parte del alcance congelado de la parada.

Estas dos preguntas se realizan tantas veces como recomendaciones (alcance propuesto) hayan generado los ingenieros para la parada de la unidad.

La información inicial del estimativo de costos del mantenimiento de equipos de unidad por especialidad, se complementa en el Informe General del Taller para Definición del Alcance con información necesaria previa al taller:

Disciplina, pre-estudio, causa de falla, descripción de la consecuencia por falla, descripción del alcance inicial, costo estimado del alcance inicial, análisis de riesgos de cada ítem (afectación a las personas, económica, ambiental, clientes e imagen de la Empresa), valor de la consecuencia del riesgo, valor de la materialización del riesgo con base en la probabilidad de ocurrencia del evento con y sin trabajos contingentes. En caso de presentarse un alcance alternativo se le realiza el análisis de riesgos y análisis de costos respectivo, de igual forma que al alcance inicial.

Una vez realizado este ejercicio se especifica el valor del ítem añadido al alcance, valor del ítem removido del alcance, su costo final, compromisos, responsables y

observaciones. Ver su aplicación en el Anexo 22. Registro del Informe General del Taller para la Definición del Alcance, de la especialidad rotativo.

Esta información es insumo para consolidar en la hoja Costos por Especialidad, los costos estimados y el número de ítems por familia de equipos (intercambiadores, tambores, tanques, tubería, etc.)

La fecha para desarrollar el taller de cuestionamiento del alcance se define en el Plan de Hitos de la Parada. Teniendo en cuenta la frecuencia de la parada programada, de las premisas y el alcance de la parada, esta fecha debe estar entre 10 y 14 meses antes del inicio de la parada.

7.6. GESTIONAR LOS CONTROLES DE CAMBIOS DE LOS TRABAJOS CONTEMPLADOS PARA EL MANTENIMIENTO MAYOR (MEJORAR CON PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE CAMBIOS Y LISTA DE CHEQUEO PARA UN CONTROL DE CAMBIO)

Se debe identificar en la planeación inicial si los controles de cambio requeridos para la ejecución son temporales o permanentes. Estos controles de cambio están asociados a cambios en metalurgia de tuberías o equipos, a cambios del diseño propio de la unidad, nuevas propuestas de diseño de ingeniería, es decir, todo aquello que altere el diseño original de la planta. Ver Anexo 23. Registro de seguimiento al control de cambio para parada ambiental

Los pasos a seguir para un control de cambios son:

- Se identifica la necesidad por parte del operador del sistema o producto mediante el análisis técnico.

- Se debe realizar la recomendación técnica por parte del Especialista en Confiabilidad de la Unidad.
- Se debe realizar la recomendación técnica de la factibilidad entre el dueño de la unidad, el ingeniero de proceso y el especialista que está proponiendo el control de cambio
- Se requiere la aprobación del Jefe de la Unidad Operativa del control de cambios que se propone
- Después se requiere la aprobación de la Autoridad Técnica del Proceso
- Luego, se requiere la aprobación de la Autoridad Técnica de la Empresa a nivel del Gerente Técnico para continuar.
- Después se requiere la aprobación del Jefe de la Unidad Operativa para iniciar la ejecución del control de cambio
- Después de la ejecución del control de cambios, se requiere la aceptación mecánica por la Autoridad Técnica de la Especialidad
- Por último, el Jefe de la Unidad aprueba la puesta en marcha de la unidad con la implementación del control de cambios

7.7. REALIZAR EL PLAN GENERAL DE HSE

En esta fase se debe comenzar a gestionar el plan de hitos de HSE definido en el ítem 6.6 con fechas específicas de entrega de cada uno de los entregables y debe ser coherente con los tiempos establecidos en el Plan de Hitos General de la Parada.

Para realizar el seguimiento se define en la línea de tiempo, el avance correspondiente al 25%, 50%, 75% y 100% de cumplimiento de las actividades HSE a lo largo del proyecto. Se asigna a las actividades HSE involucradas en

cada ítem con base en su importancia, una valoración porcentual de cumplimiento con respecto al porcentaje total parcial estimado de avance esperado.

Este Plan de Hitos lo debe gestionar un funcionario del área operativa que pertenezca a la Unidad Ambiental. Para realizar el seguimiento y control de este plan se puede emplear el formato del Anexo 24. Seguimiento a la Planeación HSE de las Paradas de Planta.

7.8. PLAN GENERAL DE INSPECCIÓN (ACTUALIZACIÓN)

En este nivel la Coordinación de Inspección de Integridad Técnica emite un Plan de Inspecciones para cada una de las fases del proceso de Parada de Planta que garantice la integridad mecánica de los equipos de la Unidad Ambiental de acuerdo con el alcance congelado. Se pretende identificar anticipadamente los recursos, facilidades y tecnologías necesarios para desarrollar el Plan de Inspección oportunamente.

La inspección es una técnica que consiste en el análisis realizado mediante la observación directa de las instalaciones, equipos, metodologías de trabajo, para identificar los peligros existentes y evaluar los riesgos en los puestos de trabajo. Se realizará si es factible siguiendo los pasos de los procesos desde su inicio hasta su fin. Se debe revisar los siguientes aspectos:

- Instalaciones Generales
- Condiciones ambientales
- Instalaciones de servicio
- Instalaciones de seguridad
- Manutención

- Maquinaria
- Herramientas portátiles
- Recipientes a presión
- Trabajos con riesgos especiales
- Equipos de protección individual (EPP's)

Se debe diseñar las medidas preventivas para los riesgos detectados. En caso de riesgos importantes que se puedan materializar en el corto plazo, se debe definir cuanto antes las medidas correctivas necesarias. Ver Anexo 25. Plan de Inspección en la Parada de Planta

7.9. REALIZAR EL PLAN GENERAL DE QA-QC

Se define para el ciclo de vida del proyecto, las variables de control en las fases de planeación, alistamiento, ejecución y cierre, el criterio de evaluación y el entregable por parte del ejecutor del mantenimiento mayor de la Parada de Planta. Ver Anexo 26. Plan de Gestión de Calidad QA QC

7.10. REALIZAR EL CONGELAMIENTO DEL ALCANCE DE LOS TRABAJOS PARA EL MANTENIMIENTO MAYOR

El congelamiento consiste en actualizar el alcance preliminar definido en el listado preliminar de trabajos de mantenimiento que se ejecutan en una parada de planta, con los resultados del taller de cuestionamiento del alcance. En este paso se formalizan los cambios de alcance, el re-direccionamiento de trabajos por ejemplo a mantenimiento rutinario o transferido a una próxima parada de planta, se define el listado de equipos removidos, entre otros.

Una vez se finaliza la revisión de cada recomendación, se hará un consolidado de los equipos con su respectiva recomendación que harán parte del alcance congelado definitivo a ejecutar (Ver Anexo 19. Formato Listado Congelado de Trabajo) y los equipos que se retiran del alcance por no cumplir los requisitos antes enunciados (Ver Anexo 20. Formato Listado de Equipos Removidos).

Mediante comunicación oficial, el Líder de la Parada informa al Jefe del Departamento Operativo y a las Coordinaciones de las diferentes Especialidades, el alcance definitivo a ejecutar o alcance congelado. En esa misma comunicación informa la cantidad de equipos (con sus recomendaciones) que deben ser intervenidos con el proceso de mantenimiento rutinario dado que no cumplieron los requisitos del taller de cuestionamiento, como son las premisas de la parada.

Con el documento oficial del alcance congelado, el Líder de la Parada inicia las gestiones necesarias para realizar la planeación detallada (tiempo y costo) y con ello la gestión de contratación del nuevo alcance (consolidado de trabajos).

El alcance congelado se debe emitir un mes después de haber finalizado el taller de cuestionamiento.

7.11. REALIZAR EL TALLER DE DESCONTAMINACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO MAYOR

Consiste en realizar sesiones de trabajo con los profesionales de Ingeniería de Proceso, para determinar la mejor forma de descontaminar mediante proceso físico o químico, que permita eliminar, remover o neutralizar las sustancias químicas que hayan quedado en forma residual en la operación normal de la planta, para garantizar un ambiente seguro para el ingreso de las personas de

mantenimiento, encargadas de ejecutar las diferentes tareas o actividades definidas en el alcance congelado.

Al final se genera un informe del Taller de Descontaminación denominado “Plan de Descontaminación” donde se indica los químicos y/o sustancias a utilizar para hacer las limpiezas, el procedimiento a seguir, los controles a implementar para verificación de la limpieza y las facilidades requeridas para la aplicación (tuberías, bombas, mangueras, andamios, etc), así como la necesidad de posibles ingenierías de modificación de algún sistema.

El Líder de la Parada es el encargado de garantizar que las sesiones ocurran y se entregue el informe en la fecha indicada. En este paso intervienen los Ingenieros de Proceso, personal de operaciones de experiencia de la Unidad y el representante de la firma contratista encargada de la ejecución de la parada. Ver Anexo 27. Plan de Descontaminación de la Unidad Ambiental.

7.12. REALIZAR EL CIERRE DE LA ETAPA II – PRECISAR EL ALCANCE DEL MANTENIMIENTO MAYOR (-25 A -18 MESES)

Una vez, cumplidos los anteriores items se realiza una presentación ante la Gerencia para validar el alcance congelado que se espera ejecutar en la Parada de Planta. La presentación debe contener por lo mínimo:

- Entregables claves de la etapa II: Definición del Alcance, estatus de cumplimiento y observaciones.
- Plan de acción para corregir el retraso

- Resumen de la etapa II (unidades a intervenir, alcance (EDT de las unidades), duración, fecha de inicio y finalización estimada, beneficios de la Parada de Planta, entre otros)

La oficialización del cierre de esta etapa se realiza mediante acta que se firma entre el Jefe del Departamento de Parada de Planta y el Líder de la Parada. Ver Anexo 28. Acta de Aprobación del Cierre de la Etapa II de la Fase de Planeación (Definición del Alcance) de la Parada de Planta.

8. ETAPA III. PLANEACIÓN DEL MANTENIMIENTO MAYOR (GESTIÓN PRECONTRACTUAL -18 A -12 MESES)

Esta etapa tiene como objetivo la planeación de aquellas actividades del Mantenimiento Mayor que requieren realizarse con recurso contratado.

Esta etapa involucra el estimativo del presupuesto en un +/-20% y la realización del primer taller de alistamiento para la fecha de cierre de esta fase. Esta etapa incluye la definición de la estrategia, plan de contratación y compras, planeación nivel III (equipos), planeación IV (macroactividades), estrategia y plan III HSE, Estrategia y plan III QA-QC. Los procesos de selección deben iniciarse lo antes posible para permitir que las compras de plazos normales y los contratos principales⁴, se adjudiquen 6 meses antes de la Parada y además, deben estar disponibles en las bodegas de la Empresa todos los repuestos y materiales requeridos para la ejecución del Mantenimiento, así como de los trabajos a realizar por otras dependencias diferentes a las del Mantenimiento Mayor.

Una vez se inicien los procesos principales de compra, se deben ajustar los estimativos de presupuesto a +/-10%.

8.1. CATALOGACIÓN DE REPUESTOS

En la Coordinación de Planeación se revisa qué repuestos son requeridos para ejecutar el alcance congelado de la parada, si están definidos en la lista oficial de catálogo e inventario de la Unidad de Compras y Contratación. En caso que los

⁴ Contratos principales. Aquellas obras asociadas a los equipos principales, intercambiadores, tambores, tubería, turbo maquinaria, entre otras.

materiales no se encuentren catalogados, se debe realizar el proceso de catalogación del material o equipo solicitado por el Ingeniero Especialista en adquisiciones. Ver Anexo 29. Formato para Actualización Catálogos e Inventario.

8.2. IDENTIFICAR INGENIERÍAS PARA MONTAJE

En este ítem se debe identificar todas las ingenierías que se requieren para asegurar las facilidades necesarias en la ejecución de la descontaminación de la unidad o ingenierías especiales requeridas para algunos de los montajes de los trabajos a ejecutar, ejemplo: estabilización del suelo para ubicar una grúa de gran capacidad, construir un isométrico de desvío de tuberías de la unidad, modificación de alguna estructura metálica para instalar un equipo definido en el alcance congelado.

De acuerdo con la ingeniería de la especialidad requerida se emite una recomendación técnica por parte del Especialista, para luego solicitar la elaboración de la ingeniería detallada a la Coordinación de Ingeniería. Los entregables de dicha Coordinación son los planos detallados para la construcción de la necesidad de montaje.

8.3. GESTIÓN DEL TIEMPO DEL MANTENIMIENTO MAYOR - REALIZAR LA PLANEACIÓN NIVEL III DEL MANTENIMIENTO MAYOR (NIVEL: EQUIPOS)

La guía del PMBOK resume la gestión del tiempo teniendo en cuenta los siguientes procesos, sus entradas, herramientas, técnicas y las salidas:

Tabla 9. Gestión del tiempo en proyectos conforme la guía PMBOK 5ta edición

| Nombre del proceso | Resumen del proceso | Entradas | Herramientas y Técnicas | Salidas |
|---|--|---|---|--|
| 6.2 Definir las actividades | Crear las actividades | Línea base del alcance. Factores ambientales de la empresa. Activos de los procesos de la Organización | Descomposición. Planificación gradual. Plantillas. Juicio de expertos. | Lista de actividades. Atributos de la actividad. Lista de hitos. |
| 6.3 Secuenciar las actividades | Crear el diagrama de red | Lista de actividades. Atributos de las actividades. Lista de hitos. Declaración del alcance del proyecto. Activos de los procesos de la Organización | Método de diagramación por precedencia. Determinación de dependencias. Aplicación de adelantos y retrasos. Plantillas de red del cronograma. | Diagramas de red del cronograma. Actualización a los documentos de la Parada de Planta |
| 6.4 Estimar los recursos de las actividades | Crear los requisitos de recursos de la actividad | Lista de actividades. Atributos de las actividades. Calendarios de recursos. Factores ambientales de la Empresa. Activos de los procesos de la Organización | Juicio de expertos. Análisis de alternativas. Datos de estimación publicados. | Requisitos de recursos de la actividad. Estructura de desglose de recursos. Actualizaciones a los documentos del proyecto. |
| 6.5 Estimar la duración de las actividades | Crear los estimados de la duración de la actividad | Lista de actividades. Atributos de las actividades. Requisitos de recursos de la actividad. Calendario de recursos. | Juicio de expertos. Estimación análoga. Estimación paramétrica. Estimación por tres valores. Análisis de reserva. | Estimados de la duración de la actividad. Actualizaciones a los documentos del proyecto |

| Nombre del proceso | Resumen del proceso | Entradas | Herramientas y Técnicas | Salidas |
|-------------------------------|---|--|--|---|
| | | Declaración de alcance del proyecto. Factores ambientales de la Empresa. Activos de los procesos de la Organización. | | |
| 6.6 Desarrollar el cronograma | Coordinar las duraciones del cronograma | Lista de actividades. Atributos de las actividades. Diagramas de red del cronograma del proyecto. Recursos requeridos para las actividades. Calendarios de recursos. Estimados de la duración de la actividad. Declaración del alcance del proyecto. Registro de riesgos Asignaciones de personal al proyecto Estructura de desglose de recursos. Factores ambientales de la empresa. Activos de los procesos | Análisis de red del cronograma. Método de la ruta crítica. Método de la cadena crítica. Nivelación de recursos. Análisis: qué pasa si? Aplicación de adelantos y retrasos. Comprensión del cronograma. Herramientas de planificación. | Cronograma del proyecto. Línea base del cronograma. Datos del cronograma. Actualizaciones a los documentos del proyecto. |

| Nombre del proceso | Resumen del proceso | Entradas | Herramientas y Técnicas | Salidas |
|-------------------------|---|---|---|--|
| 6.7 Monitoreo y Control | Coordinar las actualizaciones del cronograma y de los cambios | de la Organización. Plan para la dirección del proyecto. Cronograma del proyecto. Mediciones del desempeño del trabajo. Activos de los procesos de la Organización. | Revisiones del desempeño. Análisis de variación. Software de gestión de proyectos. Nivelación de recursos. Análisis: Qué pasa si? Ajuste de adelantos y retrasos. Comprensión del cronograma. Herramientas de planificación. | Mediciones del desempeño del trabajo. Actualización de los activos de la Organización. Procesos de la Organización. Solicitudes de cambio. Actualizaciones al plan para la dirección del proyecto. Actualizaciones a los documentos del proyecto. |

La Coordinación de Planeación con base en los equipos definidos en el alcance congelado y los resultados de la visita de campo realizada con el Líder Operativo de la Parada de Planta, definen en forma gradual las actividades específicas que se requieren realizar por especialidad, su secuencia, para ejecutar el mantenimiento de cada equipo que ha sido incluido en los trabajos del Mantenimiento Mayor.

A cada una de las actividades definidas se les asigna el recurso humano en HH requeridas, los materiales, equipos y la duración requerida en cada especialidad.

Los materiales de la especialidad metalmecánica son suministrados por la Empresa. Los materiales que se requieren para obra civil serán del alcance del contratista de la Parada de Planta.

A cada actividad se le asigna la cantidad y unidad de medida correspondiente al tipo de material, equipos, repuestos, e insumos en general que se requieren para intervenir el equipo identificado para el mantenimiento.

Luego, se asigna el tiempo requerido o duración a las diferentes actividades con base en datos históricos relacionados y con base al juicio de los especialistas en cada tema de ingeniería.

En el Anexo 30. Estimación de los recursos y duración de las actividades requeridas en el mantenimiento de los Clarificadores BA4500A/B, se puede apreciar el listado de actividades del Mantenimiento Mayor de los clarificadores correspondientes de la Unidad Ambiental, su secuencia, estimación de recursos y duración.

Cabe señalar que el recurso humano se asigna en jornadas laborales de 10 h/turno durante días calendario, debido a que son proyectos de corta duración.

8.4. PREPARAR ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA CONTRATACIÓN DEL SERVICIO TÉCNICO DE LA PLANEACIÓN DETALLADA Y/O ALISTAMIENTO Y/O EJECUCIÓN Y/O CIERRE DE LOS TRABAJOS DEL MANTENIMIENTO MAYOR DE LOS SISTEMAS SELECCIONADOS DE LA UNIDAD AMBIENTAL

Consiste en la elaboración del pliego de condiciones para la Implementación del Plan de Gestión Integral del Mantenimiento en las fases de Planeación, Alistamiento, Ejecución y Cierre, que corresponda conforme las necesidades de los sistemas de la Unidad Ambiental que requieran ser intervenidos.

El Líder de la Parada con el Planeador General asignado a la Parada deben elaborar un documento con un nivel de detalle de los trabajos definidos en el congelamiento del alcance, de acuerdo con la información que se tenga disponible de cada sistema, es decir, fichas técnicas, planos, hojas de vida de los equipos, históricos de mantenimiento, históricos de inspección. Adicionalmente, en este documento se debe incluir todo lo requerido para ejecutar la Parada de Planta. Ejemplo, la definición de recursos de mano de obra indirecta, logística, requerimientos especiales de HSE, definición de recurso de andamios y definición de los recursos de equipo pesado.

Este documento debe contener:

- Alcance general
- Objetivo general
- Objeto del contrato

- Lugar de ejecución de los trabajos
- Características de la zona
- Cronograma general. El cronograma de la parada ambiental de las unidades a intervenir se divide en 4 fases, dependiendo del alcance del trabajo en cada una: Planeación, Alistamiento, Ejecución de los trabajos de objeto del contrato (apagada, días mecánicos y arrancada), Cierre que involucra guardia y desmovilización). En el Anexo 31. Cronograma de la parada general ambiental, años 2015 y 2016, se puede visualizar un ejemplo al respecto.
- Alcance de los trabajos para el año 2015. Este documento aplica a todas las firmas Contratistas para dar cumplimiento a los lineamientos establecidos en el plan integral de mantenimiento de la parada y los planes de gestión integral de HSE en la Gerencia Refinería Barrancabermeja.

Para todos los trabajos que se ejecuten durante la parada de las unidades a intervenir, el contratista será el responsable de elaborar y aprobar todos los documentos requeridos para ejecutar la actividad.

- Para cada unidad a intervenir el Contratista debe asegurar:
Movilización y desmovilización para la unidad a intervenir. Comprende el suministro de todos los equipos, herramientas, mano de obra y materiales necesarios para cargar, transportar y descargar toda la logística necesaria para la ejecución de los trabajos incluidos en el alcance del proceso de selección, conforme el cronograma general. La logística incluye:

Contenedores, carpas, baños portátiles con carpas de protección, campamentos, facilidades, equipo pesado (grúas, cama alta, cama baja, montacargas, winches, camión plataforma, etc), herramientas, equipo de oficina, equipo de comunicación, cafetería y/o greca, lavamanos portátil, baños portátiles, suministro de subestación

eléctrica, termo, carpa tipo pirámide. Los recursos mínimos son: grúa, cama-alta, metalmecánicos, ayudantes, eléctricos y obreros.

Cuando finalice el contrato, el Contratista debe retirar las obras provisionales y dejar la zona de trabajo limpia y en orden. Igualmente con las instalaciones permanentes que la Empresa le haya autorizado utilizar.

Recurso de planeación de la unidad.

El contratista debe garantizar la permanencia de los recursos de personal para la etapa de planeación de los trabajos a ejecutar durante las fases de alistamiento, ejecución y cierre de la parada de planta, en las cantidades indicadas como mínimo. Los costos relacionados a estos recursos corresponden a los ítems de pago en la tabla de costos de la Empresa.

En esta etapa el servicio se prestará de lunes a sábado en horarios de 7:00 am a 5:00 pm, sin sobrepasar la jornada máxima legal en la semana. Los recursos de personal cuya unidad de pago es (día) se pagan por día calendario, es decir, se incluyen los días de descanso, en el caso de unidad de pago de (H-H) se pagarán por hora efectivamente laborada, es decir, no se pagan horas de días descansados.

Estos recursos deben estar dotados de los insumos necesarios para realizar su trabajo (implementos de seguridad, computadores, papelería, fotocopiadoras láser e impresoras, internet, avantel, hielo, agua) sin ninguna dificultad.

Es obligación del Contratista suministrar y mantener durante la planeación de los trabajos y hasta el recibo a satisfacción de la Empresa de los entregables de esta fase todo el personal especialista, profesional, técnico y directo, de acuerdo a los

requerimientos de la Empresa. El personal debe contar con dedicación completa al 100%.

Un listado de lo que debe entregar el Contratista a la Empresa se visualiza en el Anexo 32. Lista de entregables del Contratista a la Empresa en la Contratación de las fases de planeación detallada, alistamiento, ejecución y cierre de obras asociadas a la Parada de Planta de la Unidad Ambiental.

En caso de incumplimiento en los tiempos de entrega de los entregables según el PDT, el Contratista será el responsable y debe asumir los costos que esto implique para recuperar los atrasos y cumplir con las fechas iniciales de entrega.

8.5. REALIZAR LA PLANEACIÓN NIVEL III DE HSE DEL MANTENIMIENTO MAYOR (NIVEL: EQUIPOS)

Se debe asignar por parte de operaciones un Líder HSE para la Parada de Planta, quien se encargará de gestionar cada uno de los hitos del Plan HSE desde la etapa 1 a la etapa 3 de la fase de Planeación de acuerdo al ítem 6.1.7.

8.6. REALIZAR EL PRIMER TALLER DE ALISTAMIENTO DEL MANTENIMIENTO MAYOR

Se nombra una persona de reconocida experiencia en la Organización diferente al proceso de Parada de Planta, para que revise el estado actual de alistamiento en las nueve áreas de desempeño para determinar el grado de alistamiento e identificar las áreas de riesgo potenciales de la Parada de Planta, por medio de entrevistas al equipo de trabajo de la Parada y observación directa en campo. La

evaluación corresponde a las etapas I, II y III del proceso de Parada de Planta, mediante un cuestionario preliminar que se aplica a los integrantes del equipo de trabajo, se alimenta con registros, documentos, soportes técnicos que evidencien el avance objetivo del alistamiento de la Parada de Planta. Ver Anexo 33. Cuestionario para entrevistas individuales del Taller de Alistamiento.

Las siguientes son las áreas de desempeño a evaluar:

- Estrategia, responsabilidades e hitos claves
- Organización
- Definición y optimización del alcance
- Proceso de planeación de la T/A
- Presupuesto, estimación y control del costo
- Contratación, personal
- Gestión de materiales y compras
- Gestión de Calidad
- Gestión de HSE

Se consolidan los resultados obtenidos en una tabla y su gráfica correspondiente, donde se determina la desviación obtenida con respecto al puntaje óptimo que corresponde al promedio ponderado que se le asigna a cada una de las áreas de desempeño. Ver Anexo 34. Valoración de resultados del Taller de Alistamiento.

Se tabulan los hallazgos como:

- Sin hallazgos o nada
- Número de hallazgos detectados
- Número de hallazgos en ejecución
- En ejecución
- Terminado
- Implementado

Se definen los hallazgos en una tabla y las conclusiones del taller de alistamiento.

Posteriormente, se debe realizar el taller de alistamiento nivel III en la fase de Alistamiento.

8.7. DEFINIR EL ORGANIGRAMA DE PLANEACIÓN (EMPRESA)

Se representa la estructura de cargos necesarios para llevar a cabo la ejecución de la parada ambiental. Este diagrama permite inferir algunos aspectos de la división técnica del trabajo, la fragmentación de la autoridad y la importancia asignada a las unidades organizativas. Ver Anexo 35. Organigrama de ejecución de la parada ambiental

8.8. GENERAR SOLICITUD MATERIALES DE PLAZOS NORMALES DE ENTREGA.

El planeador de cada especialidad debe realizar por cada equipo que se va a intervenir, el listado de materiales, equipos, insumos, repuestos de plazos normales de entrega, necesarios para iniciar el proceso de compras, los cuales se encuentran catalogados en el software destinado para tal fin, para iniciar su proceso de compra. El Líder de la Parada se debe asegurar que estos materiales se encuentren disponibles en las bodegas de la Empresa antes de iniciar la ejecución del Mantenimiento Mayor. Ver Anexo 36. Cuadro de gestión de repuestos

8.9. AJUSTAR EL PRESUPUESTO DEL MANTENIMIENTO MAYOR

En este ítem se pretende establecer el presupuesto oficial de la obra del Mantenimiento Mayor para realizar el proceso de selección por concurso abierto. La estrategia del tipo de contratación para este tipo de obras es por precios unitarios; dichos precios unitarios se construyen a partir del costeo (incluye mano de obra, materiales, dotaciones de seguridad industrial, equipos, herramienta mayor y herramienta menor) de cada una de las actividades que se requieren en cada uno de los equipos que hacen parte del alcance de la parada. La suma de cada uno de los costeos individuales de los equipos que hacen parte del alcance de la parada nos arroja el costo directo de la ejecución de la obra del Mantenimiento Mayor.

Una vez se tenga definidos los costos directos y los recursos requeridos para ejecutar directamente la obra, se elaboran los costos indirectos. Los costos indirectos del Mantenimiento Mayor incluyen:

- Recurso profesional indirecto para la planeación
- Recurso profesional indirecto para la ejecución
- Recurso administrativo requerido para la planeación y ejecución
- Dotaciones de seguridad industrial para la mano de obra indirecta
- Equipos e insumos de oficina (computador, impresora láser, fotocopidora, etc)
- Medio de comunicación (avantel, software, internet, etc)
- Vehículos (camioneta+combustible)
- Container de 12 m (oficina)
- Container bodega.
- Baños, vestier, comedor, lavamanos portátil
- Exámenes médicos

- Transporte del personal (buseta)
- Movilización y desmovilización
- Hielo, termos, desechables, greca de tinto. termo de agua.

Ver Anexo 37. Costos Indirectos Parada Ambiental

La consolidación del presupuesto oficial corresponde a la suma de los costos directos más los costos indirectos y está a cargo de la Coordinación de Presupuestación o Contratación. La coordinación se encarga de consolidar todos los documentos necesarios para realizar el proceso de selección y contratación.

Ver Anexo 38. Cálculo del presupuesto oficial de la Parada de Planta

8.10. VALIDAR ESTRATEGIA DE EJECUCIÓN Y COMPRAS.

Consiste en una presentación formal ante el Comité de Contratación acerca de las necesidades de contratación del servicio de mantenimiento técnico durante la Parada de Planta a contratar, con el objeto de lograr su aprobación.

Entre algunos aspectos relevantes que debe incluir se encuentra:

- Antecedentes técnicos. Se nombra las unidades del área ambiental, los ciclos de corrida dependiendo el tipo de sistema y los requerimientos de mantenimiento con base en la programación de paradas.
- Antecedentes históricos del contrato. Se resume en una tabla los contratos realizados en los últimos años, su objeto, valor, contratista y año.

- Gráfico de tendencia de los costos anuales de los contratos ejecutados en el área ambiental en los últimos 5 años a la fecha.
- Gráfico comparativo de cantidad de HH por año por parada en el área ambiental desde los últimos 5 años a la fecha.
- Cuadro o análisis comparativo de las opciones de contratación: por concurso abierto o por contrato marco, sus principales ventajas y desventajas.
- Justificación de la contratación. Incluye la justificación técnica, la disponibilidad de personal calificado y la necesidad de contar con equipos especializados.
- Resumen del alcance de los principales trabajos a realizar en las especialidades: eléctrica, electrónica, estático, rotativo, instrumentación, obras civiles. Requerimientos de limpieza, armado y desarmado de andamios, entre otros.
- Impactos positivos del mantenimiento de las unidades a nivel ambiental, de salud ocupacional, seguridad industrial, reducción de costos, eficiencia en el tratamiento de corrientes y su reúso en el proceso, cumplimiento de la legislación vigente.
- Cronograma de ejecución de las paradas, incluyendo los días de planeación, alistamiento, apagada, días mecánicos, arrancada, guardia y desmovilización para cada unidad.
- Valor agregado de nuevas alternativas a emplear y su ahorro en HH, costos, incremento de rendimientos, impacto ambiental, reducción del riesgo en salud ocupacional y seguridad de proceso por disminución del tiempo de exposición.
- Identificación y análisis del riesgo, tipo, nivel de riesgo, nivel de criticidad, plan de acción, responsables y riesgo residual, durante la contratación del servicio técnico de mantenimiento y ejecución de la parada.
- Resumen de las lecciones aprendidas en paradas anteriores con alcances similares.

- Cronograma del proceso de selección, adjudicación del contrato del servicio de mantenimiento de la Parada y su ejecución
- Nivel de criticidad y justificación de contratar los servicios de mantenimiento de la parada
- Marco de regulación de la contratación y tipo de contrato.
- Cuadro comparativo de las alternativas de contratación (alcance, valor, días calendario del contrato, ventajas, desventajas y recomendación sobre la mejor opción de contratación).
- Recomendaciones para el proceso de selección (porcentaje de desviación del presupuesto oficial permisible, moneda, sistema de precios sugerido, aplicabilidad o no de fórmula de reajuste sugerida, salarios sugeridos, forma de pago).
- Requisitos mínimos para participar las firmas Contratistas (experiencia técnica, requisitos HSE, capacidad financiera, K residual)
- Factores de evaluación sugeridos (aspectos técnicos, económicos)
- Información general de los datos de los profesionales responsables del Contrato y sus correspondientes dependencias.

8.11. REALIZAR EL PROCESO DE SELECCIÓN CONTRATISTAS PARA LOS CONTRATOS DE OBRAS PARA EL MANTENIMIENTO MAYOR

La Coordinación de Contratación se encarga de realizar la etapa precontractual que consiste en asegurar los documentos necesarios para el proceso de selección y contratación del Contratista, como son:

Las especificaciones técnicas del Mantenimiento Mayor incluyendo sus anexos requeridos como son: planos, fichas técnicas de productos a aplicar, manuales

del fabricante de los equipos, hoja de vida de los equipos, registros de inspección de los equipos,.

- Las especificaciones técnicas de HSE donde se incluyen todos los requerimientos necesarios para ejecutar las actividades conforme los requisitos de seguridad industrial, ambiental, social y salud ocupacional.
- El presupuesto oficial del Mantenimiento Mayor validado con las firmas de quién elaboró, reviso y aprobó requeridas.
- El acta de aprobación del Mantenimiento Mayor por el Comité de Contratación de la Empresa que es precedido por el Gerente General
- El certificado de disponibilidad presupuestal; con el acta de validación de la estrategia de contratación, se le envía a la Coordinación de Economía para que aprovisionen los dineros requeridos por el presupuesto oficial para ejecutar el Mantenimiento Mayor.

Una vez se cuente con la información anterior completa y con los responsables asignados a cada documento, se envían a la dependencia para que inicie el proceso de selección de ofertas formalmente a través de los canales de información de contratación para un proceso de selección por concurso abierto (publicación en la página de contratación de la web de la Empresa).

En esta etapa de planeación precontractual termina con el informe del Comité de evaluación de ofertas, donde recomienda un orden de elegibilidad para la asignación del contrato al funcionario autorizado. En esta etapa el funcionario

autorizado mediante un oficio adjudica el contrato a la empresa que cumplió con los requisitos del proceso de selección.

8.12. SUSCRIBIR CONTRATOS DE OBRAS ESPECIALIZADAS PARA EL MANTENIMIENTO MAYOR

En esta etapa se firma el contrato entre el contratista, la entidad contratante y se legaliza a través de la suscripción de las pólizas y seguros requeridas para la ejecución de la obra. Las pólizas mínimas requeridas son:

- Calidad de los servicios, que equivale al 10% del valor del contrato
- Cumplimiento del contrato, que equivale al 10% del valor del contrato
- Pago de salarios y prestaciones sociales, equivalentes al 5% del valor del contrato
- Seguro de responsabilidad civil contractual por el valor del 10% del contrato
- Seguro de colectivo de vida para proteger de amparos de riesgos de muerte, accidentes e incapacidad por motivo del trabajo

8.13. IDENTIFICACIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RIESGOS EN ESTA ETAPA

En esta etapa se identifican los riesgos que a la fecha del cierre de la etapa se han encontrado y que requieren ser gestionados por el Líder del Mantenimiento Mayor. Se comunican a la Alta Dirección de la Empresa en la presentación de cierre de la etapa. En esta etapa los riesgos típicos que se presentan son relacionados con:

- La oportunidad en las órdenes de compra para los repuestos requeridos de tiempos de entrega menores a un año.

- El tiempo que se demora la adjudicación del contrato de obra para la fecha definida en el Mantenimiento Mayor
- Autorización de los recursos (dineros, recurso humano) requeridos para la consecución de la obra por parte de la Alta Dirección de la Empresa.
- Y otros riesgos que identifique el equipo de trabajo, que requieran ser valorados y gestionados

En caso de materializarse alguno de los riesgos que impacte económicamente el proyecto, como última instancia se debe gestionar un trabajo emergente que permita el uso de los dineros definidos en la reserva de contingencia, que como buena práctica en proyectos no debe ser superior al 3% del presupuesto oficial. (BUTCHTIK, 2013)

8.14. REALIZAR EL CIERRE ETAPA III – PLANEACIÓN DEL MANTENIMIENTO MAYOR (GESTIÓN PRE CONTRACTUAL, -18 A -12 MESES)

Para finalizar esta etapa de la planeación se debe realizar una presentación formal ante la Gerencia sobre el estado de la estrategia de contratación del servicio de mantenimiento de la Parada de Planta. La presentación debe contar mínimo con la siguiente información:

- Entregables claves de la etapa III: Gestión pre contractual, estatus de cumplimiento y observaciones.
- Breve resumen de la etapa, que incluye:
- Estrategia de contratación, Contratista seleccionado, tipo, valor, duración de contrato, fecha de inicio y terminación, resultados de los puntajes obtenidos en

la evaluación técnica y económica, resultados de la auditoría HSE, principales diferencias con las alternativas de los Contratistas participantes.

- Resultados del taller de alistamiento y plan de acción para corregir el retraso de la planeación.
- Cumplimiento de la etapa III: avance real vs avance planeado.
- Principales recomendaciones para la próxima etapa.
- Estado de la disponibilidad de repuestos requeridos en la parada, de menor y mayor plazo de entrega.
- Cronograma de la Parada de Planta
- Identificación y análisis de riesgos.

La oficialización del cierre de la etapa III se realiza mediante acta que se firma entre el Jefe del Departamento de Parada de Planta y el Líder de la Parada. Ver Anexo 39. Acta de aprobación del cierre de la etapa III de la fase de Planeación de la parada de la Unidad Ambiental

9. CONCLUSIONES

- El Mantenimiento Mayor de las paradas de planta de la Empresa es muy complejo y requiere ser adaptado a las necesidades de la Unidad Ambiental, teniendo en cuenta que sus procesos difieren del resto de los procesos de las demás plantas de la Refinería.
- De la revisión bibliográfica realizada no se encontró guías prácticas para llevar a cabo la planeación del mantenimiento mayor de paradas en plantas de tratamiento de aguas residuales. La documentación técnica encontrada al respecto era muy general.
- El proyecto de paradas de planta es muy dinámico, se ejecuta en corto tiempo, pero requiere una ardua y estricta planeación.
- El proyecto de paradas de planta se desarrolla en forma gradual, las actividades dentro del mismo grupo de procesos se pueden desarrollar en forma secuencial y otras veces al mismo tiempo.
- El documento premisas representa el “project charter” o acta de constitución del área de conocimiento de la gestión de la integración del grupo de proceso inicio según las directrices del PMBOK 5ta edición.
- El documento plan de hitos de la parada de planta contiene los requerimientos del Plan para la Dirección de Proyectos del área de conocimiento Gestión de la Integración del grupo de procesos de Planeación según el PMBOK 5ta edición.

- El plan de hitos de parada de planta se mejoró significativamente, al realizar los ajustes necesarios a los ítems de cada una de las etapas de la fase de planeación.

10. RECOMENDACIONES

- Continuar con la construcción del modelo que se propone, en las fases de alistamiento, ejecución y cierre del Mantenimiento Mayor, que facilite su gestión en forma práctica, aplicable, simple.
- Se recomienda el estricto cumplimiento del modelo planteado para la gestión del Mantenimiento Mayor de la Parada de una PTAR.
- Continuar alimentando el modelo con oportunidades de mejora que se identifiquen durante su aplicación.
- Garantizar la divulgación eficaz y oportuna al grupo de interesados del Mantenimiento Mayor de la Parada de Planta.

BIBLIOGRAFÍA

ASOCIACIÓN INTERNACIONAL PARA EL AVANCE DE LA INGENIERÍA DE COSTOS (AACEI). Práctica Internacional Recomendada No 18R-97. AACE, 2005. P. 87.

BUTCHTIK, L. Secretos para dominar la Gestión de Riesgos en Proyectos. Uruguay: Butchtik global. 2013.

ECOPETROL S.A. Control y aseguramiento de la calidad en los trabajos de mantenimiento de las unidades de la GRB de ECOPETROL S.A. Parada de planta HDT. 2016.

_____. ECOGCB-PTAR-MDPU-CA02 Manual de descripción de procesos de la Unidad PTAR Ambiental, 2013. p. 3, 14, 15, 16, 17.

_____. ECP-DPY-M-003 Manual de Ingeniería de Costos para Proyectos de Inversión, 2010. v.2, 17 p.

_____. ECP-DHS-F-022 Formato notificación de fallas de control e incidentes. 4ta versión. ECOPETROL S.A. 2011

_____. Formato de premisas para el Mantenimiento Mayor de la parada de la planta de tratamiento de aguas residuales. Barrancabermeja. 2016.

_____. GAB-F-059 Formato para actualización catálogos e inventario (FACI). 2da versión. Barrancabermeja. 2012

- _____. GAC-G-004 Guía Proceso Mantenimiento Mayor. 2013, 2 p.
- _____. GRB-GTE-F-001 Formato de recomendaciones. Barrancabermeja. 2008
- _____. Macro definición del alcance MPP_Rotativo_U4050. Barrancabermeja. 2014.
- _____. Plan de inspección de paradas de planta. Barrancabermeja. 2015
- _____. Plan hitos parada ambiental. Barrancabermeja. 2015
- _____. Plan integral de hitos HSE del mantenimiento mayor de la parada de una planta de tratamiento de aguas residuales. Barrancabermeja. 2015
- _____. Premisas de la parada ambiental – PGI 2015. Barrancabermeja. 2014.
- _____. Presupuesto PTAR. Barrancabermeja. 2013
- _____. Servicio de mantenimiento técnico durante las paradas de la planta de tratamiento de aguas residuales, separadores API y la unidad de sodas sulfhídricas de la GRB. 1era versión. Barrancabermeja. 2015. 31 p.
- _____. “Visión de Ecopetrol S.A”. [En Línea]. [Citado 02 de abril de 2016]. Disponible en www.ecopetrol.com.co

FONSECA CAMACHO, A. M. Diseño y Análisis de la Nueva Estructura Organizacional e Implementación del Ajuste de Roles y Responsabilidades de la GCB de Ecopetrol S.A. y Análisis Organizacional de sus Proyectos Asociados,

parte fundamental del Proceso Optimización de Refinería. Bucaramanga, Colombia: UIS. 2007

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos - Quinta Edición. Pensilvania, Estados Unidos: Project Management Institute. 2013.