



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



Optimización CAPEX-OPEX de Paradas de Planta

jose.duran@twpl.com

Woodhouse América Latina, país de residencia Costa Rica – origen Venezuela

Resumen

Esta presentación resume un ambicioso programa destinado a mejorar el desempeño técnico y financiero en el segmento *downstream* de una corporación petrolera. El impulsor de este proyecto fue la oportunidad de mejora en la toma de decisiones, estaba causando una seria desalineación entre el proceso técnico y financiero creando grandes problemas con claros síntomas en retrasos en el tiempo de parada que afectaban negativamente la ejecución del programa de parada y renovación (más de 9 cifras en dólares por año), la confiabilidad y el plan de producción. Se introdujo un marco de toma de decisiones con procesos, gobernanza, métodos y herramientas que cambiaron la forma de tomar decisiones para la renovación de activos, el cierre y la planificación presupuestaria, lo que resultó en una reducción promedio en términos de costo, riesgo y desempeño del 30%.

Situación General y sus Impactos

En el segmento *Downstream* de la industria petrolera las paradas de planta representan un área que demanda grandes recursos (financieros, humanos y técnicos) y cuya compleja planificación tiene una gran influencia tanto en el desempeño de la empresa como en el suministro de combustibles y lubricantes para el mercado local e internacional.

En el caso en tratado en este trabajo, el cual es bastante representativo en el sector petrolero se observaron las siguientes situaciones resumidas a continuación y observadas en un ejercicio de evaluación de madurez en Gestión de Activos:

1. Organización Competente en Gestión de activos.
2. Proceso de Confiabilidad maduro, pero con áreas de oportunidad en reporte, seguimiento y cuantificación de impactos.
3. Decisiones de parada basadas en la parada anterior, evaluaciones de riesgo, recomendaciones de operaciones, mantenimiento, ingeniería y confiabilidad.
4. Evaluación cuantificada/monetizada de las decisiones no aplicada de manera uniforme y sin considerar efectos cruzados entre equipos.
5. Falta de sincronismo entre los ejercicios de elaboración de presupuesto empresarial, cadena de suministro y planificación de paradas.
6. Modificación de intervalos de paradas de planta sin cuantificar los impactos.
7. Agilidad mejorable en toda la cadena de toma de decisiones.

Esta situación estaba generando entre otras cosas retrasos en las paradas de planta, alargamiento de paradas y materialización de riesgos de falla en los equipos con grandes impactos en el desempeño empresarial. Identificándose esto como una gran oportunidad de revisar el proceso en profundidad e incluir herramientas avanzadas en la toma de decisiones por Costo, Riesgo y Desempeño en las paradas de planta.

Objetivos

Revisar y mejorar los procesos de toma de decisiones, planificación presupuestaria, gestión de confiabilidad y planificación de paradas de



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



planta; introducir herramientas de toma de decisiones por costo riesgo desempeño.

Objetivos específicos

- Generar un Marco Referencial de Toma de decisiones en Gestión de Activos.
- Mejorar elementos de reporte y comunicación en confiabilidad.
- Mejorar el ejercicio de planificación presupuestaria.
- Agilizar
- Introducir Herramientas avanzadas de toma de decisiones en las paradas de planta.

Metodología Realizada

La metodología se desarrolló en 3 fases más una fase previa, explicadas a continuación.

Fase Previa: Diagnostico de madurez en gestión de activos

Se realizó una evaluación de madurez en gestión de activos, donde se revisó el cumplimiento de requisitos de ISO 55001 y de buenas prácticas de Gestión de Activos, se usó la metodología de SAM Plus, documentos de guías específicas (SSG) del Institute of Asset Management (IAM) y la experiencia de los expertos de The Woodhouse Partnership.

Esta evaluación identificó una serie de oportunidades de mejora, dentro de las cuales estaban las direccionadas en el presente trabajo.

Fase I: Revisión detallada de procesos y procedimientos.

Se revisaron una serie de procesos y procedimientos, incluyendo documentos y sesiones de trabajo con las áreas de interés, dentro de estas revisiones se incluyó:

1. Planeación presupuestaria

2. Confiabilidad
3. Toma de decisiones
4. Cadena de suministro para paradas de planta
5. Planificación de paradas de planta

Fase II: Emisión de recomendaciones

Como resultado de las revisiones anteriores, se emitieron una serie de recomendaciones que buscaban mejorar la agilidad de los procesos e introducir mejoras metodológicas.

Estas recomendaciones fueron discutidas, revisadas y ajustadas con todas las partes interesadas y podrían resumirse en:

1. Ajustes a procesos y procedimientos buscando agilidad, alineación e integración:
 - a. Planeación y ejecución de Presupuesto
 - b. Confiabilidad
 - c. Cadena de suministro
 - d. Toma de decisiones
 - e. Planeación de Parada de Planta
2. Desarrollo de Marco de Referencia de Toma de decisiones centrado en Proceso SALVO
 - a. Marco de Gobernanza
 - b. Proceso
 - c. Procedimientos
 - d. Herramientas disponibles
3. Desarrollo de Pilotos TACO (Turn Around Cycle Optimization)

Fase III: Ejecución de Pilotos TACO

En esta etapa se seleccionaron 3 plantas para la ejecución de la metodología de optimización de ciclos de parada de planta.

La metodología usada puede resumirse en la siguiente figura:



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia

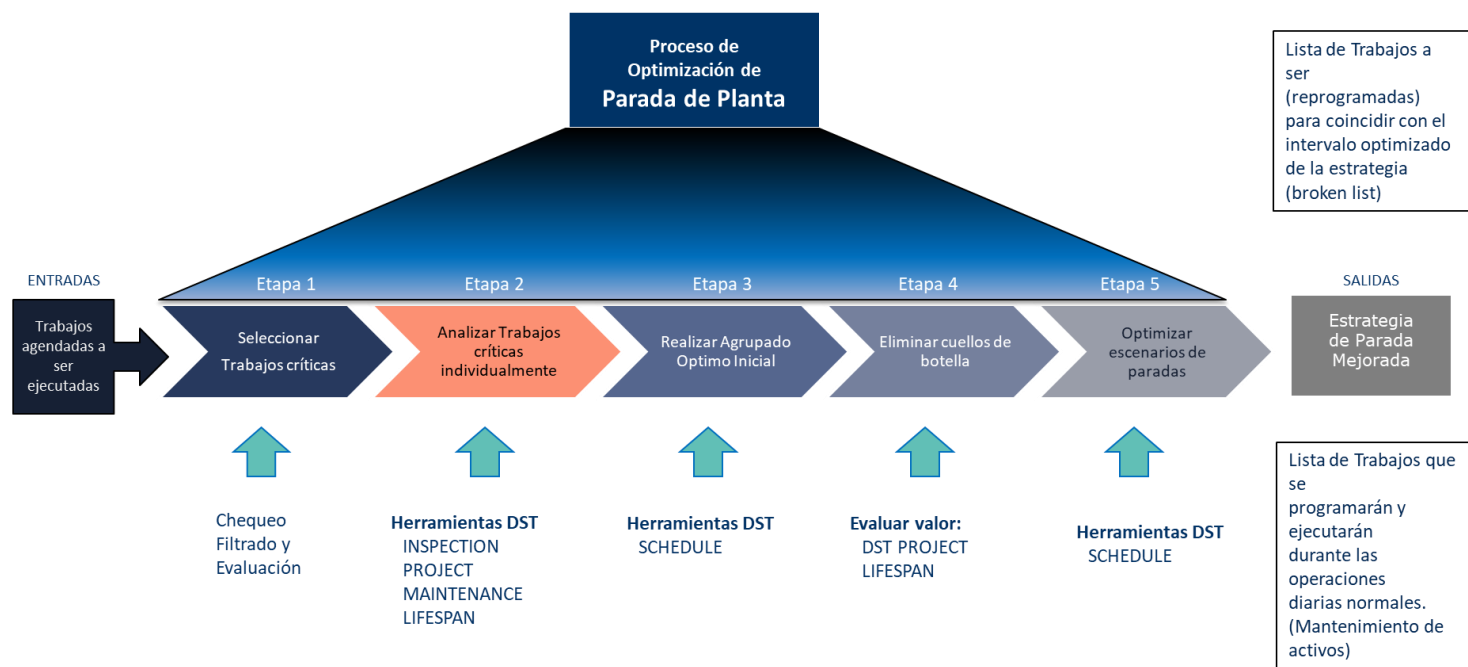


Figura 1 proceso de Optimización TACO

La metodología podría resumirse de la siguiente manera:

Trabajos Agendados

Como entrada se tiene la lista inicial de actividades a ejecutar en la parada, la cual proviene del análisis de la parada anterior y de las recomendaciones emitidas por las áreas de ingeniería, mantenimiento, producción, confiabilidad, riesgos, etc.

Etapa 1 seleccionar trabajos críticos

Se seleccionan/filtran tareas en equipos que solo pueden ser intervenidos en parada de planta y cuyo deterioro empeora con el tiempo, considerando pérdidas de producción, aumento de costos de operación/mantenimiento, riesgo (fallas, seguridad, ambiente, regulatorio).

Estas tareas incluyen inspecciones, mantenimientos, reemplazo de equipos y proyectos.

Considerándose estas tareas como críticas por ser las que gobiernan las necesidades de la parada de planta en función del tiempo. Algunas de estas tareas son cíclicas y otras se ejecutan una vez (proyectos y modificaciones)

Etapa 2 Analizar Trabajos críticos de manera individual

En esta etapa se realizan los estudios costo riesgo y desempeño de las tareas críticas usando herramientas costo riesgo desempeño, incluyendo:

- Análisis de rentabilidad de proyectos según criterios financieros de la organización, considerando incertidumbre.
- Optimización de ciclos óptimos de tareas cíclicas considerando incertidumbre.

Para las tareas cíclicas se usaron los principios de optimización por medio de herramientas de



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



software para inspecciones, mantenimientos y reemplazos en su ciclo optimo.

La siguiente figura muestra el principio optimo a ilustrado como ejemplo para un ciclo de reemplazo optimo.



Figura 2 Ejemplo de optimización de ciclo de reemplazo de equipos

De esta manera sistemáticamente se analizaron todas las tareas críticas cíclicas de mantenimiento, inspección y reemplazo de equipos, considerando la incertidumbre en la forma de escenarios .

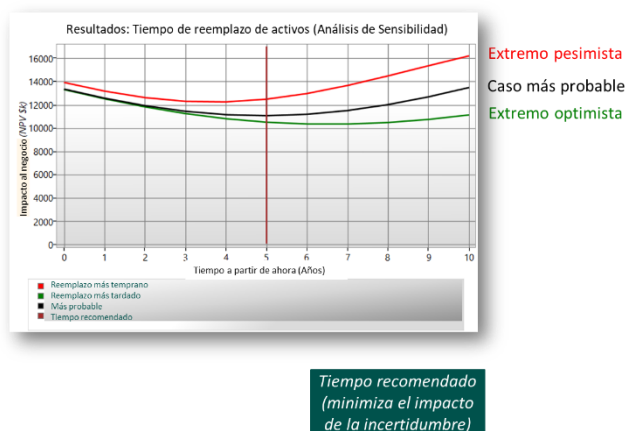


Figura 1 análisis de Incertidumbre

Etap 3 Realizar Agrupado Optimo Inicial

En esta etapa con herramientas de agrupación optima se logra ver el efecto de retrasar, adelantar

y agrupar todas las actividades, simulando la interacción de todas las combinaciones posible pudiendo identificar una serie de soluciones optimas (donde la combinación de costos, riesgos y desempeño se hacen mínimas), tomado en cuenta restricciones que puedan existir, tanto para la ejecución como para la combinación (actividades que deben ser en serie o paralelo

A modo de ejemplo se ilustra como se pueden agrupar tres tareas de mantenimiento:

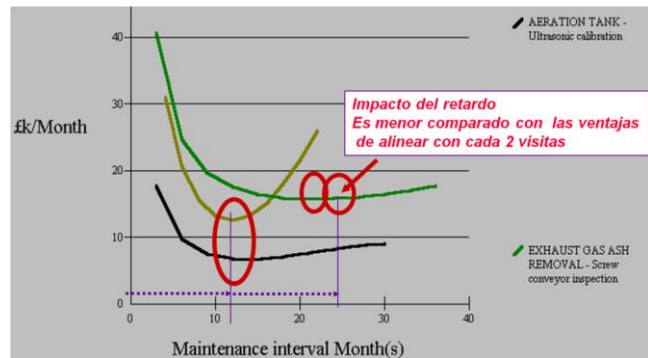


Figura 4 agrupado optimo

La complejidad matemática es tal que analizar 10 tareas en 10 intervalos de tiempo arroja 10^{31} posibles soluciones.

Etap 4 Eliminar cuellos de botella

En muchos casos es posible identificar algunas tareas pueden ser un “cuello de botella” y que de no existir la parada de planta podría duplicar su periodo, ejemplo una parada de planta incluye el overhaul de un compresor cada 2 años, que de no existir la parada se podría hacer cada 4 años, así se evalúa la posibilidad de hacer algún proyecto que permita sacar esa actividad de la parada, como por ejemplo tener un compresor en *stand by* de manera de hacer el overhaul sin parar la planta.

Cuando se dan estas situaciones se la evaluación financiera de dicho proyecto, y de ser viable técnica y financieramente se recomienda la



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



ejecución de dicho proyecto para así reducir el ciclo de paradas.

c) Implementación de prácticas estado del arte.

Etapas 5 Optimizar escenarios de paradas

En esta etapa se hace la simulación fina de posibles escenarios y se emiten las recomendaciones definitivas:

1. Recomendaciones para la siguiente parada
2. Estimaciones de las siguientes paradas en el ciclo de tiempo que se desee evaluar, ejemplo 10-20 años.
3. Listado de trabajos que se harán fuera de parada de planta.
4. Listado de proyectos que no resultaron viables en la evaluación hecha en la etapa 2.

Resultados logrados:

Los resultados de este trabajo pueden resumirse de la siguiente manera:

- 1) Respecto a la gestión de activos, mejoras de procesos en términos de agilidad, integración y alineación, incluyendo:
 - a) Planeación y ejecución de Presupuesto
 - b) Confiabilidad
 - c) Cadena de suministro
 - d) Toma de decisiones
 - e) Planeación de Parada de Planta
- 2) Toma de decisiones
 - a) Desarrollo e implementación de marco de referencia para la toma de decisiones
- 3) Paradas de planta:
 - a) Reducción del impacto total de las paradas evaluadas en 30% (costo, riesgo y desempeño).
 - b) Plan de paradas a largo plazo

Discusión y Conclusiones

- 1) La gestión de activos es más que solo cumplir requisitos de una norma, se trata de optimizar procesos para mejorar la integración de estos y su alineación de l negocio en la búsqueda de una mayor generación de valor a largo plazo.
- 2) Tener Madurez 3 en gestión de activos no significa excelencia, es solo una demostración de que lo básico ya está funcionando y que debemos buscar niveles de excelencia en las prácticas que agreguen valor a la organización.
- 3) Las evaluaciones de madurez en gestión de activos deben ir más allá de la evaluación de requisitos de ISO 55001 y buscar áreas de mejoramiento en términos de gestión y de prácticas de gestión de activos.
- 4) El uso de herramientas avanzadas y probadas internacionalmente permite mejorar la gestión de paradas de planta y la toma de decisiones en general.
- 5) La incertidumbre en la información no imposibilita la toma de buenas decisiones, siempre y cuando esta sea bien cuantificada y considerada en escenarios creíbles.

Bibliografía

- 1) ISO, «ISO 55001 Gestión de Activos - Requisitos del Sistema de Gestión,» Organización Internacional de Normalización, 2024.
- 2) J. Woodhouse, Toma de Decisiones en la Gestión de Activos, El proceso SALVO, segunda edición ed., The Woodhouse Partnership Ltd, 2018.



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



- 3) The International Electrotechnical Commission (IEC), IEC 60300-3-3 Gestión de la Confiabilidad - Part3 3-3: Guía de aplicación - costeo de ciclo de vida, 2017.
- 4) Salvo Project. (s.f.). Salvo Project.
<https://www.salvoproject.org/>
- 5) Decision Support Tools.
<https://www.decisionsupporttools.com/>

Datos Autor

MsC José Bernardo Durán

Director TWPL LaTam

Ingeniero Electricista con 33 años de experiencia. Reconocido como pionero y una de las mayores autoridades en Confiabilidad Operacional y Gestión de Activos en América Latina. Su soporte ha sido vital para el desarrollo de la gestión de activos en corporaciones como ISA; EPM, GEB, Repsol, PDVSA; ECOPETROL, PEMEX, BHP. Ha sido reconocido por el IAM (Institute of Asset Management) en los Asset Management Achievement Award, en 2013 y 2022 por proyectos de alto impacto y a nivel individual en el 2020, como reconocimiento a su carrera y aportes a la gestión de activos.

Su experiencia abarca sectores industriales, servicios, energía, petróleo, minería en más de 26 países de América, Europa y África.

José Bernardo Durán

Telefonos:

No. Oficina: +37255796979

No. Residencia: +506 70865219

E-mail: jose.duran@twpl.com

San José, Costa Rica