

## **Diseño de paradas de planta usando prácticas de la gerencia de proyectos Caso ISAGEN S.A E.S.P**

Jorge Acosta Arboleda

ISAGEN S.A E.S.P. Gerencia Producción de Energía  
Carrera 43A 11A80, Medellín, Antioquia

### **Resumen**

Este documento presenta la metodología de trabajo que ISAGEN S.A, en su interés por incorporar mejores prácticas, ha diseñado para la planificación, programación, seguimiento y control de las paradas de planta de sus centrales de generación de energía. La metodología se adapta al esquema de trabajo existente en la Empresa, pero incorpora algunas prácticas y procesos que la Gerencia de Proyectos ofrece y cuya implementación permite obtener mejores resultados en la gestión del mantenimiento.

### **Palabras clave**

Parada de planta, gestión de mantenimiento, gerencia de proyectos, plan de gestión, definición de alcance, EDT, gestión de riesgos.

### **Introducción**

Existe hoy en Colombia numerosa bibliografía sobre las bondades de la gerencia de proyectos como herramienta útil para la gestión de mantenimiento. De igual manera, existe también en el mercado local un conocimiento cada vez mayor de los distintos estándares internacionales que detallan los procesos e interacciones implicados en la realización de un proyecto.

Sin embargo, llevar a la realidad estas prácticas, implementar dichos procesos y obtener así los beneficios que se esperan, es una tarea que no siempre resulta fácil y que hace que muchas de las Compañías que toman esta iniciativa sucumban ante el ejercicio académico que esto puede representar.

Existen no obstante algunos elementos esenciales que una vez implementados permiten de manera rápida obtener grandes resultados, sin que esto implique una carga de trabajo excesiva para las empresas. Así mismo, el diseño de una nueva metodología de gestión de paradas de planta para una compañía que cuenta ya con un determinado esquema de trabajo, implica hacer consideraciones y ajustes especiales a fin de aprovechar los elementos existentes y evitar la resistencia que los cambios pueden generar en los involucrados o en aquellas personas que puedan sentirse afectadas.

En este orden de ideas, este documento presenta la metodología diseñada por ISAGEN para la gestión de sus paradas de unidad. Se describen en detalle, entre otros aspectos, la forma como la Empresa estructura el equipo de trabajo, define el alcance a ejecutar, elabora el plan de gestión, programa las actividades, gestiona los bienes y servicios, ejecuta y controla y, finalmente, como evalúa las actividades realizadas para proceder con el cierre técnico de sus intervenciones.

## 1. Metodología

Para gestionar sus paradas de planta, ISAGEN S.A ha definido el ciclo de proyecto que se presenta en la Fig 1. Ciclo de paradas de planta de ISAGEN

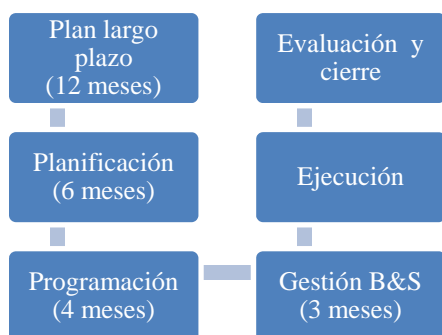


Fig 1. Ciclo de paradas de planta de ISAGEN

- **Plan largo plazo<sup>1</sup>:** Analiza aspectos técnicos de las unidades y aspectos comerciales de la Empresa para definir el momento óptimo en el cual debe ser parada cada unidad de generación de energía. Arroja como entregable el plan de paradas de todas las unidades de generación de las plantas de ISAGEN.
- **Planificación:** El objetivo de esta fase es estructurar todo el trabajo a realizar en una parada de unidad determinada. Se esperan como entregables: La definición de preliminares, el plan de gestión, la definición del alcance del trabajo y la definición de la estructura de desglose de los trabajos o EDT.
- **Programación:** El objetivo de esta fase es detallar de manera precisa la forma en la que va a ser ejecutado el trabajo. Deben resultar como entregables de esta etapa el listado de tiempos y personas requeridos para las diferentes actividades; el cronograma detallado de trabajo con la

identificación de la ruta crítica, la línea base para el manejo de costos, los documentos de calidad que serán aplicados, el plan de gestión de riesgos con el análisis de valoración y respuesta. También hacen parte de esta fase el listado de compra de bienes y servicios requeridos, incluyendo los requerimientos que se deban gestionar al interior de la Empresa.

- **Gestión de bienes y servicios:** El objetivo de esta fase es garantizar la disponibilidad oportuna de los bienes, servicios y apoyos identificados en la etapa de programación. Los entregables en este caso son todas la Solp de materiales requeridos (MRP SAP<sup>®</sup>), las Órdenes de Trabajo firmadas por el ordenador de gastos y la confirmación de la presencia del personal técnico de apoyo solicitado a otros equipos del Proceso o a los contratos de apoyo existentes.
- **Ejecución:** El objetivo de esta fase consiste en la ejecución de los trabajos en sitio, cumpliendo satisfactoriamente con todas las especificaciones acordadas y consolidadas en las etapas previas. El entregable de esta etapa es la unidad de generación habiéndole realizado todas las actividades definidas en el alcance y cumpliendo con todas las especificaciones de calidad, costos y tiempos establecidos.
- **Evaluación y cierre:** Tiene como objetivo el análisis de los resultados de las pruebas pre-operativas, el análisis de desempeño de la unidad, la evaluación de la gestión y ejecución de los trabajos, la elaboración de los informes, el cierre del proyecto y la liberación de los recursos. Los entregables de esta fase son los respectivos informes o actas de evaluación, ejecución y liquidación.

<sup>1</sup> El detalle de esta fase no hace parte del alcance de este documento.

## 2. Prácticas y contenidos<sup>2</sup>

### 2.1 Fase de Planificación

#### 2.1.1 Definición de preliminares

- **Estructura del equipo de trabajo:** El objetivo específico de esta práctica es definir y comunicar quiénes serán los participantes del proyecto, quiénes los interesados comunicacionales y cuál será la jerarquía del equipo. Se entrega con nombres propios para que el grupo en pleno asignado identifique el canal de comunicación. En la definición del equipo participan el director y los coordinadores de la planta a la cual pertenece la unidad que se va a intervenir, así como los directores de los equipos Ingeniería y Mantenimiento.

- **Premisas de trabajo:** Entendidas como los acuerdos básicos que deben regir el actuar de las personas, las premisas son los lineamientos que han de servir para el control y la toma de decisiones.

En el caso de ISAGEN se establecen acuerdos básicos para: variaciones permitidas en el alcance, en los costos o en la duración de la parada; metas en temas S&SO y en temas ambientales; y metas en temas relacionados con la adquisición de bienes y servicios.

- **Fechas límite para cada fase:** Es un acuerdo de inicio entre todos los involucrados para definir fechas compromisorias. Se hace diligenciando el formato que se muestra en la Figura 2 y es el punto de partida para la asignación de los recursos del proyecto. Es una práctica sencilla de fácil aplicación cuya

<sup>2</sup> Para facilitar el entendimiento de la metodología, las prácticas y contenidos se presentan en el orden cronológico en el que suceden a medida que avanza el proyecto.

implementación ha mostrado excelentes resultados para garantizar la entrega oportuna de los avances.

Fases	Fecha Iniciación	Fecha Finalización
Planificación	Inicio proyecto	
Programación		
Gestión de bienes y servicios		
Parada de máquina		
Evaluación y cierre		Fin proyecto

Fig 2. Definición de fechas para el ciclo de trabajo

- **Estructura para control de cambios:** El resultado es la jerarquía que tendrá el proyecto para la toma de decisiones y el procedimiento a seguir cuando se requiera alguna modificación en el alcance. Igualmente define los registros y documentos que se deberán tramitar para garantizar una adecuada implementación de los cambios aprobados.

- **Presupuesto disponible:** Se define el presupuesto con el cual cuenta el equipo para realizar el trabajo. Este presupuesto generalmente ha contado ya con aprobación en el presupuesto general vigente de ISAGEN para el año en el cual se hará la parada.

#### 2.1.2 Plan de gestión

Consiste en la elaboración del documento consolidador que guiará todo el proyecto a través de su programación, ejecución y control. Es una de las herramientas clave de comunicación que ha detectado la metodología diseñada por ISAGEN y soporta los contenidos que se van estructurando en cada fase de la parada de unidad.

Para el caso de ISAGEN, el plan de gestión ha sido diseñado para cubrir los siguientes aspectos:

- **Gestión del alcance:** Define cómo y cuándo será definido el alcance, quiénes participarán, cuáles serán los aspectos e

insumos a considerar en la definición, cuándo y cómo se llevará a cabo el taller de cuestionamiento del alcance y finalmente establece la forma en la que se controlará el alcance una vez en ejecución el proyecto.

- Gestión de tiempos:** Establece la jornada de trabajo que se tomará como base para los cálculos de tiempo, los criterios para la asignación de tiempo a las distintas actividades y el grado de especificación que tendrán la estructura de desglose de los trabajos o EDT. También se define la forma en la que se hará el seguimiento y control (valor ganado) y los límites de alarma que se deben encender en caso de encontrar desviaciones en los tiempos de ejecución.

- Gestión de costos:** Indica la forma en la que se medirán y controlarán los costos de la parada. Se establecen los rubros a los cuales no se les hará seguimiento y se definen los límites de alarma para la toma de decisiones en caso de evidenciar sobrecostos.

- Gestión de calidad:** En esta parte se detallan los documentos, normas y reglamentos internos que deberán cumplirse en el desarrollo del trabajo. Se definen los criterios de aceptación o rechazo de cada paquete de trabajo de la EDT y los aspectos a evaluar en cada entregable. Finalmente se establecen las listas de chequeo, formatos o registros que se deberán diligenciar como soporte. En el caso en el que estos últimos documentos no existan, se asigna su elaboración para que estén culminados en la fase de programación.

**Gestión de las comunicaciones:** Se establecen los distintos elementos comunicacionales que tendrá el proyecto, su formato, registro, periodicidad, responsable y receptores. También se establece el esquema de reuniones del proyecto, es decir, cuáles

reuniones se tendrán, quiénes serán los participantes y cuál será su periodicidad.

Tema	Responsable	Ejecutor	Receptor	Medio	Periodicidad
Modificaciones al alcance	Director	Jefe de trabajos + Líderes de grupo	Director	Formato registro de cambios	Por evento
Documentos nuevos o modificaciones y actualizaciones de los existentes	Jefe de trabajos	Jefe de trabajos	Director, líderes de grupo, equipo de trabajo.	Escrito (puede ser vía e-mail)	Por evento
Informes de mantenimiento	Líderes de grupo	Grupo de trabajo	Director y equipo Mantenimiento	Informe	Informes parciales mensuales en SAP e informe final
Consultas Técnicas	Líderes de grupo	Líderes de grupo	Líderes de grupo o habilitadores del Proceso	Verbal y escrito	Por evento
Información general (Técnica o administrativa)	Director	Director	Grupo de trabajo	Reunión	Quincenal
Presentación de resultados parciales y finales	Jefe de trabajos	Jefe de trabajos	Grupo de Trabajo	Reunión	Quincenal y al final de los trabajos.

Fig 3. Definición de los elementos comunicacionales

- Gestión de riesgos:** En esta parte del plan de gestión, se establece el esquema de trabajo que se tendrá para identificar y valorar los riesgos y para diseñar los planes de respuesta correspondientes. Igualmente se presenta la metodología que se seguirá para todo el análisis, se detallan las categorías de riesgos que deben ser analizadas y los criterios de valoración para las escalas de probabilidad e impacto (apetito de riesgo).

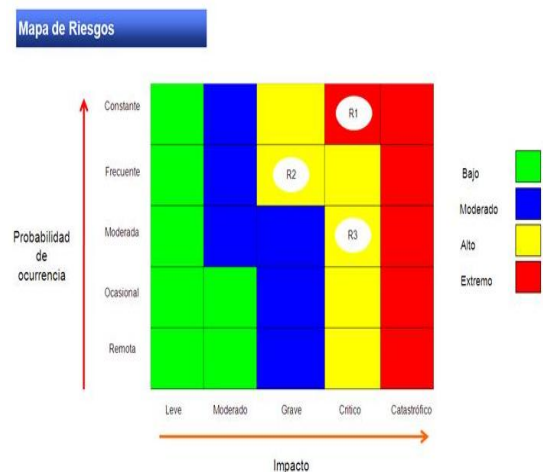


Fig 4. Ejemplo de mapa de riesgos de ISAGEN

Se presenta un mapa de riesgos similar al de la Fig 4, el cual registrará la parada de planta y que servirá para identificar los riesgos que deben

ser atendidos con planes de mitigación y contingencia específicos.

Finalmente, se establece también la forma en la que se hará el seguimiento a los riesgos del proyecto para garantizar que se incluyan todos los que se vayan detectando y para garantizar que los planes de mitigación y contingencia que se diseñen sigan siendo efectivos.

- **Gestión de adquisiciones:** Esta actividad tiene por objetivo definir las distintas instancias en las que se identificarán los materiales, repuestos y servicios que requiere la parada. Se definen también los criterios con los cuales se determinarán los materiales que por algún grado de criticidad requerirán gestión especial y seguimiento.

Finalmente se establecen las distintas fechas en las cuales se hará seguimiento y control para garantizar suministros y poder tomar correcciones oportunas en caso de ser requeridas.

### 2.1.3 Definición de alcance

Considerada como parte esencial de la fase de planificación, la definición del alcance adopta los lineamientos establecidos en el plan de gestión y lleva al equipo de trabajo a identificar los entregables y los paquetes de trabajo que tendrá la parada de unidad. En las reuniones de definición de alcance participan todo el personal técnico de la central de generación y los ingenieros de los equipos habilitadores de Ingeniería y Mantenimiento.

Una vez identificados los paquetes de trabajo y entregables, se hace el taller de cuestionamiento del alcance, se hace el análisis preliminar de interferencias, el análisis de la ruta crítica y una última sesión de congelamiento del alcance. El resultado final de toda esta etapa es el listado de todos

los entregables que deberá tener la parada de unidad.

### 2.1.4 Elaboración EDT

Como elemento comunicacional y herramienta útil para el control y seguimiento, se elabora una estructura de desglose de los trabajos o EDT, tal como la que se muestra en la Fig 5.

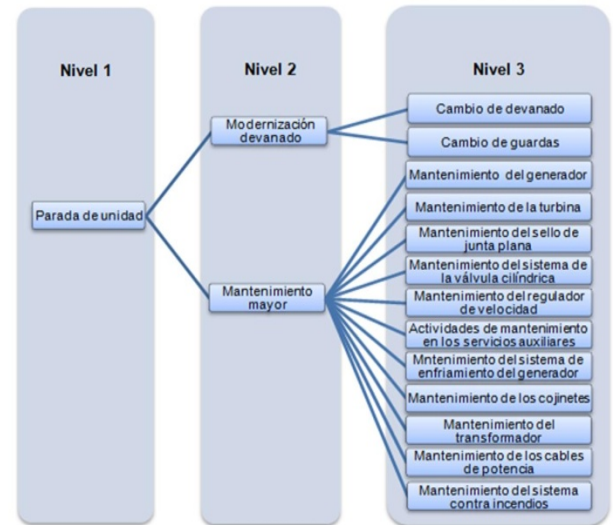


Fig 5. Estructura de desglose de los trabajos o EDT

## 2.2 Fase de Programación

### 2.2.1 Cronograma

Uno de los objetivos principales de la fase de Programación es la construcción del cronograma detallado de actividades. Esto implica desglosar los entregables y paquetes de trabajo que hayan sido definidos en el alcance, asignar los tiempos de ejecución según los lineamientos establecidos en el plan de gestión de tiempos e identificar y asignar los recursos de trabajo que se vayan considerando necesarios. ISAGEN ha definido como práctica segura la elaboración de un solo cronograma que integre toda la parada de unidad, independiente de las especialidades que vayan a participar en los trabajos.



La elaboración del cronograma entrega como resultado la secuencia de trabajo, la identificación definitiva de la ruta crítica, los tiempos de duración de las actividades y el listado del recurso humano requerido para el trabajo.

### **2.2.2 Recursos y materiales**

Con el cronograma construido es posible ya identificar y listar todos los recursos que se requieren para atender la parada. Esto implica: personal propio, personal contratista de apoyo a mantenimiento, servicios externos (contratos), materiales, repuestos, apoyo de otros equipos del proceso.

### **2.2.3 Plan de riesgos**

Aplicando la metodología especificada en el plan de gestión de riesgos, en la fase de programación el grupo de trabajo debe construir el panorama de riesgos con su respectivo plan de respuesta. Es importante que sea abordado en paralelo con la identificación de recursos y con la construcción del presupuesto porque los planes de mitigación y contingencia generalmente exigen recursos y actividades adicionales que no se logran evidenciar en el análisis y valoración económica de las actividades propias de la parada. Es decir, habrá actividades en el cronograma y en el presupuesto que se tendrán que hacer, no como exigencias de los entregables definidos para la unidad de generación, sino como exigencias del plan de riesgos.

El panorama de riesgos consolidado se convierte en un documento que entra a revisión en cada una de las reuniones de seguimiento que se acuerdan en el plan de comunicaciones definido en la fase de Planificación.

### **2.2.4 Presupuesto**

La elaboración del presupuesto detallado es el producto de la valoración específica que se haga a cada una de las actividades del cronograma, incluidas todas aquellas que tengan que ver con los planes de mitigación y contingencia que se desprenden del panorama de riesgos.

El presupuesto resultante se compara con el presupuesto disponible determinado en los preliminares de la fase de Planificación. Esta comparación sirve para la toma de las primeras decisiones que tendrán que hacerse sobre el alcance de la parada de unidad y el esquema de trabajo propuesto.

Toda modificación que surja de este análisis comparativo, se hará siguiendo el procedimiento de control de cambios determinado en la fase de Planificación.

### **2.2.5 Calidad**

En la elaboración del plan de gestión en la fase de Planificación, se detectan algunos documentos de calidad que no existen como tal para la Compañía pero que se requieren para garantizar una adecuada ejecución de la parada de unidad. Es el objetivo de esta instancia de la fase de Programación, elaborar y gestionar la aprobación de los registros, formatos y demás documentos de calidad que hayan sido previamente solicitados.

## **2.3 Fase Gestión de bienes y servicios**

La fase Gestión de bienes y servicios comienza una vez se consolidan y aprueban el listado de materiales y servicios requeridos, el listado de personal propio/externo y el listado de requerimientos de apoyo (u otro

tipo de requerimiento) a otros equipos de la Organización.

Tiene incidencia directa en el éxito de la parada de unidad porque es la fase que garantiza que al momento de iniciar el desarme se cuente con todos los recursos identificados, o con la garantía específica de que llegarán al frente de trabajo antes de la fecha en la que sean solicitados. ISAGEN ha adoptado como práctica segura velar porque todos los materiales estén en el sitio de trabajo antes de iniciar la parada de unidad.

Adicionalmente, ISAGEN ha definido que sea una actividad incluida para seguimiento y control dentro del cronograma detallado de trabajo. En dicho cronograma se programan las fechas de seguimiento que fueron definidas en el plan de gestión de las adquisiciones de la fase de Planificación y se detallan los periodos de tiempo en los cuales se harán las adquisiciones. Al hacer seguimiento al cronograma en la reunión periódica, se obliga la revisión de las adquisiciones para asegurar que haya permanente comunicación entre el equipo que compra los bienes y el equipo solicitante.

La fase de Gestión de bienes y servicios incluye todo lo concerniente con la especificación de los bienes y servicios en el sistema SAP, la emisión de las órdenes de compra, las negociaciones con los proveedores y la entrega en sitio de los recursos comprados y contratados.

Como estrategia de ejecución, la fase de gestión de bienes y servicios suele dividirse en dos instancias secuenciales independientes. Una primera instancia cuyo objetivo es garantizar que todos los materiales y servicios se encuentren bien especificados y cargados a las respectivas órdenes de mantenimiento. Una segunda instancia dedicada a la adquisición propiamente dicha.

## **2.4 Ejecución**

La fase de ejecución consta básicamente de la implementación de todo lo planificado y programado en instancias anteriores. Los entregables en esta fase no son otra cosa que los trabajos ejecutados en la unidad, con los respectivos registros establecidos en el plan de calidad.

De esta fase también quedan todos los documentos y actas de seguimiento, las actualizaciones del plan de gestión y las actualizaciones del panorama de riesgos.

Las instancias que componen la fase de ejecución son aquellas en las cuales se haya dividido el trabajo de acuerdo con la EDT y con el cronograma.

## **2.5 Evaluación y cierre**

Una vez culminada la fase de ejecución de los trabajos, la propuesta metodológica de ISAGEN plantea realizar las siguientes evaluaciones:

- Evaluación de las pruebas pre-operativas y operativas de la unidad intervenida, según aplique.
- Evaluación de la gestión de los trabajos en lo que tiene que ver con planificación, programación, seguimiento y control.
- Evaluación de la ejecución de los trabajos de acuerdo con lo establecido en el plan de gestión integrado, haciendo énfasis en el cumplimiento o incumplimiento de los criterios de calidad y en las premisas de trabajo que se establecieron en la fase Planificación.

Para el cierre definitivo del proyecto o la parada, se exigen los siguientes informes:

- Informe de actividades realizadas.
- Informe de resultados de las pruebas pre-operativas y operativas.
- Informe de evaluación de la gestión y ejecución de los trabajos, el cual debe incluir las lecciones aprendidas.
- Informe de actividades pendientes.

Terminados y aprobados estos documentos, el proyecto se da por cerrado y los recursos son liberados completamente para ser asignados a nuevas actividades.

### **Lecciones aprendidas**

- Los resultados que ISAGEN ha obtenido en los ejercicios en los cuales ha podido aplicar esta metodología permiten ser optimistas en el sentido de esperar cada vez mejores resultados de trabajo en la gestión de las paradas de unidad. Esto en términos de eliminación de reprocesos, la calidad y oportunidad de los entregables, la optimización de los costos, la no materialización de los riesgos, entre otras ventajas.
- La metodología ha encontrado sus pilares de éxito en dos elementos: La comunicación constante y efectiva con los involucrados y la construcción colectiva de contenidos. Estas dos bases han favorecido de forma contundente la vinculación de todos los trabajadores con el logro de los objetivos planteados.
- Entre las principales dificultades que ISAGEN ha encontrado en la implementación de este trabajo, se pueden mencionar:
  - Diversidad de horarios y sitios de trabajo de los involucrados, lo cual influye de manera negativa en la

efectividad de los dos pilares mencionados.

- Rechazo de algunas actividades que requieren mayor documentación y seguimiento. En sí misma, la metodología plantea un cambio sustancial, al pasar de construir solo un cronograma con el que solía trabajarse a tener que documentar todas las fases que se han descrito en este trabajo.
- Es aceptado que la metodología no debe usarse para gestionar toda parada de unidad que sea programada en ISAGEN. Sin embargo, al no estar definidos los límites o criterios bajo los cuales se debe tomar la decisión de aplicarla, el uso de esta herramienta no es global para todo el proceso Producción de Energía. Se están haciendo esfuerzos por presentar sus bondades, unificarla para la Empresa y definir su aplicabilidad futura.

### **Jorge Acosta Arboleda**

Ingeniero mecánico de la Universidad Nacional de Colombia y especialista en Gerencia de Proyectos de la Escuela de Ingeniería de Antioquia. Ha trabajado como ingeniero de proyectos en varias empresas antioqueñas y desde hace varios años se desempeña como coordinador de mantenimiento en el proceso Producción de Energía de ISAGEN. Ha sido el diseñador y promotor de la metodología expuesta.

Teléfono oficina: (574) 3165583

Teléfono móvil: (57) 3006222282

Teléfono residencia: (574) 4119297

Dirección residencia: Calle 33A 78A19, Medellín, Antioquia.

Dirección oficina: Carrera 43A 11A80, Medellín, Antioquia.

e-mail: [jacosta@isagen.com.co](mailto:jacosta@isagen.com.co)