



## Guía para presentación de trabajos – Entrega de resumen

Antes de iniciar, favor nombrar su archivo con la siguiente estructura:

**RES\_COL\_H\_DIAZ GRANADOS\_CIMGA2024.pdf**

Título del trabajo propuesto:

Lecciones aprendidas en la elaboración de planes de inspección y ejecución en paradas de planta y mantenimientos mayores

Nombre del primer autor:  
Harry Diaz Granados Racedo

Teléfono fijo:  
3008021964

Móvil:  
3008021964

Correo electrónico:  
Harry.granadoscopetrol.com.co

País:  
Colombia

Empresa:  
Ecopetrol SA

Cargo:  
Ingeniero de Confiabilidad e Integridad

Nombre del segundo autor:

Teléfono fijo:  
3108742300

Móvil:  
3108742300

Correo electrónico:  
Nelcy Alvarez Sierra

País:  
Colombia

Empresa:  
Ecopetrol SA

Cargo:  
Ingeniera de Confiabilidad e Integridad

Objetivo del trabajo:

El objetivo principal de este artículo es compartir las acciones que desde nuestro roll de ingenieros de confiabilidad e integridad han aportado en el mejoramiento de nuestros planes de inspección y en los resultados de la ejecución de las paradas de planta, ayudando a cerrar brechas, impulsar y fortalecer el proceso de mantenimiento mayor en la Refinería de Cartagena

Resumen del trabajo:

La Refinería de Cartagena es uno de los complejos de refinación más modernos de América Latina, el proyecto de expansión y modernización incluyó la modificación y construcción de nuevas unidades de procesos con el objetivo principal de incrementar la producción para abastecimiento del mercado interno colombiano, aprovechar oportunidades de mercado de exportación y producir productos de calidad que cumplan con las especificaciones actuales de USGC. Actualmente procesa 210,000 barriles por día de hidrocarburo y esta conformado por 35 unidades.



A finales del 2015 estas unidades de procesos entraron en servicio y a la fecha varias de ellas cumplieron su primer ciclo de operación y mantenimiento mayor, lo que nos ha permitido enfrentarnos a escenarios de reto y aprendizaje que nos motivan desde cada uno de nuestros roles a reinventarnos y a innovar cada día en nuestros procesos de gestión del mantenimiento y disponibilidad operacional de nuestros activos.

Entre el 2021 y 2023 se ha desarrollado aproximadamente 14 turnarounds en la GRC, y en cada una de ellas se han capitalizado las lecciones aprendidas y se han incorporado esos aprendizajes en la construcción de los planes de inspección y mantenimiento, lo que ha contribuido a planear, ejecutar y culminar paradas con una calificación de paradas exitosas.

El objetivo principal de este artículo es compartir las acciones que desde nuestro rol de ingenieros de confiabilidad e integridad han aportado en el mejoramiento de nuestros planes de inspección y en los resultados de la ejecución de las paradas de planta, ayudando a cerrar brechas, impulsar y fortalecer el proceso de mantenimiento mayor en la Refinería de Cartagena

A continuación, se indican algunas de las acciones que, por lecciones aprendidas, metodologías propias de la industria y experiencias vividas, hemos incorporado como buenas prácticas en nuestros planes de inspección y mantenimiento impactando en los resultados de la ejecución y el mejoramiento del proceso de mantenimiento mayor.

#### **ACCIONES IMPLEMENTADAS**

1. Aplicación de los talleres de lecciones aprendidas anteriores.
2. Benchmarking para la T/A.
3. Utilización de aplicaciones tecnológicas, donde con modelos tridimensionales 3D de las unidades de proceso se puede indicar y plasmar con mayor detalle las necesidades de inspección y mantenimiento, permitiendo un mayor grado de planeación lo que se traduce en reducción de tiempos y de costos en la ejecución.
4. Identificación e implementaciones de control de la ruta crítica en el plan de inspección, las cuales deberán enfocarse en la reducción de los tiempos de inspección, reducción de los tiempos en los análisis de la información y generación oportuna de las recomendaciones.
5. Sistematización y alineación entre los planes de inspección, las bitácoras virtuales y los cuadros de control que se conectan entre sí de manera automática y dinámica permitiendo visualizar los porcentajes de avances vs el PDT de la T/A, brindando información donde se presenta las desviaciones y cuellos de botella de las inspecciones y reparaciones.
6. Sistemas informáticos que proporciona facilidades para seguimiento y optimización de los mantenimientos y sus controles documentales, recolección de firmas digitales o biométricas con sistemas conectados que permite cierres documentales en línea, lo que permite un mayor control en la seguridad de pre-arranque de las unidades (RSPA).



7. Elaboración de Informes finales de inspección, controles de cambio y recomendaciones posteriores para futuras planeaciones, como entrada inicial para la planeación del próximo ciclo de parada de la Unidad.
8. Aseguramiento de la información en nuestra herramienta de sistema de gestión de integridad IMS y cargue en SmartPlant de los informes finales en formato electrónico para consulta de la organización.
9. Talleres de actualización del RBI de la unidad de acuerdo con los resultados de las inspecciones.
10. Talleres de mitigación de los riesgos asociados a la funcionalidad de los equipos de inspección y sus respectivos planes de contingencia.
11. Evaluaciones de desempeño del personal que participó en la parada, actualizar las competencias y habilidades del personal y definir planes de capacitación.
12. Se han implementado con mayor disciplina operativa dentro del proceso de mantenimiento mayor la generación de “no conformidades o fallas de control” asociados a retrocesos y retrabajos que son propios de la ejecución del mantenimiento lo que ha conllevado aumentar la cultura organizacional en términos de la calidad de los trabajos, cumplimiento de procedimientos, disminución de trabajos emergentes y responsabilidades contractuales.
13. Implementación de estrategias, tecnologías y metodologías que nos permitan identificar y diagnosticar fallas de manera tempranas en equipos críticos por seguridad de procesos, equipos que por sus condiciones operacionales limiten su inspección, equipos que requieran un gran recurso de facilidades para su inspección y/o inspecciones que requieran un nivel de experto. Para esto se ha implementado estrategias como:
  - ✓ Seguimiento continuo al Desempeño de la unidad con nuestro programa de seguimiento de las ventanas de integridad a través del monitoreo en tiempo real con PI System quien genera alertas y avisos cuando ocurren violación de ventanas críticas de equipos de seguridad de proceso.
  - ✓ Utilización de equipos y zapatas refrigeradas que permiten realizar inspección por ultrasonido a altas temperaturas de piel de aproximadamente los 400°F, permitiendo realizar inspecciones de equipos en operación lo que se puede reflejar en disminución de alcances para la TA.
  - ✓ Drones para inspección de chimeneas, teas y tanques disminuyendo costos en facilidades de andamio y riesgo de altura y/o espacios confinados.
  - ✓ Inspecciones con técnicas electromagnéticas en busca de indicaciones superficiales que sustituyen las técnicas de inspección por líquidos penetrantes y partículas magnéticas evitando de esta manera sobrecostos por facilidades y tiempos muertos en la preparación de



superficies.

- ✓ Implementación de tecnología connected worker a través de equipos de monitoreo remoto Visores Real Wear, con el propósito de brindar asistencia remota centrado a inspecciones, acceso de base de datos y generación de reportes en tiempo real desde campo.
- ✓ Implementación del programa de emisiones fugitivas que permiten de manera programada establecer un programa de mantenimiento controlado y eficiente disminuyendo el riesgo de incidentes de seguridad de proceso, costos por mantenimientos no programados y cero emisiones netas de carbono al medio ambiente. (ONU, 2015, Acuerdo de París).

#### Tabla de contenido del trabajo:

1. Introducción
2. Antecedentes
3. Objetivos
4. Lecciones Aprendidas
5. Lecciones Incorporadas
6. Beneficios conseguidos
7. Acciones a futuro.
8. Conclusiones
9. Referencias
10. Bibliografía de consulta



Clasifique su resumen en la siguiente tabla según el tema:

(Marque sólo un tema en la casilla con una X)

### 1. MANTENIMIENTO

#### 1.1 Mantenimiento y las nuevas tecnologías

- Redes neuronales para mejorar los resultados del mantenimiento
- Analítica de datos aplicada a mantenimiento
- Optimizar el mantenimiento con el uso de la tecnología
- Inteligencia Artificial aplicada a mantenimiento (IA)
- Realidad aumentada para mejorar las competencias en mantenimiento
- El Metaverso en mantenimiento
- Mantenimiento y gestión de edificios inteligentes
- Desarrollo de competencias de mantenimiento
- Solución de fallas con tecnologías

#### 1.2 La gestión de mantenimiento

- Casos de éxito en la aplicación de las metodologías RCM – TPM
- Casos de éxito en la aplicación de técnicas de mantenimiento predictivo
- Aplicación de técnicas de análisis de riesgo
- Mantenimiento mayor
- Lean Maintenance
- Reducción de costos por gestión de mantenimiento, gestión de personas y factor humano en mantenimientos
- Benchmarking en mantenimiento
- Confiabilidad operacional
- Gestión de mantenimiento alineada con los resultados de la empresa
- Seguridad de procesos (instrumentación, certificaciones, aseguramiento procesos y personas)
- Safety Integrated System –SIS
- Safety Integrity Level – SIL
- Mejores prácticas en mantenimiento y gestión de activos hospitalarios

#### 1.3 Mantenimiento Estratégico

- Impacto de la transición energética en las actividades de mantenimiento
- Gestión de abastecimiento de bienes y servicios para el proceso de mantenimiento
- Mejores prácticas y tecnologías en mantenimiento para contribuir con la eficiencia energética
- Mejores prácticas y tecnologías en mantenimiento para contribuir con la seguridad y medio ambiente

X
X
X
X
X
X
X
X



- Uso de energías alternativas, aplicadas en los procesos de mantenimiento

## 2. GESTIÓN DE ACTIVOS

### 2.1 Ciclo de vida de los Activos

- Desincorporación de activos
- Costo del ciclo de vida del activo
- Vida remanente de los activos
- Etapas tempranas y su influencia en el resto del ciclo de vida
- Evolución de la gestión de activos 4.0
- Técnicas y casos para reemplazo de equipos
- Gestión de inversiones en activos
- Gestión de activos y la relación con la sostenibilidad en el ciclo de vida

### 2.2 Implementación de la Gestión de Activos

- Gestión de activos intangibles
- Gestión de activos y las energías alternativas
- Gestión de contratación (contratos por desempeño)
- Gestión de riesgos
- Integración de los sistemas de gestión con gestión de activos
- Resiliencia en gestión de activos
- Alineación de planes GA con PEGA
- Experiencias en certificación de gestión de activos (nacionales e internacionales)

### 2.3 Aproximación Estratégica de la implementación de Gestión de Activos:

- Importancia estratégica de la gestión de activos en su compañía: Objetivos estratégicos que impacta, indicadores, beneficios obtenidos - evolución de indicadores y resultados (*antes de gestión de activos, durante el proceso*)
- La gestión del Talento Humano en la implementación de gestión de activos: Liderazgo y cultura, gestión del cambio, lecciones aprendidas del proceso
- La Digitalización en la gestión de activos. Experiencias en la compañía, beneficio-costo real vs caso de negocio
- Nivel de utilización de la gestión de activos en su compañía y ejemplos en la toma de decisiones estratégicas en las distintas fases del ciclo de vida (*Diseño-adquisición, Instalación-Construcción, Operación, Mantenimiento, Mejoramiento, Desincorporación*)