

MEJORA EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS ENERGÉTICOS CON PMI

R. D. Cárdenas¹; <http://orcid.org/0000-0002-2417-844X>

1 -Líder Semillero de Investigación E-InnovaCMM Centro Metalmecánico SENA Distrito Capital

Resumen— El propósito del proyecto es diseñar un plan de mejora en la gestión de proyectos energéticos a partir de las lecciones aprendidas por las empresas energéticas de Latinoamérica y el Caribe. La metodología empleada corresponde a una investigación proyectiva, con enfoque analítico y descriptivo de corte transversal, desarrollada en 4 etapas: análisis, planificación, ejecución y evaluación. Se identificaron las fortalezas y debilidades que se presentan en los casos analizados y se desarrolló el plan de mejora para la gestión de la calidad, el alcance, tiempo y costo aplicable a todo proyecto de infraestructura eléctrica basado en energías renovables. Se recomienda a las empresas realizar el registro de control de cambios y documentar, durante el desarrollo de cada proyecto, las lecciones aprendidas y establecerlo como requisito para la aprobación de futuros proyectos afines.

Palabras clave— Energías Renovables (*Renewable Energies*), Gestión de Proyectos (*Project Management*), Infraestructura Eléctrica (*Electrical Infrastructure*), Lecciones Aprendidas (*Lessons Learned*), Plan de Mejora (*Improvement Plan*).

I. NOMENCLATURA

PMI: Project Management Institute.

Proyectos de infraestructura eléctrica: Según lo planteado por Szwedzki et al (2016, pag 5), no hay definición unificada de los Proyectos Públicos de infraestructura conocidos con la sigla PPP que son adjudicados mediante arreglos de Modelos públicos puros. Estos proporcionan servicios o entregan activos a través de la cooperación entre los sectores público y privado.

Proyectos de ingeniería, adquisición y construcción EPC (engineering, procurement & construction): sistema de precio fijo, monto global, llave en mano. Se ha establecido como un sistema de entrega de proyectos de construcción viable utilizado tanto por los propietarios privados como por el estado. Es también uno de los varios sistemas de entrega utilizados en los proyectos realizados mediante la asociación de entidades públicas y privadas (PPP) y otros proyectos de infraestructura financiados. En los proyectos la fase EPC (engineering, procurement & construction) es sucesora de la fases FEED (front end engineering design).

II. INTRODUCCIÓN

El éxito en el cumplimiento, ejecución y calidad de los proyectos de infraestructura eléctrica de Colombia, se alcanza cuando éstos se concreten y realicen su operación comercial. Hace diez años las condiciones y los riesgos para su ejecución no eran propicias.

Para cumplir con las políticas públicas y seguridad para el desarrollo sostenible, es fundamental tener en cuenta las lecciones aprendidas en proyectos de infraestructura eléctrica a partir de los requisitos jurídicos y administrativos acordes con el marco legal y reglamentario, los cuales van de la mano con la obtención de las licencias.

Las empresas de generación, transmisión y distribución de energía renovable deben formular y ejecutar proyectos viables para el beneficio de la comunidad y el país. Debido a que no se ha tenido una metodología clara y unificada conforme a la normatividad y requerimientos jurídico administrativos vigentes, se requiere articular y unificar las metodologías de proyectos existentes con los lineamientos de los gobiernos bajo estándares internacionales, los cuales se identifican a partir de auditorías que se encarguen de monitorear y evaluar conjuntamente con los responsables del proyecto, su desarrollo.

Para lograr éxito en la gestión de proyectos con energías renovables (generación, transmisión y distribución) se debe tener bien definido el alcance, tiempo y costo, siendo necesario la monitorización y evaluación de todo su ciclo de vida.

La pregunta de investigación es: ¿Cuáles son los principales problemas o deficiencias que se presentan en la ejecución de los proyectos de Generación, Transmisión y Distribución de energía renovable en Latinoamérica y el Caribe?

El proyecto consiste en identificar los principales problemas o deficiencias que se presentan en la ejecución de los proyectos de generación, transmisión y distribución de energía renovable y proponer un modelo de plan para la mejora en la gestión de la calidad, costo, tiempo y alcance de los mismos.

Para cumplir con las políticas públicas y seguridad para el desarrollo sostenible es fundamental tener en cuenta las lecciones aprendidas en proyectos de infraestructura eléctrica a partir de los requisitos jurídicos y administrativos acordes con el marco legal y reglamentario, los cuales van de la mano con la obtención de las licencias.

El Objetivo General del proyecto es diseñar un plan de mejora en la gestión de proyectos de generación, transmisión y distribución de energía renovable aplicable a partir de las

lecciones aprendidas por las empresas energéticas de Latinoamérica y el Caribe.

Los Objetivos Específicos del proyecto son:

1. Analizar los principales problemas o deficiencias que se presentan en la ejecución de los proyectos de generación, transmisión y distribución de energía renovable del Eje Cafetero.

2. Diseñar la situación actual de los proyectos del sistema de generación, transmisión y distribución de la energía renovable.

3. Validar el cumplimiento de la gestión de la calidad, tiempo, costo y alcance del proyecto de acuerdo con lo establecido por el Project Management Institute PMI.

4. Elaborar un modelo de plan de mejora en la gestión de los proyectos de generación, transmisión y distribución de energía renovable.

Según (Bello & Beltran (2010), Cruz et al (2013), Carvajal & Marín (2013) la evolución de la industria eléctrica en Colombia desde 1980 hasta hoy tuvo los siguientes hitos principales:

- a. Evolución de la matriz de generación al pasar de un parque energético basado en generación mediante el uso de combustibles fósiles (década de los 80) a un parque actual de energía hidroeléctrica (68%) y energía térmica (28%), datos provenientes de (Gaona, Trujillo, & Guacaneme, 2015), (Ortiz, 2015), (Pinto, 2013), (UPME, 2010) y (UPME, 2015).
- b. Evolución de la calidad del servicio técnico y la calidad del producto técnico, asociado al cambio de tecnología (Agudelo, & Arango, 2011), (Rueda, Bonilla, & Garzón, 2015) y (Durán, Rosero, Pavas, & Duarte, 2015).
- c. Evolución de la demanda y de la oferta, donde por ejemplo la tasa anual de crecimiento promedio de la demanda en los últimos 10 años fue de 3.6%, de acuerdo a datos provenientes de (Gaona, Trujillo, & Guacaneme, 2015), (Ortiz, 2015), (Pinto, 2013).
- d. Evolución del esquema institucional del sector eléctrico desde lo sucedido a inicios de la década de los 90 cuando la deuda del sector se convirtiera en el principal problema macroeconómico del país (Briceño, 2006), (Vélez, 2016). Este llegó a representar el 40% del endeudamiento externo (Briceño, 2006).

Adicionalmente, durante la evolución del sector eléctrico colombiano se crearon entidades soporte como (Briceño, 2006), (Interconexión Eléctrica S.A, 2012):

- Unidad de Planeación Minero Energética – UPME, Encargada de establecer requerimientos energéticos de la población y la manera de satisfacerlos; de elaborar y actualizar el Plan Minero Nacional, el plan Energético Nacional y el Plan Indicativo de Expansión del sector Eléctrico.

- Comisión de Regulación de Energía y Gas – CREG, la cual expide las reglas para asegurar la disponibilidad de una oferta energética eficiente, propiciar la competencia, impedir abusos de las entidades prestadoras del servicio y buscar la liberación gradual del mercado eléctrico hacia la libre competencia.

- Superintendencia de Servicios Públicos – SSPD, controla que las empresas que prestan los servicios públicos cumplan con las leyes, las regulaciones y demás actos administrativos que los rigen.

- Centro Nacional de Despacho – CND, es el responsable de realizar las siguientes actividades para la operación integrada de los recursos del sistema de interconexión nacional (generación, interconexión y transmisión): planeación, supervisión y control.

- Centro Nacional de Operación – CON, encargado de convenir los aspectos técnicos de tal manera que garantiza la operación del sistema de interconexión nacional de una manera segura, confiable y económica.

Finalmente, la prestación y asistencia del servicio de energía eléctrica se definió en cuatro actividades (Briceño, 2006), (Interconexión Eléctrica S.A, 2012) citado por (Cuellar & Rodriguez, 2017 pag 39): Generación, Transmisión, Distribución y Comercialización. Las cuales se combinan de la siguiente manera: Generación y Comercialización, Transmisión, Distribución y Comercialización, y Comercialización exclusiva (Interconexión Eléctrica S.A, 2012).

EDT es el proceso de subdividir los entregables del proyecto y el trabajo del mismo en componentes más pequeños y más fáciles de manejar, es una descomposición jerárquica del alcance total del trabajo a realizar por el equipo del proyecto para cumplir con los objetivos del proyecto y crear los entregables requeridos [10].

III. METODOLOGÍA

La Metodología empleada corresponde a una investigación proyectiva, con enfoque analítico y descriptivo de corte transversal, desarrollada en 4 etapas; análisis, planificación ejecución y evaluación, partiendo del análisis de la situación actual de las empresas de generación, transmisión y distribución de Energía renovable del Eje Cafetero, se indagó sobre los problemas y oportunidades en el desarrollo de los mismos. De una población de 14 proyectos se escoge una muestra del 14% (2) que han tenido mayores deficiencias en su ejecución, a los cuales se les realiza un plan de mejora en cuanto a la gestión del alcance, costos, tiempo y calidad.

Las variables según las áreas de conocimiento del PMI para el ciclo de vida de los proyectos de infraestructura eléctrica que se tuvieron en cuenta para el desarrollo de esta investigación, aclarando que para el análisis de resultados según los objetivos del proyecto solo se tuvo en cuenta la gestión del alcance, tiempo, costo y calidad.

Las escalas de medición de las variables seleccionadas se desarrollan a partir de los requisitos del PMI, teniendo en cuenta una calificación numérica entre 0 y 5 según el nivel de madurez y criterios presentados a continuación:

Calificación	Nivel de Madurez	Criterios
5	Optimizado	Existe y se aplica, está formalizado y estandarizado, se mide y se evalúa, se mejora continuamente.
4	Administrado	Existe y se aplica, está formalizado y estandarizado, se mide y se evalúa.
3	Definido	Existe y se aplica, está formalizado y estandarizado.
2	Inestable	Existe y se aplica, está formalizado pero no está estandarizado.
1	Inicial	Existe y se aplica parcialmente, no está formalizado ni estandarizado.
0	Inexistente	No existe y no se aplica.

Las técnicas de recolección de datos que se emplearon en el proyecto son la encuesta, observación directa, a partir de listas de chequeo y cuestionario, utilizado como Instrumento de recolección de datos para las variables Calidad, Alcance, Costo y Tiempo las Escalas Si, No y NA (No Aplica).

IV. RESULTADOS

A partir de la aplicación de los instrumentos de recolección de datos y luego de su análisis se pudo identificar que:

Todos los cambios aprobados deben identificarse e integrarse al plan de registro mediante cambios en la EDT y en el programa base. El plan de registro es oficial y vigente para el proyecto en términos de alcance, presupuesto y programa.

Un elemento importante en el proceso de control de riesgos es la administración del cambio. Quizás no se ejecuten, como se esperaba, todos los detalles estipulados en el plan de proyecto.

Partiendo de la base de que el cambio en los proyectos es inevitable debido a la incertidumbre propia de su naturaleza, se recomienda mejorar el nivel de documentación y formalización de los cambios, debido que:

Cuando se presentan los eventos de riesgo, la puesta en marcha de planes de contingencia; implica cambios en la línea base del tiempo y en los costos.

Se debe conservar la integridad de la EDT y de las medidas de desempeño.

Siguiendo los pasos para la elaboración de planes de mejora planteados por la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) se identifica como área de mejora la de rentabilización de proyectos, se presentarán las principales causas del problema a partir de los resultados de la investigación, los objetivos, acciones de mejora, planeación y seguimiento.

Problemas identificados en los proyectos analizados:

- Los factores externos al proyecto de índole social, legal y ambiental afectan la gestión del alcance, costo, tiempo y calidad de los proyectos generando retrasos en el cronograma, costos adicionales y la reputación de la empresa.
- Ausencia de transferencia de conocimientos por parte de los líderes de los proyectos y expertos técnicos a partir de las lecciones aprendidas durante el ciclo de vida de proyectos de infraestructura eléctrica desarrollados por la empresa.
- Deficiente evaluación de los controles básicos durante el ciclo de vida de proyectos.
- Desarticulación entre la visión administrativa y financiera con la técnica de los proyectos.

e. Ausencia de procesos de seguimiento y control a través de auditorías en las fases más tempranas de los proyectos de infraestructura eléctrica.

Los objetivos del plan de Mejora fueron:

1. Alinear los plazos de los proyectos con los plazos establecidos en las diferentes instituciones para aprobar las correspondientes resoluciones de gestión ambiental, mediante la participación de todas las entidades de gobierno y grupos de interés en la misma zona geográfica de ejecución de los mismos.

2. Desarrollar un plan de transferencia de conocimientos a partir de la documentación de las lecciones aprendidas en los proyectos de infraestructura eléctrica desarrollados por la empresa.

3. Implementar procesos de seguimiento, monitoreo y control durante todas las etapas del ciclo de vida de los proyectos de infraestructura eléctrica.

4. Establecer estrategias de articulación de la visión compartida en la formulación, ejecución y evaluación de proyectos a nivel administrativo, financiero y técnico.

5. Establecer procesos de seguimiento y control a través de auditorías en las fases más tempranas de los proyectos de infraestructura eléctrica, permitiendo la participación en los comités de contratación y gerencia antes de su aprobación.

El Plan de Mejora realizado contempla los siguientes criterios: Área de conocimiento (Gestión de Alcance, Gestión de Tiempos, Gestión de Costos, Gestión de Calidad y Gestión de riesgos); Acciones de mejora (Los aspectos identificados para llevar a cabo que corresponden al secreto industrial);

Tareas; Responsable de Tarea; Tiempos (Inicio – Final); Recursos Necesarios Financiación; Indicador Seguimiento y Responsable Seguimiento.

V. CONCLUSIONES

En la investigación realizada se concluyó que para los proyectos de infraestructura eléctrica analizados, la incertidumbre generada en el direccionamiento del tema de negociación de servidumbres, licencia ambiental, control y protecciones; determina que la planeación, las redes de comunicación y decisión, adolecían de niveles adecuados de gestión que permitieran activar la cadena del proyecto. Por lo tanto, se recomienda a las empresas realizar el registro de control de cambios y documentar durante el desarrollo de cada proyecto las lecciones aprendidas y establecerlas como requisito para la aprobación de futuros proyectos afines.

La implementación, seguimiento y evaluación del plan de mejora presentado constituye una línea base para ser aplicado en todos los proyectos de infraestructura eléctrica en Colombia.

REFERENCIAS

- [1] Agudelo, O. & Arango, L. (2011). Evolución de la confiabilidad y la eficiencia en el sector eléctrico Colombiano. *Ventana Informática*, vol. 24, 115-133.
- [2] Briceño, A. (2006). Colombia: análisis del sector eléctrico. Caracas: Corporación Andina de Fomento CAF.
- [3] Carvajal, S. & Marín, D. (2013). Impacto de la generación distribuida en el sistema eléctrico de potencia colombiano: un enfoque dinámico. *Tecnura* vol. 17, n° 35, 77-89.
- [4] Cruz et al. (01 de 06 de 2013). Caracterización del sector eléctrico colombiano. Obtenido de Servicio Nacional de Aprendizaje SENA: <file:///C:/Users/UPTC/Downloads/3058>
- [5] Cuellar, W. A. N., & Rodriguez, S. R. R. (2017). Colombia: Territorio de inversión en fuentes no convencionales de energía renovable para la generación eléctrica. *Ingeniería Investigación y Desarrollo*, 17(1), 37-48.
- [6] Durán, I., Rosero, L., Pavas, A. & Duarte, O. . (2015). Comparison of maintenance scheme effects on power transformer reliability performance. *Ingeniería e Investigación*, vol. 35, 73-81.
- [7] Gaona, E.E., Trujillo, C.L. & Guacaneme, J. A. (2015). Rural microgrids and its potential application in Colombia. *Renew. Sustain. Energy*, vol. 51, 125-137.
- [8] ICSA. (2012). ICSA Ingeniería y Consultoría SA. Obtenido de <http://www.ic-sa.com.co/es/ipaginas/ver/78/proyectos-epc/>
- [9] Ortiz, S. (2015). Generación Eléctrica . *Mundo Eléctrico* vol 99, 1-98.

- [10] PMI. (2013). A Guide to the Project management body of knowledge. Pennsylvania: Project Management Institute, Inc.
- [11] Rueda, A., Bonilla, I. & Garzón, Y. (2015). Modelo de confiabilidad basado en la norma de gestión de riesgos iso 31000 para empresas de distribución de energía eléctrica en circuitos radiales. *Tecnura*, vol. 19, 41-50.
- [12] Szwedzki, R., Michelitsch, R., Haarsager, U., Sembler, J. I., Cabrera, M., Funes Aguilera, R., ... & Carbajo, J. (2016). Evaluation of Public-Private (PPPs) Partnerships in Infrastructure. Inter-American Development Bank.
- [13] Urizar Hernandez, C. (24 de 07 de 2013). SEMINARIO DE LECCIONES APRENDIDAS EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA. Guatemala, Guatemala.
- [14] Vélez, L. (04 de 07 de 2016). El sector eléctrico colombiano: descripción, situación actual, retos y perspectivas. Obtenido de Luis Guillermo Vélez Alvarez: <http://luisguillermovelezalvarez.blogspot.com.co/2015/08/el-sector-electrico-colombiano.html>

A. Rubén Darío Cárdenas Espinosa es PhD. Information Technology, DSc. Cum Laude Electronic Engineering, Candidato a Doctor en Proyectos, MSc. Electrical Engineering, Esp. Gerencia en Finanzas, Esp. Tecnológico en Interventoría de proyectos de Telecomunicaciones, Ingeniero Electrónico, Tecnólogo Profesional en Electrónica y Automatización Industrial, Líder Semillero de Investigación e Innovación E-InnovaCMM. Su trayectoria profesional es: Gerente de Proyectos y Docente Universidad Autónoma de Manizales (1994-2011), Gerente FEDAF (2001 – 2005), Docente UNITECNICA (2006 -2012), Coordinador y Docente Universidad Antonio Nariño (2008 – 2011), Tutor Universidad de Caldas (2006 a la fecha), Instructor CAI SENA Regional Caldas (2012 – 2015), Tutor Atlantic International University (2011 – 2013), Líder SENNOVA (2015 – 2016), Estructurador de Proyectos de Ciencia Tecnología e Innovación COLCIENCIAS, Evaluador y Mentor INNPULSA (2016 – a la fecha), Instructor Virtual Centro Metalmecánico, SENA Distrito Capital (2017 a la Fecha); Profesional Independiente, Asesor y consultor en proyectos (2000 – a la fecha) (correo e.: rdcardenas75@misena.edu.co).