



Integración de metodologías de gestión de proyectos en la gestión de paradas de planta. Caso de aplicación: centrales hidroeléctricas de Celsia.

Jaime Jesús Noguera González
Celsia Colombia S.A. E.S.P.
Calle 15 No. 29B – 30, autopista Cali - Yumbo
E-mail: jjnoguera@celsia.com
Cali, Colombia

Resumen

En este trabajo se presenta la estrategia ejecutada en Celsia Colombia S.A. E.S.P., donde se integraron los procesos de la guía de gestión de proyectos del PMI (Project Management Institute) al proceso de mantenimientos mayores de las centrales hidroeléctricas, para cerrar brechas sobre las oportunidades de mejora identificadas que conducían a desvíos en alcance, tiempo y recursos en la ejecución de los mantenimientos.

Introducción

Alineados con los cambios organizacionales, en el año 2022 el equipo de generación hidráulica de Celsia realizó una reestructuración del equipo de trabajo, generando internamente el nuevo equipo Mantenimientos Mayores, con la responsabilidad de gestionar los mantenimientos programados de parada de planta o unidades generadoras (mantenimientos mayores) de todas las centrales hidroeléctricas, que consiste en un parque instalado de 44 unidades generadoras distribuidas en 6 centrales mayores de 20 MW y 13 centrales menores de 20 MW.

La gestión transversal de este nuevo equipo de trabajo permitió identificar oportunidades de mejora sistemáticas en la gestión de los mantenimientos mayores. Se observó que había continuos desvíos en el equilibrio entre el alcance, la duración y los esfuerzos.

En la literatura se identificó que la gestión de los mantenimientos mayores tiene equivalencia con la gestión de proyectos. Desde esta perspectiva y fundamentados en la guía para gestión de los proyectos del PMI [1], en este trabajo se presenta las oportunidades de mejora identificadas del proceso de mantenimientos mayores y cómo se integraron los procesos del PMI.

Oportunidades de mejora

En la Fig. 1 se presenta el diagrama de flujo del proceso de gestión de los mantenimientos mayores bajo el ciclo de mejora continua PHVA (Planear – Hacer – Verificar – Actuar), consolidado en 11 pasos. Este proceso fue actualizado después de la integración que se describe en este trabajo, por esta razón se observa incluido el equipo de trabajo Mantenimientos Mayores, haciendo gestión transversal, con excepción del paso 3. Antes de crearse este equipo de trabajo, estos mantenimientos se gestionaban por el equipo de trabajo de cada central hidroeléctrica, quienes gestionaban solo los pasos 6 al 11 con excepción del paso 7 [2]. Esta gestión independiente desde las centrales generaba silos, siendo una limitante para la misma mejora continua.

En la Fig. 1 también se observa que en cada paso del ciclo se define la información de entrada, documentos de soporte y la información de salida. Por ejemplo, en el paso 6

la entrada es las consignaciones nacionales y libranzas; los documentos de soporte son el guion para la planeación del mantenimiento y la planeación del mantenimiento (formato); y las

salidas son la EDT (estructura de desglose del trabajo), planeación del mantenimiento (diligenciado), presentación de inicio mantenimiento.

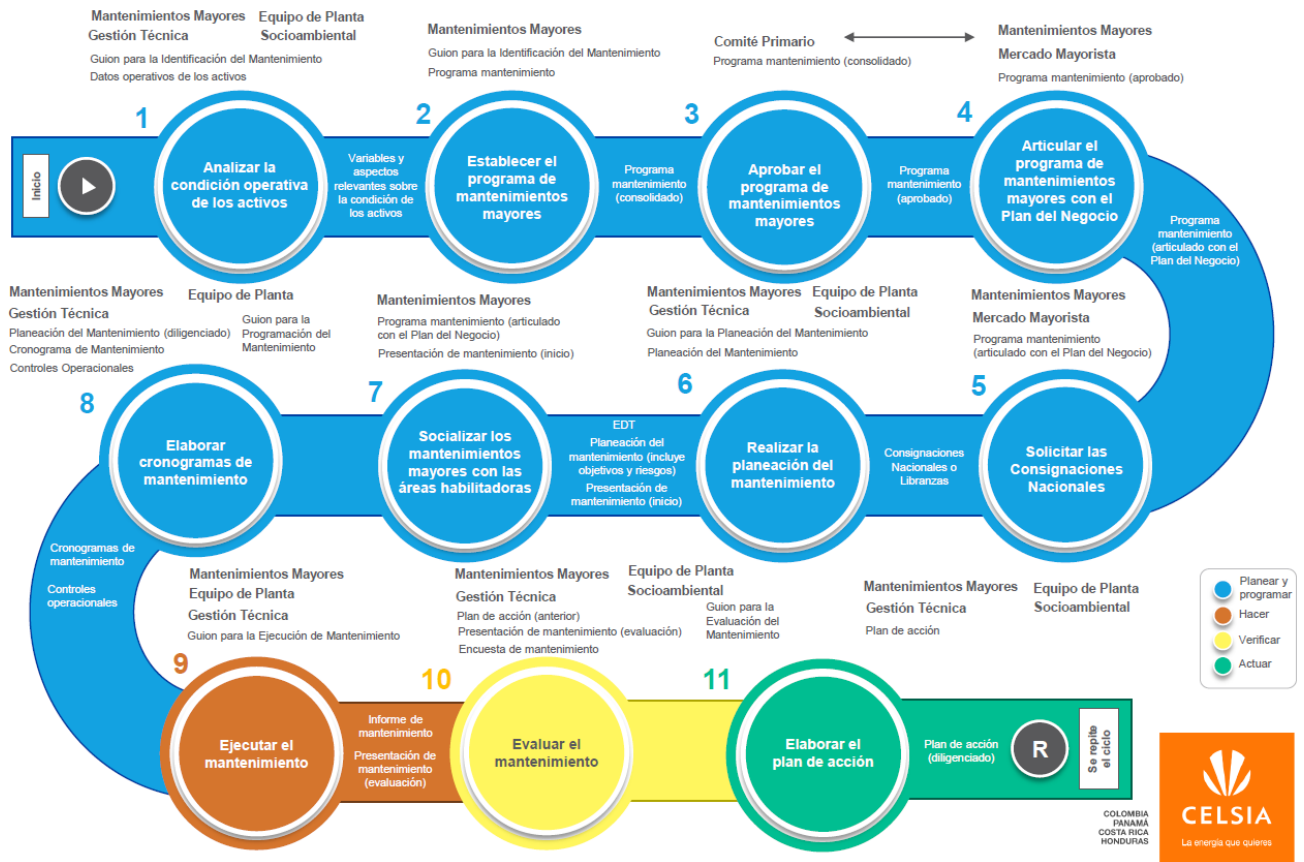


Fig. 1. Gestión del proceso de mantenimientos mayores bajo el ciclo PHVA [3].

En la gestión de los mantenimientos mayores se identificó que había fortalezas como la alineación de los objetivos del mantenimiento con los objetivos estratégicos de la compañía, la calidad de los productos del mantenimiento, la gestión de los riesgos técnicos, seguridad y salud en el trabajo y ambiental, la experiencia técnica del equipo, entre otros. Sin embargo, también se identificaron oportunidades de mejora sistemáticas que afectan principalmente la gestión del alcance, tiempo y recursos. La información se irá presentando en este trabajo, sin embargo estos son algunos ejemplos: 1.

Aunque había claridad en los objetivos de los mantenimientos, no se documentaba el alcance ni se gestionaban los interesados, conduciendo a desinformación y desvíos durante la ejecución; 2. Aunque se conocían las fechas de inicio y fin, se presentaban desvíos porque los ejecutantes expresaban no haber sido informados sobre el tiempo programado para las actividades, ni donde debían interactuar con otros equipos; 3. Se sobrecargaban los recursos asignados con horarios extendidos, no se asignaban o se sobre asignaban recursos a las actividades.



Proyectos y mantenimientos mayores

A continuación se presenta la equivalencia entre la gestión de mantenimientos mayores con la literatura de gestión de proyectos.

Programa de proyectos: es equivalente con el programa anual de mantenimientos mayores, (obtenido antes del paso 5 de la Fig. 1) porque es un grupo de mantenimientos (proyectos) gestionados coordinadamente para obtener beneficios que no se obtendrían si se gestiona cada mantenimiento mayor de forma individual [1]. El programa se alinea con los objetivos e indicadores del equipo de Generación Hidráulica y la organización. Con esta visión integral se definen los objetivos de cada mantenimiento mayor, priorizando las intervenciones basadas en la criticidad de activos, contexto operacional y condiciones operativas de los activos [4].

Proyecto: es equivalente con cada mantenimiento mayor porque son procesos con resultado único, es decir que, no hay dos mantenimientos mayores que se repitan bajo las mismas características de alcance (calidad, recursos, condiciones internas o externas, entre otras); tiempo (fecha de inicio y fin definidas); y recursos (trabajo, costos, herramientas, equipos, entre otros) [1] [5].

Dirección de programas: es equivalente con la dirección que hace el equipo de Mantenimientos Mayores porque aplica conocimientos, habilidades y principios al programa de mantenimientos mayores para alcanzar los objetivos del programa y obtener beneficios y control no disponibles cuando los

mantenimientos mayores se gestionan individualmente [1].

Dirección de proyectos: es equivalente con la dirección de cada mantenimiento mayor donde se aplican conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del mantenimiento mayor para cumplir con sus requisitos [1].

Ciclo de vida de un proyecto: es equivalente con la gestión del ciclo PHVA para cada mantenimiento mayor (pasos desde el 6 hasta el 11 de la Fig. 1) porque cumple con las fases de inicio, organización y preparación, ejecución del trabajo y finalización [1].

Procesos de dirección de proyectos: son equivalentes con los procesos del ciclo PHVA para la gestión de los mantenimientos mayores porque son un conjunto de actividades de dirección para gestionar su ciclo de vida. El PMI propone 49 procesos clasificados en 5 grupos de procesos (inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control, cierre) y en 10 áreas del conocimiento (integración, alcance, cronograma, costos, calidad, recursos, comunicaciones, riesgos, adquisiciones e interesados), como se observa en la Tabla I. [1].

El ciclo PHVA en cada mantenimiento mayor (Fig. 1) es equivalente con los 5 grupos de procesos del PMI: grupo de inicio tiene punto de partida finalizando el paso 5 cuando se obtiene el programa de mantenimientos mayores y las consignaciones nacionales; el grupo de planificación es equivalente con los pasos 6 al 8; los grupos de ejecución, monitoreo y control es equivalente con el paso 9; y el grupo de cierre es equivalente con los pasos 10 y 11.



Tabla I. Grupos de procesos y áreas de conocimiento de la dirección de proyectos [1].

| | | Grupos de procesos | | | | |
|------------------------|--------------------|--|---|--|--|---------------------------------|
| | | Inicio | Planificación | Ejecución | Monitoreo y control | Cierre |
| Áreas del conocimiento | 4. Integración | 4.1. Desarrollar acta de constitución del proyecto | 4.2. Desarrollar el plan para la dirección del proyecto | 4.3. Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto. 4.4. Gestionar el conocimiento del proyecto | 4.5. Monitorear y controlar el trabajo del proyecto. 4.6. Realizar el control integrado de cambios. | 4.7. Cerrar el proyecto o fase. |
| | 5. Alcance | | 5.1. Planificar la gestión del alcance. 5.2. Recopilar requisitos. 5.3. Definir el alcance. 5.4. Crear la EDT/WBS | | 5.5. Validar el alcance. 5.6. Controlar el alcance. | |
| | 6. Cronograma | | 6.1. Planificar la gestión del cronograma. 6.2. Definir las actividades. 6.3. Secuenciar las actividades. 6.4. Estimar la duración de las actividades. 6.5. Desarrollar el cronograma. | | 6.6. Controlar el cronograma. | |
| | 7. Costos | | 7.1. Planificar la gestión de los costos. 7.2. Estimar los costos. 7.3. Determinar el presupuesto. | | 7.4. Controlar los costos. | |
| | 8. Calidad | | 8.1. Planificar la gestión de la calidad. | 8.2. Gestionar la calidad. | 8.3. Controlar la calidad. | |
| | 9. Recursos | | 9.1. Planificar la gestión de recursos. 9.2. Estimar los recursos de las actividades. | 9.3. Adquirir los recursos. 9.5. Desarrollar el equipo. 9.6. Dirigir al equipo. | 9.7. Controlar los recursos. | |
| | 10. Comunicaciones | | 10.1. Planificar la Gestión de las Comunicaciones. | 10.2. Gestionar las Comunicaciones | 10.3 Monitorear las Comunicaciones. | |
| | 11. Riesgos | | 11.1 Planificar la Gestión de los Riesgos. 11.2 Identificar los Riesgos. 11.3 Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos. 11.4 Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos. 11.5 Planificar la Respuesta a los Riesgos. | 11.6 Implementar la Respuesta a los Riesgos. | 11.7 Monitorear los Riesgos. | |
| | 12. Adquisiciones | | 12.1 Planificar la Gestión de las Adquisiciones. | 12.2 Efectuar las Adquisiciones. | 12.3 Controlar las Adquisiciones. | |
| | 13. Interesados | 13.1 Identificar a los Interesados. | 13.2 Planificar el Involucramiento de los Interesados. | 13.3 Gestionar la Participación de los Interesados. | 13.4 Monitorear el Involucramiento de los Interesados. | |

Integración de la estrategia

La estrategia consistió en analizar las recomendaciones de los procesos del PMI, Tabla I; analizar si cada proceso era gestionado con fortaleza o si había oportunidades de mejora para el proceso de mantenimientos mayores; e integrar los procesos con oportunidades de mejora.

Área del conocimiento de integración

Procesos de Inicio. El equipo tiene fortaleza en este proceso que estipula que el programa de mantenimientos mayores habilita el ciclo de gestión para cada mantenimiento mayor, Fig. 1.

Procesos de planificación. Se cuenta en el procedimiento de mantenimiento [6] y la



documentación asociada (Fig. 1), sin embargo tiene oportunidades de mejora que se irán presentando en este trabajo.

Procesos de ejecución. Se identificó oportunidades de mejora sobre la dirección porque la hacía el conjunto de líderes del equipo de Generación Hidráulica o líderes de frentes de trabajo del mantenimiento con autoridad para tomar decisiones durante la planeación y la ejecución. En principio estaba bien porque todos tendrían el conocimiento, sin embargo, cada líder terminaba gestionando por silos. Se implementó que aunque haya líderes de frentes de trabajo, se designaría un líder para direccionar todo el ciclo PHVA para cada mantenimiento mayor.

Por otro lado, el equipo tiene fortaleza en la gestión del conocimiento como lo presenta el ciclo de mejora continua PHVA que por ejemplo, define la documentación de entrada y salida en cada etapa, fuentes de información, participación de expertos, entre otros; contribuyendo en crear el plan de trabajo de cada mantenimiento mayor y documentar el conocimiento que construye el equipo (Fig. 1).

Procesos de monitoreo y control. Así como los mantenimientos mayores se lideraban en silos, también se designaban líderes temporales según su disponibilidad o si la actividad principal de mantenimiento era de su especialidad, aunque no tuvieran el contexto global del mantenimiento o aptitudes de gestión integral. Estas situaciones dificultaban el monitoreo, control y gestión de cambios integral, conduciendo a toma de decisiones que desequilibraban el alcance con los recursos y tiempos de ejecución. Estas brechas se cerraron con la integración de un líder director para cada mantenimiento mayor y otras mejoras que se verán en los procesos adelante.

Proceso de cierre. El equipo tiene fortaleza porque define el cierre de ejecución en el paso 9 de la Fig. 1, donde se liberan los recursos cuando se ha cumplido el alcance, sin embargo, el ciclo de cada mantenimiento mayor finaliza en el paso 11 con la evaluación y generación del plan de acción.

Área de conocimiento de alcance

Procesos de planificación. De acuerdo con su guion de la planeación [7] (actualizado con las oportunidades de mejora planteadas en este trabajo [8]), el equipo tiene fortaleza planificando el alcance, donde define las entradas (programa del mantenimiento, listado de avisos de avería, informes de predictivos, planes de acción, lecciones aprendidas, proyectos de actualización, variables operativas, entre otros), las herramientas, las técnicas (juicio de expertos, recopilación y análisis de datos, toma de decisiones, entre otros) y las salidas. También se define correctamente los objetivos del mantenimiento tipo SMART (específico, medible, alcanzable, realista y a tiempo).

Había dificultades para definir el alcance porque no se identificaba el desglose del trabajo alineado para alcanzar los objetivos; los frentes de trabajo incluían actividades sin seguir una estructura lógica global del mantenimiento (silos); se incluían actividades desalineadas con los objetivos y/o innecesarias de ejecutar durante un mantenimiento mayor (se hacía por la oportunidad de tener la planta parada); no era sencillo comunicar el alcance global a los interesados.

Se definió que antes de incluir actividades no alineadas con los objetivos, con el direccionamiento del líder del mantenimiento se evaluaría si estas requieren ejecutarse con parada de planta o unidad, si por criticidad son

necesarias y si no afectará el equilibrio del desarrollo de los objetivos con los tiempos y los recursos. Se integró en los guiones del proceso [8], la gestión de la EDT para cada mantenimiento mayor (ejemplo en la Fig. 2), donde se desglosa en paquetes de trabajo la ruta para alcanzar los objetivos principales (entregables) e inclusive los paquetes de trabajo adicionales que se ejecutarán pero que no hacen parte de la ruta de los objetivos principales. La EDT se define desde la primera reunión de planeación, siendo insumo para gestionar cronogramas, interesados, recursos, gobernabilidad y comunicaciones de forma gráfica y amigable.

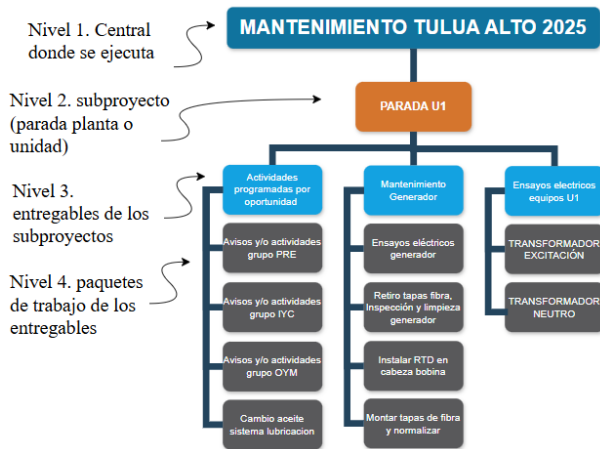


Fig. 2. Formato EDT.

Procesos de monitoreo y control. Con la inclusión de la EDT y el cronograma asociado durante la ejecución se mejora el seguimiento y control del alcance desde la línea base planificada, permitiendo identificar el cumplimiento global de los paquetes de trabajo alineados con los objetivos y gestionar los cambios a lo largo del proyecto.

Área de conocimiento de cronograma

Procesos de planificación. El guion de planificación de mantenimiento [7] definía que se realizaran y se unificarán los cronogramas de

los equipos ejecutores eléctrico, instrumentación, mecánico y civiles. Estos equipos tienen fortaleza en establecer la duración de las actividades porque cuentan con personal experimentado en estos campos. Sin embargo, se identificó que había equipos ejecutantes que no hacían cronogramas (operación, gestión técnica y otras áreas transversales), conduciendo a desvíos y dificultando el control del cronograma; los cronogramas se desarrollaban con la herramienta Microsoft Excel, donde se definían las actividades en el tiempo, sin embargo, no había un procedimiento y esta herramienta no era adecuada para integrar los cronogramas; se dificultaba identificar las rutas críticas para gestionar los cambios durante la planificación y ejecución; no estaba definido como medir la calidad del cronograma de la fase de planificación.

Para cerrar estas brechas se integró una metodología para gestionar el cronograma unificado [8] donde las actividades de todos los ejecutantes se deben incluir según el alcance y estructura definida en la EDT; se establecieron los parámetros para validar su calidad (estructurado con la EDT, cada actividad con secuencia funcional, con tiempo y recursos definidos y sin sobreasignación), se definieron los responsables quienes serán direccionados por el líder asignado al mantenimiento mayor, se cambió la herramienta de gestión del cronograma a Microsoft Project, se realizaron formaciones sobre la metodología y la herramienta.

Se identificó dificultad para secuenciar las actividades en el Excel y al requerirse un cambio en el cronograma tocaba repetir el trabajo manual; la secuenciación no se hacía de forma lógica funcional sino enfocando en los recursos, conduciendo a no optimizarlos o sobre asignarlos; por no integrar el cronograma no



8º CONGRESO MUNDIAL
DE MANTENIMIENTO Y
GESTIÓN DE ACTIVOS



21 · 22 · 23
MAYO · 2025
Centro de Convenciones
Cartagena de Indias · Colombia



22º Congreso Iberoamericano de Mantenimiento
27º Congreso Internacional de Mantenimiento y Gestión de Activos - CIMGA

quedaban las secuencias entre las actividades de los diferentes equipos de trabajo conduciendo a conflictos durante la ejecución. Por estas razones, en las mejoras se formó al equipo para secuenciar actividades funcionalmente y se cambió a la herramienta Microsoft Project facilitando la secuenciación y gestión de los cambios en el cronograma.

Proceso de monitoreo y control. La gestión del cronograma unificado en Project facilitó este proceso, se establece la línea base de actividades, tiempo y recursos, durante la ejecución se va plasmando el desarrollo real. La herramienta permite visualizar la lectura entre las variables de la línea base, lo ejecutado y lo pendiente, facilitando la toma de decisiones durante la ejecución.

Área de conocimiento de costos

Procesos de planificación, monitoreo y control. El equipo tiene fortaleza en estos procesos.

Área de conocimiento de calidad

Procesos de Planificación, ejecución, monitoreo y control. El equipo tiene fortalezas que se identifican desde la definición de los objetivos tipo SMART. Se fortalece con la gestión de líderes con experiencia técnica por cada frente de trabajo y un equipo de expertos (Gestión Técnica) que la monitorea.

Área del conocimiento de recursos

Procesos de planificación. El equipo tiene definido el plan de gestión recursos en su guion planeación, sin embargo, hubo oportunidades de mejora para optimizarlos porque cada frente de trabajo identificaba las actividades que requerían mayor número de recursos y esta cantidad se asignaba para todo el mantenimiento, incluso colocándolos en actividades que no los requerían; también era

complicado gestionar en la herramienta Excel las sobreasignaciones de recursos; por otro lado, los frentes de trabajo que no entregaban cronogramas o aquellos que colocaban actividades sin asignarles recursos, durante la ejecución disponían de los recursos del mantenimiento sin haberlos planificado. Por esto, en función de equilibrar los recursos con la gestión de alcance y cronograma, se definió en la metodología que a toda actividad se le debe asignar el recurso justo requerido, se gestionan sus sobreasignaciones y se optimizan los tiempos de ocupación. El uso de la herramienta Project facilitó esta gestión.

Procesos de ejecución. El equipo tiene fortalezas porque cuenta con un equipo de trabajo con excelentes capacidades técnicas, experiencia y aptitudes para ejecutar los mantenimientos; identifican las necesidades de los participantes y las gestiona; gestiona correctamente las herramientas y equipos especiales.

Procesos de monitoreo y control. La integración del líder para mantenimiento y las mejoras en gestión del cronograma, del alcance y de los recursos facilitó el seguimiento del desempeño de los recursos durante la ejecución, conduciendo a retroalimentar, resolver conflictos y gestionar cambios de algún recurso.

Área del conocimiento de comunicaciones

Procesos de planificación, ejecución, monitoreo y control. Aunque el procedimiento de mantenimientos mayores tiene definido la gestión de las comunicaciones, con la gestión de la EDT y el cronograma unificado se facilitó las comunicaciones a los interesados. Ahora se puede identificar el alcance, tiempo y recursos de ejecución con mayor practicidad.

Área del conocimiento de riesgos



Procesos de planificación, ejecución, monitoreo y control. El equipo gestiona activos muy críticos por lo cual tiene fortaleza en gestionar riesgos de seguridad humana, técnicos y ambientales. Las oportunidades de mejora se han enfocado en gestionar los riesgos de desvíos del alcance, tiempo de ejecución y recursos, visto en el desarrollo de este trabajo.

Área de conocimiento de Adquisiciones

Procesos de planificación, ejecución, monitoreo y control. El equipo ha tenido fortaleza estos procesos, tiene definido en los guiones de mantenimiento el cómo planificar las adquisiciones en función de las necesidades identificadas en la planeación, se deja registro y responsables para hacer trazabilidad hasta la consecución de los productos y servicios requeridos para la ejecución.

Área de conocimiento de interesados

Procesos de inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control. El equipo tiene fortaleza en estos procesos, identifica los interesados internos y externos y los gestiona dejando constancia en los documentos del ciclo del mantenimiento.

Conclusiones

Se comprobaron las similitudes entre la gestión de mantenimientos mayores y la gestión de proyectos. Esto permitió integrar los procesos para la gestión de proyectos del PMI en la gestión del proceso de mantenimientos mayores, con lo cual se cerraron brechas sobre oportunidades de mejora del proceso de mantenimientos, que conducían a dificultades desde la planificación y desvíos durante la ejecución sobre el alcance, tiempo y recursos.

De los procesos de las 10 áreas del conocimiento para gestión de proyectos hubo

mayores oportunidades de mejora y se integraron en el proceso de mantenimientos mayores las áreas de gestión de la integración, gestión del alcance, gestión del cronograma y gestión de los recursos. Las áreas del conocimiento en las cuales el equipo ha tenido mayores fortalezas son la gestión de los costos, gestión de la calidad, gestión de las adquisiciones y gestión de los interesados. Las áreas de integración intermedia fueron la gestión de las comunicaciones y gestión de los riesgos.

Referencias

- [1] Project Management Institute, La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK), Sexta ed., Newtown Square: Project Management Institute, 2017.
- [2] Generación Hidráulica y Eólica CELSIA, Presentación Gestión de Mantenimiento, Yumbo: CELSIA, 2020.
- [3] Generación Hidráulica y Eólica CELSIA, Presentación: Proceso de Mantenimiento, Yumbo: CELSIA, 2024.
- [4] Generación Hidráulica y Eólica CELSIA, Guion: Identificación de Mantenimientos Mayores, Yumbo: CELSIA, 2024.
- [5] International Organization for Standardization (ISO), ISO 9000, Sistemas de Gestión de la Calidad - Fundamentos y Vocabulario, Cuarta ed., Vernier: ISO, 2015.
- [6] Generación Hidráulica y Eólica CELSIA, Procedimiento: Gestión Mantenimiento Centrales Hidráulicas, Yumbo: CELSIA, 2019.
- [7] Generación Hidráulica y Eólica CELSIA, Guion: Planeación Mantenimientos, Yumbo: CELSIA, 2019.

[8] Generación Hidráulica y Eólica CELSIA,
Guion: Planeación de Mantenimientos
Mayores, Yumbo: CELSIA, 2024.

Jaime Jesús Noguera González. Nació el 01 de noviembre de 1984 en Cali, Colombia. Es Ingeniero Mecánico de la Universidad del Valle, 2014. Es Magister en Gerencia de Proyectos de la Universidad del Valle, 2021. Actualmente trabaja como Líder de

mantenimiento mecánico en las centrales de generación hidráulica de Celsia.

Jaime Jesús Noguera González
Celsia Colombia S.A. E.S.P.
Calle 15 No. 29B-30 Autopista Cali-Yumbo
E-mail: jjnoguera@celsia.com
Celular: 3106467845
Cali - Colombia