

LA PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO: UNA ESTRUCTURA QUE PERMITE GENERAR EFICIENCIAS A NIVEL DE PROCESO, TÁCTICO Y ESTRATÉGICO

Carlos Mauricio Salazar Ojeda, Robinson Toro Castaño

ISA INTERCOLOMBIA S.A. E.S.P

Email: csalazar@intercolombia.com - rtooro@intercolombia.com

Medellín - Colombia

Resumen

Para una empresa del sector eléctrico que constantemente busca mantener una homologación de estándares mundiales y una eficiencia financiera, es clave a partir del ciclo de vida que su estructura de procesos articule las áreas core del negocio.

La programación como proceso clave de la etapa Mantener, asegura principalmente tres aspectos clave para buscar la efectividad en la ejecución: gestión de la información técnica, gestión de los recursos y toma de decisiones a partir del costo, riesgo, desempeño y la Disponibilidad regulatoria, como marco de actuación de la reglamentación colombiana.

A partir de la gestión de la información inicial y clave para cada intervención, se genera la articulación de aviso-orden y plan de trabajo. Este aviso de mantenimiento contemplando principalmente alcance general de la actividad, equipo a intervenir y responsable de su ejecución. Una segunda variable es la orden de mantenimiento donde se consolidan los costos de la intervención y en general se relaciona el recurso de manera categorizada, con definiciones de mano de obra, repuestos y materiales consumibles, transporte y demás operaciones que se deben tener en cuenta para los trabajos de mantenimiento. Finalmente se tiene un plan de trabajo gestionado a partir del aviso y la orden que especifica el fecha y tiempo de intervención, los estados operativos en los equipos y las medidas de seguridad

requeridas para cada trabajo y observaciones adicionales a nivel de equipo y sistema.

Para desarrollar el proceso de programación a partir un grupo de actividades con su respectivo alcance, responsable y entregable, es necesario implementar los respectivos controles de riesgo de proceso para evitar las desviaciones y articular con la matriz RACI, teniendo en cuenta las áreas involucradas.

La toma de decisiones a partir de la programación del mantenimiento se realiza de manera dinámica, teniendo en cuenta los tableros de gestión modelados en Power BI donde es posible visualizar de manera secuencial y sistemática todo el detalle de información clave desde lo general a lo específico.

Los beneficios a partir de esta estructuración de la programación se evidencian desde proceso hasta impactos directos en objetivos estratégicos para la organización.

Objetivo

Estructurar e implementar el proceso **Programación** del mantenimiento en la Gerencia de Operaciones, a través del aseguramiento del proceso y la gestión de riesgos, priorizando la toma de decisiones que agreguen valor en la compañía desde la ejecución del mantenimiento y confiabilidad en términos de eficiencia operativa.

Propósito

Impactar positivamente los indicadores de confiabilidad operacional y optimizar OPEX a partir de la estructuración de la programación del mantenimiento contemplando 3 aspectos principales:

- Necesidad de una estructura de procesos con impacto en el macroproceso Mantener, alcance financiero y confiabilidad operacional
- Homologación con referentes mundiales
- Proceso fundamental en el core del negocio

Antecedente

Para una empresa del sector eléctrico que constantemente busca mantener una homologación de estándares mundiales y una eficiencia financiera, es clave a partir del ciclo de vida que su estructura de procesos articule las áreas core del negocio. [1]

En general, algunas organizaciones en su estructura de procesos generan un esquema como se muestra a continuación para el macroproceso mantener:



Figura 1 Estructura actual de Macroproceso Mantener

Donde se resalta 3 procesos principales: Planear, realizar y gestionar el mantenimiento. Para el Planear normalmente se generan 3 subprocesos clave: planeación estratégica, táctica y operativa, que generalmente esta relaciona con la ventana de tiempo o largo, mediano y corto plazo. Cuando se tiene una estructura similar a la mencionada, normalmente la programación se incorpora de dos formas. La primera es incluir en la planeación operativa las actividades asociadas a la programación. La segunda opción utilizada es distribuir unas actividades en la planeación operativa y otras en la preparación que hace parte del proceso realizar o ejecutar mantenimiento. Esto podría generar ciertas confusiones cuando se lleva a materializar desde la responsabilidad, entregables y canales de comunicación entre áreas para su desarrollo.

Impacto de la programación en la gestión de activos e indisponibilidad regulatoria

El marco de actuación de una empresa que tiene su core de negocio en el sector eléctrico, trae consigo una serie de cumplimientos

regulatorios que lleva a identificar los impactos y gestión de riesgos desde cada uno de los procesos para evitar la materialización de desviaciones que no sólo tienen como efecto el costo, que para una empresa del sector se refleja en la optimización de costos, también podría llevar a consecuencias de sanciones de un valor considerable a partir de investigaciones que ponen en riesgo la sostenibilidad del negocio a mediano o largo plazo.

Desde Disponibilidad regulatoria se debe tener claro los siguientes aspectos a partir de lineamientos CREG:

- Todos los equipos que hacen parte del sistema eléctrico se agrupan en un activo operativo o unidad constructiva
- Las empresas del sector eléctrico son remuneradas por cada activo operativo que funcione y opere de manera óptima
- Todo activo operativo cuenta con un máximo de horas anuales de indisponibilidad regulatoria en una ventana móvil, dependiendo el tipo de activo. Esto quiere decir que, si el activo no se dispone en una cantidad mayor de horas de la meta, no genera una compensación (reducción de ingresos)
- Todo activo operativo cuenta con una cantidad de horas (32 a 96) para realizar mantenimiento mayor en una ventana de 6 años y no afecta metas de indisponibilidad regulatoria
- Las principales causas regulatorias que llevan a un activo operativo a superar su meta de indisponibilidad regulatoria son las siguientes:
 - Mantenimiento de emergencia
 - Eventos forzados
 - Mantenimiento programado fuera de plan

- Mantenimiento programado fuera de plan
- No programado en consignación
- Horas de mantenimiento no usadas
- Mantenimiento mayor
- Instrucción de maniobra
- Evento no programado otro sistema

Con lo anteriormente mencionado, es necesario establecer una conexión de las siguientes causas regulatorias con la programación del mantenimiento:

- Mantenimiento programado plan: a través de la articulación de planeación-programación para la construcción del plan anual de intervenciones que lleve a tener en cuenta todas las variables necesarias y así optimizar recurso e intervenciones en los activos
- Mantenimiento programado fuera de plan: cuando se identifica un modo de falla y es necesario programar la actividad para corregir la condición y es necesario desde la programación analizar el nivel de riesgo para priorizar e indisponer el activo, teniendo en cuenta el uso de las horas que contempla la meta
- No programado en consignación: a partir de la programación óptima para contar con todos los recursos y contingencias que minimicen los imprevistos durante del desarrollo de los trabajos de mantenimiento, para finalmente asegurar que los trabajos finalicen en los tiempos programados
- Horas de mantenimiento no usadas: a partir del aseguramiento de tiempo y recurso requerido para cada actividad, se busca finalmente que el tiempo de

ejecución sea lo más cerca al tiempo programado

Teniendo como referencia estas causas regulatorias donde la programación tiene un impacto directo, es importante identificar cifras de un año de referencia como se muestra continuación:



Figura 2 Impactos de causas regulatorias asociadas a la programación en Recurrencia

Esta primera gráfica lleva a relacionar las causas regulatorias afectadas principalmente por el proceso de programación que consolidan alrededor de un 39% de todas las causas. En conclusión, sólo este proceso de programación llevado a una estructuración y desarrollo eficiente reduce significativamente que los activo operativos superen las máximas horas anuales de indisponibilidad regulatoria de manera recurrente.

Compensación 1 periodo de referencia (año)



Figura 3 Porcentaje de compensación o reducción de ingresos asociado a causas de programación

A su vez, esta grafica muestra los impactos a niveles económico también teniendo como referencia un año de gestión. Para este año analizado, el valor de compensación que se ve reflejado en reducción de ingresos para la organización asciende al 15,1%. Este porcentaje significativo se caracteriza en causas de la siguiente manera:

Causas regulatorias	Porcentaje
Mantenimiento programado fuera de plan	69,9%
Mantenimiento programado plan	22,6%
No programado en consignación	6,6%
Horas de mantenimiento no utilizado	0,5%
Ajuste a la meta	0,4%

Tabla 1 Causas regulatorias asociadas a programación que afecta compensación

La tabla anterior tiene el Pareto en las dos primeras causas asociadas directamente al mantenimiento programado tanto fuera de plan como del plan y desde la programación es necesario asegurar desde la toma de decisión principalmente mitigar el número de intervenciones que no sean necesarias o con bajo nivel de riesgo a partir de los análisis realizados que finalmente buscan la optimización de los activos y el aseguramiento en la disponibilidad de estos.

Propuesta de incorporación de la programación en la estructura de procesos

La programación como proceso clave de la etapa Mantener, asegura principalmente tres aspectos clave para buscar la efectividad en la ejecución: gestión de la información técnica, gestión de los recursos y toma de decisiones a partir del costo, riesgo, desempeño y la Disponibilidad regulatoria, como marco de actuación de la reglamentación colombiana [4].

A partir del concepto de procesos, con un flujo coherente y unos subprocesos y actividades que agregan valor, se propone una estructura que permite consolidar la programación en 3 subprocesos:

Gestión de la información: asegurando todas las variables de manera articulada en el mantenimiento:

- Aviso de mantenimiento: con toda la información clave que relaciona el modo de falla, equipo, catálogos, responsable y actividad sugerida para corregir la condición
- Orden de mantenimiento: con la consolidación de operaciones y presupuestar los costos de mantenimiento, además que permite realizar seguimiento desde lo planeado y lo real ejecutado. Algunas de las operaciones están asociadas a: mano de obra, transporte terrestre, transporte especial, tiempo extra, viáticos, materiales para mantenimiento
- Plan de trabajo: Documento ingresado en el módulo PM de SAP y que

consolida principalmente el activo operativo a intervenir, la instalación, las condiciones operativas del activo principal y otros activos requeridas para desarrollar las actividades de manera segura, condiciones de equipos de aislamiento que permiten realizar el corte visible y asegurar una zona de trabajo, medidas de seguridad, relación de actividades de mantenimiento, simultaneidad de actividades a nivel de sistema o instalación

Gestión de recursos: Asegurando que todo tipo de recurso requerido para el mantenimiento sea relacionado en la orden y así mismo se encuentre disponible en el momento que se requiera para su retiro del respectivo almacén. Dentro de los principales recursos se encuentra:

- Talento humano: se debe identificar jefe de trabajos, jefe de grupo, ejecutores, coordinador de trabajo en altura, operador de equipo de izaje y demás roles requeridos. Todo este personal debe contar con las competencias y para algunos casos con la respectiva habilitación o certificación teniendo en cuenta la normatividad y requerimientos de Seguridad y Salud en el Trabajo
- Materiales para mantenimiento: contempla desde el mismo equipo, repuestos, materiales y consumibles a partir del documento de referencia que relaciona el procedimiento y sus respectivos elementos

- Transporte: aseguramiento de transporte terrestre, transporte especial para equipos sobredimensionados, grúas según capacidad requerida, transporte aéreo
- Contratos de servicios: algunas actividades no hacen parte del knowhow del negocio y es necesario contar con los contratos de servicios requeridos a demanda y deben contar con su disponibilidad definida, alcance, plazo y acuerdos contractuales

Evaluación y toma de decisiones: A partir de las variables clave de Gestión de Activos Costo, Riesgo y Desempeño, acompañada por la Indisponibilidad Regulatoria, se genera la evaluación de cada actividad donde finalmente se busca el punto óptimo de estas variables con los menores impactos negativos y la mayor agregación de valor al negocio.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente y el modelo planteado para la estructura de la programación, a continuación, se muestra la propuesta consolidada para el macroproceso mantener con el proceso de incorporado y sus subprocesos fundamentales:



Figura 4 Estructura de Macroproceso Mantener propuesta incorporando el proceso programar

Esta estructura consolidada e integrada en Blueworks con su respectivo flujo, actividades, responsables, controles e indicadores se visualiza así [2]:

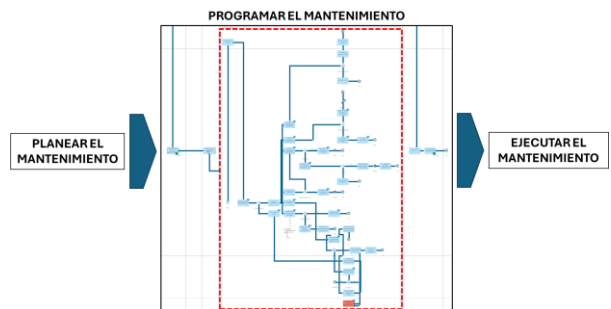


Figura 5 Estructura de procesos con la programación en Blueworks

Además de contar con todas las definiciones y estructura de proceso, es importante resaltar algunos actores clave que hacen parte de la propuesta en este proceso de programación. Para este caso se identifica el personal que se encuentra constantemente cerca de los activos, es decir, personal que opera los equipos y cuentan con un conocimiento a partir de la operación, mantenimiento, inspección, renovación y acompañamiento en todo tipo de actividades a nivel de la instalación y equipos en una subestación eléctrica. La participación

de este personal en el proceso tiene como foco 3 aspectos específicos:

- Realizar Triage para categorizar las intervenciones de mantenimiento de la siguiente manera:
 - Riesgo personas, equipo y ambiente
 - Riesgo al sistema
 - Optimización de costos
- Verificación de coherencia entre intervenciones categorizadas y prioridad de intervención en términos de plazo
- Seguimiento en cumplimiento de prioridad de intervenciones

Responsabilidades y funciones

Dado el foco de la programación y su propósito, es necesario generar una relación de funciones y responsabilidades que permitan asegurar objetivos, desarrollar actividades en el día a día y finalmente a través de un entregable, contribuir a un resultado esperado. A continuación, resaltamos las más significativas:

- Asegurar los recursos requeridos para cada tipo de intervención (talento humano, repuestos, materiales, consumibles, transporte, equipos de prueba, contratos de servicios y demás)
- Verificar y considerar la indisponibilidad regulatoria como factor clave para la toma de decisión
- Garantizar la articulación de información en SAP asociada al mantenimiento
- Recepción y verificación de Plan de trabajo o revisión para el mantenimiento
- Seguimiento y actualización de tableros de programación (Avisos, Orden de mantenimiento, Plan de Trabajo, Disponibilidad).

- Gestionar parámetros de los avisos: fechas, OTM y responsables.
- Gestionar órdenes (Reserva materiales/consumibles, disponibilidad presupuestal, operaciones, cuentas)
- Priorización de avisos a partir de la gestión de riesgos

Gestión de la programación en términos de indicadores

Todo cambio, transformación o integración a un proceso de algo que se considere nuevo, además de su estructuración, definiciones y detalle, debe asociarse con un impacto o contribución al negocio. Una forma de visualizar el impacto de una programación estructurada e integrada en el macroproceso mantener es la conexión directa o indirecta con indicadores de resultado. A continuación, se expone los indicadores identificados que permiten visualizar la agregación de valor a través del proceso implementado:

Calidad de la ejecución

La calidad en la ejecución es posible medirla y controlarla de manera preventiva y detectiva a través de las desviaciones que se pueden presentar durante el desarrollo de la ejecución del mantenimiento, donde es posible identificar los siguientes aspectos asociados a la programación del mantenimiento:

Calidad de la ejecución

$$= \frac{\text{Número de intervenciones con desviaciones}}{\text{Número total de intervenciones}}$$

Efectividad de mantenimiento desde el costo

Una de las formas de medir la efectividad es cuando obtiene el mejor resultado con una alineación en optimización de recurso. Dado que desde la planeación se genera un costeo

general de cada intervención, pero desde la programación se realiza una calibración en termino de asignación de recurso detalla y requerido, pero a su vez es posible identificar eficiencias que pueden ver reflejadas en la causación real de una orden de trabajo. Así, este indicador puede tener el siguiente planteamiento:

$$\text{Ejecución presupuestal de intervención} = \frac{\text{Ejecución real}}{\text{Presupuesto planeado}}$$

$$\text{Intervenciones con desviación presupuestal} = \text{Ejecución presupuestal} > 1$$

$$\text{Efectividad desde el costo} = \frac{\text{Intervenciones con desviación presupuestal}}{\text{Total de intervenciones}}$$

Indisponibilidad regulatoria

Para este indicador, es clave tener como referencia el principal lineamiento de la CREG 011 de 2009, donde un activo tiene una compensación diferente de cero cuando las Horas de Indisponibilidad Acumulada (HIDA) supera las Máximas horas anuales de indisponibilidad (MHAI), en una ventana móvil de 12 meses [3]. Teniendo en cuenta lo anterior, se sugiere dos indicadores:

$$\text{Activos que superan las Máximas horas anuales de indisponibilidad por periodo} = \frac{\text{Cantidad de activos que superan MHAI}}{\text{En el periodo evaluado}}$$

$$\text{Recurrencia} = \frac{\text{Cantidad de activos que superan MHAI en más de una vez}}{\text{En el periodo evaluado}}$$

$$\text{Horas compensadas} = \frac{\text{Cantidad de horas que superan MHAI}}{\text{En el periodo evaluado}}$$

Controles de riesgo de proceso en la programación

Una recomendación a la hora de modificar o incorporar un proceso, subproceso en la estructura de una organización es validar y verificar que controles de riesgo de proceso permiten la mitigación de desviaciones a la hora de desarrollar las actividades que contempla determinado proceso. Así mismo y teniendo en cuenta principalmente el CMMS que cada organización determine para gestionar la información del mantenimiento, para este proceso de Programación es posible determinar los siguientes controles de riesgo categorizados en 4 aspectos:

Aviso de mantenimiento:

- Verificar que todos los avisos de mantenimiento (N1, N2, N3, N4) se encuentren programados si el activo operativo asociado al equipo respectivo tiene programado el mantenimiento mayor que implica desconexión entre 32 y 96 horas. Evidencia en el sistema: aviso con fecha de inicio y fin deseado
- Verificar que todo aviso de mantenimiento se encuentre con responsable asignado. Evidencia en el sistema: aviso en el sistema con código y nombre de responsable de la ejecución
- Verificar que todo aviso de mantenimiento esté asociado a una Orden de Mantenimiento donde permite relacionar los costos respectivos de la intervención. Evidencia en el sistema: aviso de mantenimiento con orden de mantenimiento asignada

Orden de mantenimiento

- Verificar que toda orden de mantenimiento esté asociada a un Plan de Trabajo-Consignación. Evidencia en

el sistema: Orden de trabajo con Plan de trabajo o número de revisión

- Verificar que toda orden de trabajo relacione las operaciones o cuentas que permiten consolidar los costos de la intervención y debe contar con un presupuesto planeado > 0

Recurso de mantenimiento

- Verificar que todo el talento humano y roles requeridos para la intervención se encuentren asignados
- Verificar que repuestos, materiales y consumibles requeridos se encuentren relacionados en la orden de trabajo con su respectivo código, descripción, cantidad y fecha de entrega

Plan de trabajo

- Verificar que todo plan de trabajo cuente con su respectiva fecha de inicio y fin futuro. Evidencia en el sistema: plan o revisión con fecha de inicio y fin posterior a fecha actual
- Verificar las horas de indisponibilidad regulatoria Vs las horas requeridas para la actividad en el activo operativo

Todo lo mencionado desde gestión de información que es considerado vital para tomar decisiones, implica contar con herramientas en tiempo real y así tomar decisiones ágiles y asertivas. Una propuesta para dar solución a esta necesidad es generar tablero en Power BI que contemplen el conjunto de factores y sus principales condiciones de la siguiente manera:

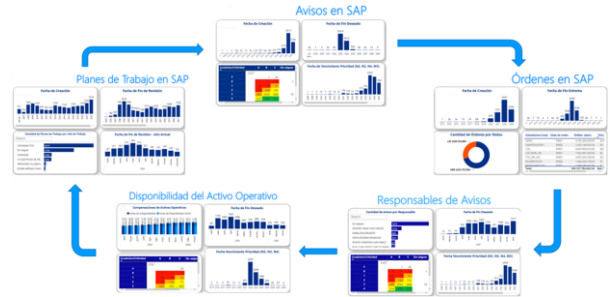


Figura 6 Ciclo de tableros en Power BI para gestionar la programación de mantenimiento

Lo anterior muestra de manera general 5 tableros, cada uno para visualizar la condición de cada variable (aviso, orden, responsabilidad, disponibilidad regulatoria y plan de trabajo), donde se sugiere la secuencia respectiva a partir de la identificación de una necesidad de mantenimiento ingresada a través de un aviso en el ERP respectivo.

Beneficios de la programación en línea de vista

La programación como proceso clave en una organización tiene varias formas de identificar sus beneficios, pero una forma clara y precisa de visualizarlos es trasladarlos al concepto de línea de vista y sus niveles de gestión:

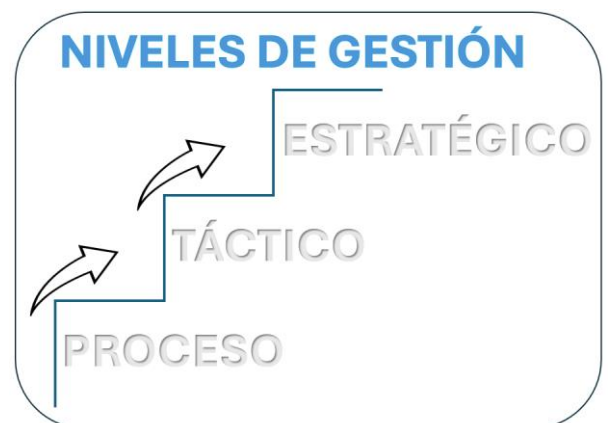


Figura 7 Línea de vista desde cada nivel de gestión

A partir de estos niveles de gestión se identifica lo siguientes beneficios respectivamente:

Proceso:

- Aseguramiento de recursos para las intervenciones del mantenimiento
- Rigurosidad en la preparación de actividades de mantenimiento
- Asegurar el cierre del ciclo PHVA en la ejecución por parte del Ing de mantenimiento
- Aseguramiento de procesos

Táctico:

- Cumplimiento de la ejecución presupuestal e IGF
- Programación optima de consignaciones
- Reducción # horas compensadas
- Reducción de compensaciones
- Reducción recurrencias
- Promoción del modelo de Confiabilidad operacional

Estratégico:

- Reducción de activos que superan meta de indisponibilidad regulatoria
- Eficiencias en TOTEX de procesos core

Conclusiones y recomendaciones

- Así como se planea, ejecuta y controla desde una mirada transversal del mantenimiento, es clave integrar en la cadena de proceso la programación como etapa fundamental para asegurar la efectividad en la ejecución
- A pesar de todo lo que gira en torno a la programación del mantenimiento, al definir un proceso estructurado, debe al menos contar con 3 aspectos fundamentales: gestión de la información, gestión de recurso y toma de decisiones a partir de variables de negocio

- Para que la programación cuente con un propósito y se conecte así mismo con el negocio, es necesario articular con indicadores de resultado que en línea de vista genere contribución a los objetivos estratégicos de la organización
- Los resultados analizados a partir de los indicadores en un periodo o mejor aún en varios periodos para identificar los hitos de la implementación, permiten realmente evidenciar los beneficios y el impacto. De la siguiente manera es evidente como se tiene una tendencia de manera constante frente a los indicadores de indisponibilidad regulatoria y a partir de la implementación buenas prácticas a partir de la programación, reduce el número de activos que compensan y el número de compensaciones de manera significativamente:

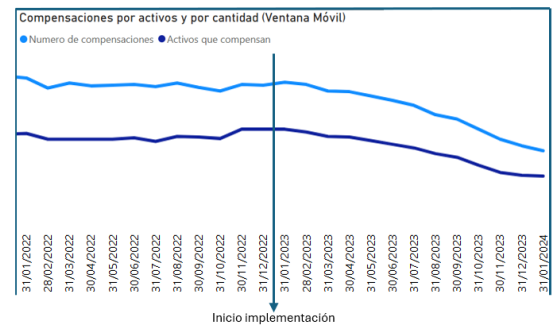


Figura 8 Indicador de Indisponibilidad regulatoria con Activos que compensan y compensaciones

- Todo lo que comprende la programación de mantenimiento frente a la matriz RACI, implica que se identifique actores clave como el personal de operación que tienen la cercanía a los equipos y están en capacidad de generar alta contribución desde la identificación, clasificación de condición y seguimiento y control

Referencias

- [1] ICONTEC, NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC-ISO 9000, Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario, 2015
- [2] J. King, N. Chidambaram, P. Lee, P. Schume, D. Teran, Process Discovery Best Practices Using IBM Blueworks Live, IBM Redpaper Publication, 2014
- [3] CREG, Resolución CREG 011 de 2009, Comisión de Regulación de Energía y Gas, 2009
- [4] IAM, Ingeniería de Confiabilidad, The Institute of Asset Management, 2016

Hojas de vida de los autores

Carlos Mauricio Salazar Ojeda, profesional de ingeniería electrónica en 2004 e ingeniería eléctrica en 2005 egresado de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Máster en Dirección y Gestión de proyectos y MBA de la Universidad Externado de Colombia. Cuenta con 5 años de experiencia en el sector hidrocarburos y 14 años de experiencia en el sector eléctrico. Actualmente se desempeña como Especialista de Confiabilidad en ISA INTERCOLOMBIA SA ESP.

Móvil 3116351687

Mail: csalazar@intercolombia.com

Robinson Toro Castaño, profesional de ingeniería eléctrica egresado de la Universidad Nacional, Sede Manizales. Especialista en Alta Gerencia, Universidad Industrial de Santander y MBA de la Universidad Pontificia Bolivariana de Bucaramanga. Cuenta con 28

años de experiencia en el sector eléctrico. Actualmente se desempeña como Líder en Gestión de Activos en ISA INTERCOLOMBIA SA ESP.

Móvil 3116351677

Mail: rto@intercolombia.com