



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



Caso de éxito: Premio nacional a la Eficiencia energética 2024 otorgado por UPME. Evaluación de Inversión de una Planta CHP- Central Trigeneración de Energía a partir de la metodología de Análisis de Costo de Ciclo de Vida (LCC) Norma ISO 15663

Arif José Eslait Barrios, Msc A.A 3205 / Director Técnico Promisol / Arif.Eslait@promisol.co
Leidy Alejandra Urquijo / Profesional de Ingeniería y confiabilidad Promisol / Leidy.urquijo@promisol.co
Barranquilla, Colombia

Resumen

Lograr altas eficiencias energéticas, contribuir a la reducción de la huella de carbono del sector de servicios energéticos y mejorar la confiabilidad y calidad del suministro de energías, han sido unos de los constantes desafíos que ha enfrentado la industria de la generación y distribución de energía eléctrica y térmica en Colombia.

Abordando estos desafíos, la empresa PROMISOL, un aliado estratégico de productores e industriales en Colombia y Perú, ha logrado mejorar significativamente la eficiencia global de los procesos de generación de energía eléctrica y vapor de una fábrica de papel en Colombia, y consecuentemente reducir los costos de suministro de energía en un 30%, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 20% - 30% anuales y mejorar la confiabilidad del suministro de energía eléctrica en un 40% - 55%, mediante un proceso de toma de decisiones para justificar la adquisición de los nuevos activos implementando herramientas y técnicas de Ingeniería de Confiabilidad para la gestión óptima de los Activos en todo su ciclo de vida.

En general, los objetivos principales de este trabajo son: explicar la teoría básica de análisis de ciclo de vida de acuerdo a los lineamientos estandarizados como metodología de cálculo para el análisis de costo de ciclo de vida en la serie normas ISO-15663 apoyadas con la utilización de Software Availability Workbench 2008® para evaluar indicadores técnicos como Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad, de acuerdo a los

resultados obtenidos en la evaluación de la Inversión para la instalación de un sistema combinado de generación de vapor y energía eléctrica (Cogeneración) en la fábrica de papel UNIBOL ubicada en la ciudad de Barranquilla diseñada, construida, operada y mantenida por PROMISOL.

Introducción

El diseño en la ingeniería tradicional se ha centrado principalmente en la fase inicial de adquisición del activo. Sin embargo, la experiencia reciente indica que no puede seleccionarse un activo adecuadamente, y que sea competitivo en el mercado, mediante acciones aplicadas mucho después de haber sido concebido. [1]

Por tanto, es esencial que los ingenieros contemplen la viabilidad operativa durante las primeras etapas del desarrollo del producto y que asuman la responsabilidad del cálculo del costo del ciclo de vida, tan ignorado en el pasado. Este análisis denominado costo anual equivalente (CAE), implica un método analítico sistemático que permita establecer de una manera estructurada los costos asociados con el diseño, instalación, operación, mantenimiento y disposición final de los equipos y sistemas, como criterios para alcanzar un diseño apto desde el punto de vista de costo-efectividad. [2], con el objetivo de escoger la mejor forma de emplear recursos escasos.

A menudo un buen diseño para cumplir la función principal de un activo trae consigo efectos secundarios en forma de problemas operativos.



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



Asociación Colombiana
de Ingenieros

Ello se debe a una consideración exclusiva de la función principal, en lugar de evaluar el impacto que traen consigo los aspectos relacionados con la confiabilidad.

La combinación entre inflación, aumento de los costos, reducción del poder adquisitivo, limitaciones de presupuesto, aumento de la competencia y otras características similares, ha generado una inquietud e interés acerca del costo total de los productos y sistemas.

La situación económica actual se complica aún mas con algunos problemas adicionales relacionados con la determinación real del costo del sistema a producto. Algunos de ellos son:

- i. A menudo los costos totales del sistema no son visibles, en particular aquellos costos asociados con la operación.
- ii. Los factores de los costos se aplican incorrectamente. Los costos individuales se identifican mal y muchas veces, se incluyen en categorías equivocadas: los costos variables se tratan como fijos, los costos indirectos se tratan como directos (y viceversa).
- iii. Los procedimientos contables no siempre permiten una evaluación realista y oportuna del costo total. Además, a menudo es difícil (si no imposible) determinar los costos, de acuerdo con una fase funcional.
- iv. Muchas veces las prácticas presupuestales son inflexibles con respecto al cambio de fondos de una categoría a otra, o, de un año a otro, para facilitar las mejoras del costo de adquisición.

Se puede anticipar que estas condiciones empeoraran, a menos que los ingenieros de diseño asuman un mayor grado de consideración de los

costos. En la actualidad no solo aumentan los costos asociados a la adquisición de los nuevos sistemas, sino que también lo hacen de forma rápida los costos de mantenimiento y operación de los sistemas ya en uso. Esto es debido principalmente a una combinación entre los factores de aumento de la inflación y el costo debido a [1]:

- i. Errores en las estimaciones, predicciones y previsiones.
- ii. Cambios de Ingeniería durante el diseño y desarrollo.
- iii. Cambios en la producción y/o construcción del sistema.
- iv. Cambios durante la adquisición de componentes del sistema.
- v. Calidad deficiente de los productos y sistemas durante su uso.
- vi. Desconocimiento y falta de predicción del comportamiento de los eventos de fallas dentro del sistema de producción
- vii. Contratiempo y problemas imprevistos.

La experiencia indica que el aumento de los costos ha sido ocasionado en su gran mayoría, por la falta de previsión ante la aparición de eventos de fallas, escenario provocado básicamente por el desconocimiento y falta de análisis en la fase de diseño de los aspectos relacionados con la confiabilidad, siendo cada vez más la **confiabilidad humana y el trabajo en equipo** el pilar fundamental para la consecución de metas a mediano y corto plazo que favorezcan los objetivos corporativos.

Marco Conceptual

El análisis de costo de ciclo de vida es una herramienta sistemática que permite establecer de una manera estructurada los costos asociados con



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



Asociación Colombiana
de Ingenieros

el diseño, instalación, operación, mantenimiento y disposición final de los equipos y sistemas, siendo un proceso iterativo para la estimación, planeación y monitoreo de los costos durante el ciclo de vida del activo. [2]

Los principales beneficios de la aplicación sistemática de esta metodología de acuerdo con la norma **ISO-15663-1[2]** son:

- i. Reducción de los costos de la propiedad del activo
- ii. Alineamiento de las decisiones de ingeniería con los objetivos corporativos y los indicadores desempeño del negocio.
- iii. Reducción del riesgo de operación
- iv. Maximización del valor actual de la experiencia operativa
- v. Cambio en el criterio para la selección de la opción.
- vi. Previsión de los mayores mecanismos generadores de costo, que pueden ser identificados, medidos y reducidos.
- vii. Definición de criterios comunes que pueden ser usados por operadores, contratistas y proveedores de modo que se puede gestionar y optimizar los negocios.
- viii. Previsión de una estructura con la cual comparar las diferentes opciones en todas las etapas desarrolladas.

Administración Costo de Ciclo de Vida:

De acuerdo con la norma **ISO-15663-1[2]**, los elementos básicos para la adecuada administración del programa de análisis del costo de ciclo vida son:

- i. Definición de Objetivos en la organización
- ii. Definición de Roles y Responsabilidades que incluya la asignación de un

coordinador, desarrollo de la estrategia y procedimientos del análisis de costo de ciclo de Vida.

- iii. Definición del plan estratégico que incluyan las necesidades de entrenamiento y herramientas necesarias para el programa

Estos elementos son materializados mediante el desarrollo de los siguientes pasos o actividades, los cuales son detallados concretamente en la serie de normas **ISO-15663 [2, 3 y 4]**:

- i. Diagnóstico y alcance cuyos principales pasos son:
 - a. Identificar objetivos
 - b. Identificar Restricciones
 - c. Establecer criterios de decisión
 - d. Identificar opciones potenciales
 - e. Establecer Opciones, definir si es técnicamente factible, si es practico (Diseño, operación y mantenimiento), se incluye la evaluación si los riesgos son aceptables desde el punto de vista financiero, técnico, seguridad y medio ambiente.
 - f. Definir las variables a incluir en el análisis
- ii. Recolección de datos y estructura detallada de costo:

- a. Identificar **drivers** potenciales de costos
- b. Definir el mínimo nivel de detalle necesario para discriminar los elementos de costos.
- c. Establecer un modelo estructurado de Costos (SBC).
- d. Identificar y recolectar la información de costos, estadística,



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



indicadores de confiabilidad,
mantenibilidad y disponibilidad.

iii. Análisis y modelamiento:

- Desarrollo del modelo de ciclo de costo de vida.
- Análisis y evaluación de los costos.
- Análisis de Sensibilidad de modo que se pueda establecer si los resultados son razonables.

iv. Reporte y Toma de Decisiones:

- Reporte y decisión, se presentan los resultados soportando adecuadamente los argumentos.
- Diseño de la estrategia de iteración (con el diseño, operación o mantenimiento)
- Ejecución de planes de acción de Mejoramiento.

Método de evaluación Económica y financiera de costo de ciclo de vida:

El costo del ciclo de vida se determina identificando las funciones aplicables en cada una de las fases, calculando el costo de estas funciones y aplicando los costos apropiados durante toda la extensión del ciclo de vida. [1].

En los párrafos siguientes se resumen las características de los costos en las distintas fases del ciclo de vida de los activos, los cuales constituyen una estructura de desglose de costo (Ver Figura 1.)

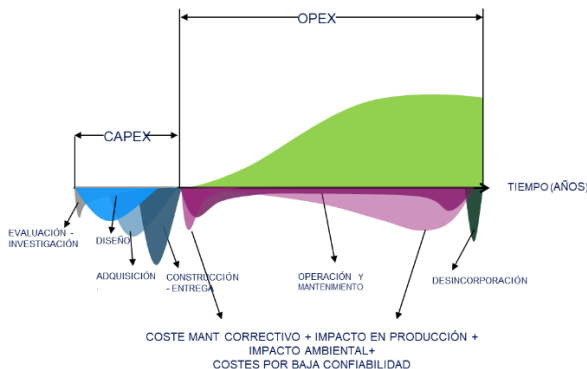


Fig 1: Cost Breakdown Estructure

Las categorías Principales de los costos son:

- Costo de Investigación y desarrollo
- Costo de Diseño y construcción
- Costo de operación y apoyo
- Costo de eliminación y retiro

Desde el punto de vista financiero, los costos generados a lo largo del ciclo de vida del activo son clasificados en dos tipos de costos:

CAPEX: Costos de Capital (Diseño, desarrollo, instalación entrenamiento, comisionamiento, etc.).

OPEX: Costos operacionales (Operaciones, mantenimiento, almacenamiento, penalizaciones, impacto Ambiental)

Los elementos del LCC pueden ser expresados en la siguiente ecuación [5]:

$$LCC = C_{ic} + C_{in} + C_e + C_o + C_m + C_s + C_{env} + C_d$$

En donde:

C_{ic} = Costo Inicial de Compra

C_{in} = Costo de Instalación

C_e = Costo de consumo de Energía

C_o = Costo de Operación



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



- C_m = Costo de Mantenimiento
 C_s = Costos por confiabilidad (paradas)
 C_{env} = Costo Ambiental
 C_d = Costo de Disposición

Cada uno de los elementos o categorías de los costos de ciclo de vida, deben ser modelados en términos financieros, para lo cual se utiliza la expresión [6]:

$$LCC = P + \sum \left[\frac{O}{(1+r)^t} \right]$$

En donde:

- P = $C_{ic} + C_{in}$
 O = $C_e + C_o + C_m + C_s + C_{env} + C_d$
 r = Tiempo de análisis de Vida útil activo
 t = Tasa de Descuento

Aplicación general Análisis de Costo de Ciclo de vida- Caso real: Evaluación de la Inversión en un Sistema Combinado de Generación de Vapor y Energía Eléctrica (CHP) Central Trigeneración Unibol

A continuación, se resume un caso de Evaluación de la Inversión de una Central de Trigeneración de Energía realizado por la empresa PROMISOL que muestra los resultados obtenidos con la aplicación de la metodología de Análisis de Costo de Ciclo de Vida (LCC) descrita anteriormente:

Caso Real. Análisis de Costo de Ciclo de Vida:

Se planteo un proyecto de inversión orientado a reemplazar el actual sistema de generación de

energía eléctrica y térmica (en forma de vapor y combustión de gas natural) por un sistema combinado de generación de vapor y energía eléctrica (Combined Heat and Power) y de esta manera optimizar el consumo de combustible de la fábrica de papel UNIBOL teniendo en cuenta el alto costo de combustibles utilizados para la producción de vapor a partir de carbón mineral, la combustión de gas natural para el calentamiento de una corriente de aire de proceso y las constantes fallas en el suministro de energía eléctrica por parte del operador de red local.

Se hizo un análisis económico del proyecto sin inversión relevante de capital y con recurso humano propio perteneciente al grupo de ingeniería de mantenimiento y confiabilidad de la dirección técnica de PROMISOL, en donde las variables económicas que se incluyeron fueron las siguientes:

- i. Costo anual de Operación
- ii. Costo anual de Mantenimiento
- iii. Costo de no disponibilidad y no confiabilidad, con base a la información suministrada por los dos fabricantes de las alternativas evaluadas
- iv. Costo de ciclo de vida.

Teniendo en cuenta que la norma ISO-15663-2 [3] sugiere que el análisis de costo de ciclo de vida debe ser sustentado con base a información técnica de mantenimiento, más concretamente de los indicadores técnicos de confiabilidad (Reliability, R), Disponibilidad (Availability, A) y mantenibilidad (Maintenability, M). Se evaluaron para las dos alternativas de Turbinas a gas recibidas, los tiempos medios entre falla, los tiempos medios para reparar utilizando el modelo de tasa de distribución de fallas constante seleccionando a través del test de Kolmogorov cuál de las distribuciones más utilizadas en



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



confiabilidad (Weibull y Lognormal) se ajustaba o no adecuadamente al comportamiento real de un conjunto de datos suministrados por los dos fabricantes de los equipos, una vez seleccionada la distribución con la ayuda del módulo de **RCMCost 4.0** y el Módulo de distribución **Weibull** del **Software Availability Workbench 2008®** se obtuvieron los siguientes resultados:

Para la Alternativa A (Turbina a gas Industrial):

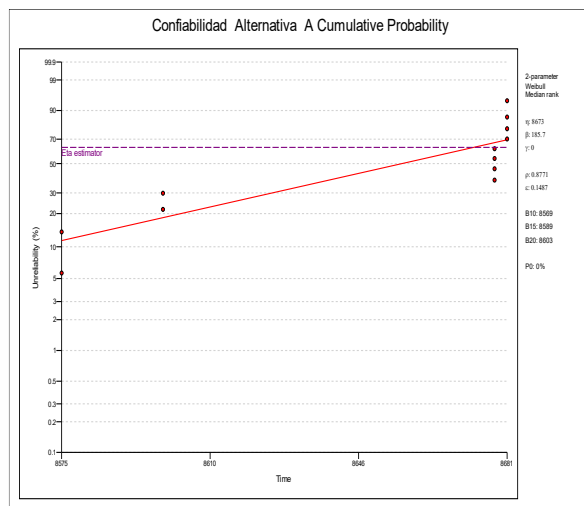


Fig 3: Curvas de Tiempos medios entre fallas de Alternativa A.

Tabla II: Información Técnica (RAM) obtenida con la simulación

$$\begin{aligned}\beta &= 185 \\ MTBF &= 8.645 \text{ (horas)} \\ MTBR &= 116 \text{ (horas)} \\ A &= 98.7\%\end{aligned}$$

Es de notar un mayor factor de disponibilidad beneficiado por unos tiempos medios para reparar muy bajos, el valor de Beta obtenido superior a 5, indica que la característica de confiabilidad puede predecirse con alta certeza. [7]

Para la Alternativa B (Turbina a gas Industrial):

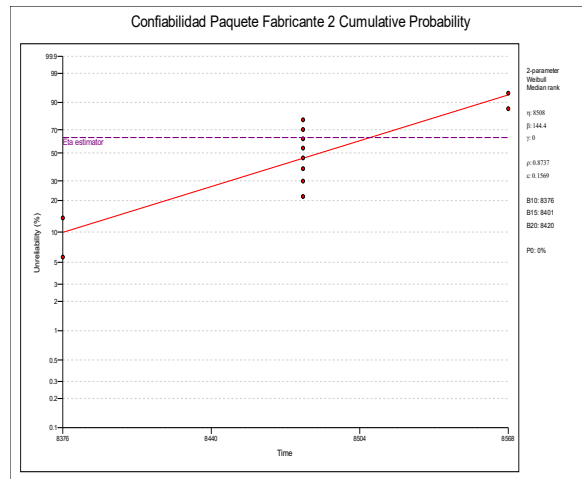


Fig 4: Curvas de Tiempos medios entre fallas de Alternativa B.

Tabla III: Información Técnica (RAM) obtenida con la simulación

$$\begin{aligned}\beta &= 1.44 \\ MTBF &= 8.476 \text{ (horas)} \\ MTBR &= 272 \text{ (horas)} \\ A &= 96.8\%\end{aligned}$$

Es de notar un menor factor de disponibilidad que la alternativa A, beneficiado por unos tiempos medios para reparar muy bajos, de igual manera que la alternativa A el valor de Beta obtenido superior a 5, indica que la característica de confiabilidad puede predecirse con alta certeza. [7]

El análisis de los indicadores técnicos de confiabilidad y disponibilidad, junto con los conceptos asociados al costo de ciclo de vida, permitió establecer el flujo de caja del proyecto (Ver Figura 5) para las dos alternativas evaluadas, el cual tiene una **tasa interna de retorno de la inversión superior a la tasa de descuento**. Es un factor importante al comparar las diferentes alternativas de adquisición, operación o mantenimiento de activos, pues cada alternativa



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



Asociación Colombiana
de Ingenieros

presenta flujos de cajas totales similares, pero con un impacto financiero diferente.

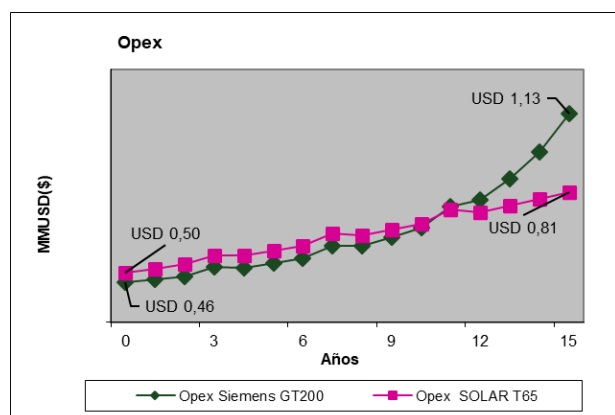
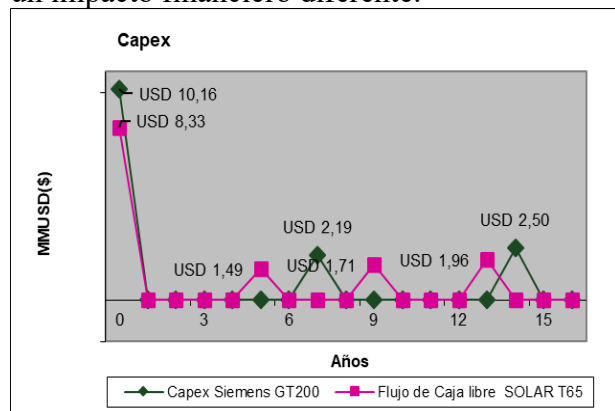


Fig 5: Flujo de Caja del Proyecto muestra como la opción más ventajosa a la alternativa A.

En la Figura 6 se muestra el resultado obtenido del análisis de ciclo de vida, en donde se ilustran tanto los costos de adquisición e instalación como los costos de operación y mantenimiento de los equipos, considerando una línea base para efectos de comparación y como límite de criterio para la decisión, e incluyendo los costos totales de las diferentes alternativas, en donde la alternativa A es evidentemente la mejor, muy a pesar de su mayor costo de operación [12], lo cual representa un costo total de LCC del 8.3% menor respecto a la alternativa B:

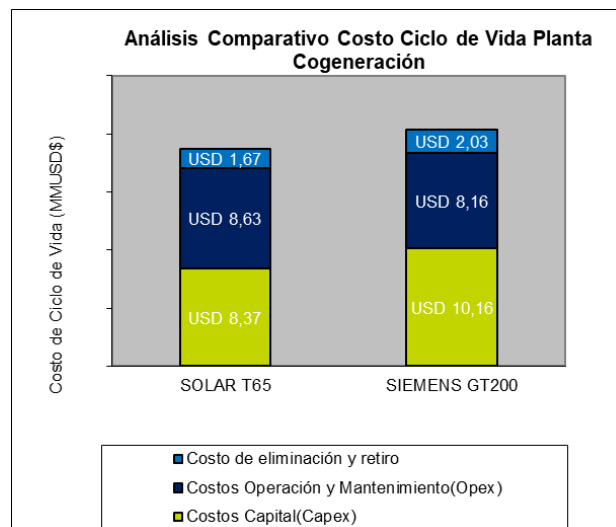


Fig 6: Análisis Comparativo del Costo de ciclo de Vida.

Finalmente, el análisis comparativo del costo de ciclo de vida suministró los siguientes resultados (Ver Tabla IV):

Tabla IV: Análisis comparativo LCC:

Costo	Alternativa A	Alternativa B
Costos Capital Capex	USD 8,37	USD 10,16
Costos Operación y Mantenimiento Opex	USD 8,63	USD 8,16
Costo de eliminación y retiro	USD 1,67	USD 2,03
Indicador Costo Total/ Inversión	2,231	2,003

Como se puede revisar en la tabla anterior la alternativa A represento la opción más favorable técnico económicamente para PROMISOL permitiendo un ahorro de aproximadamente **\$228.000 USD/año** (Ver Figura 7):



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia

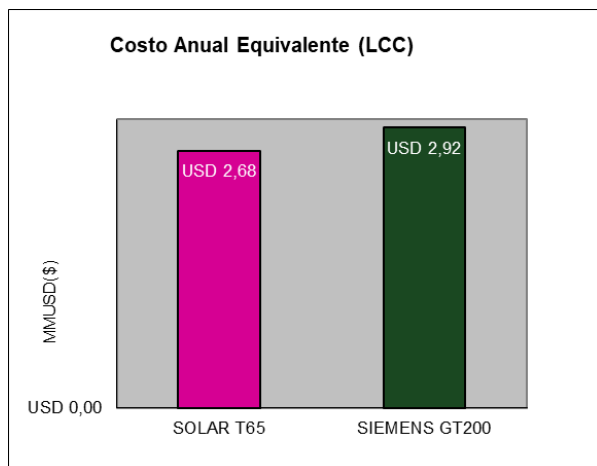


Fig. 7: Ahorro Costo de Ciclo de Vida del proyecto de Inversión.

Recomendaciones:

- Seleccionar la **Alternativa A** como opción para instalar en la fábrica UNIBOL, por representar el mayor ahorro neto en valor presente, teniendo en cuenta que representa ahorros de aproximadamente **\$228.000 USD/año** en el costo del ciclo de vida equivalente anual y posee menores costos operativos (OPEX) principalmente en menor consumo de combustible (**Reduce el consumo de gas natural en 4.1%**).
- Extender el uso de la metodología de **análisis de ciclo de vida (LCC)** a toda la organización.
- Promover el análisis del costo de ciclo de vida desde la fase de diseño de los activos nuevos, con el fin de optimizar la selección de los mismos.
- Difundir el uso de la metodología de análisis de ciclo de vida a todos los niveles de la organización.
- **La confiabilidad humana** es la base de todos los procesos de confiabilidad y constituye en uno de los pilares más

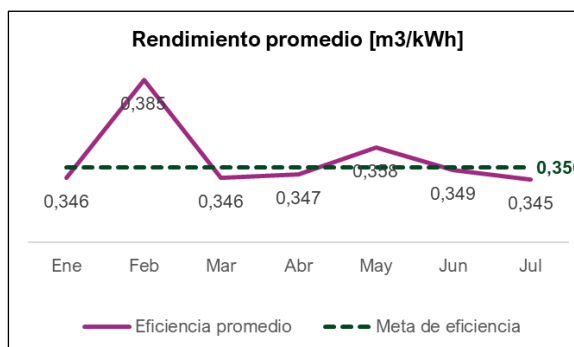
importantes para la obtención de resultados a corto, mediano y largo plazo con mínima inversión de capital y **generando beneficios tangibles para la organización.**

- Ejecutar evaluaciones del costo de ciclo de vida para las renovaciones de activos de las plantas operativas [13].

Principales Resultados obtenidos durante el primer semestre de operación

La implementación del proyecto logró un excelente indicador de rendimiento de combustible promedio (4.1% inferior respecto a la alternativa B), lo que representa un menor consumo gas natural en el turbogenerador y mejoras en la eficiencia energética global, Entre **70-78% Eficiencia del Ciclo** (7.7% superior respecto a la alternativa B).

Estas mejoras energéticas generan un ahorro de **COPS \$ 4.456 Millones / Año** al usuario final por eficiencias en la generación de energía, vapor y aceite térmico.



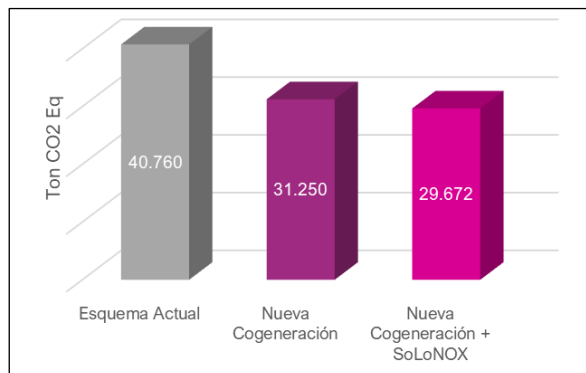
Abatimiento Emisiones GEI

Teniendo en cuenta la implementación de la tecnología SoLoNOx® en el proyecto, se pueden estimar las TonCO2 Eq/año proyectadas, en el caso actual, con la nueva generación y con la tecnología implementada:



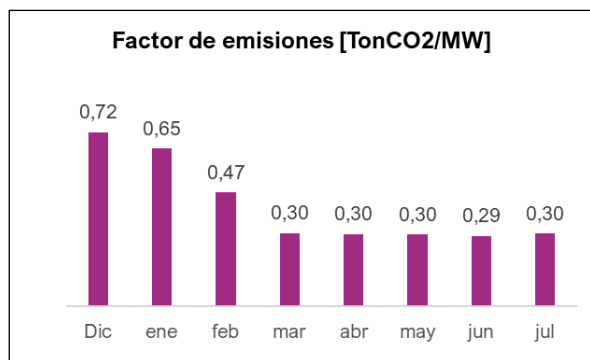
XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



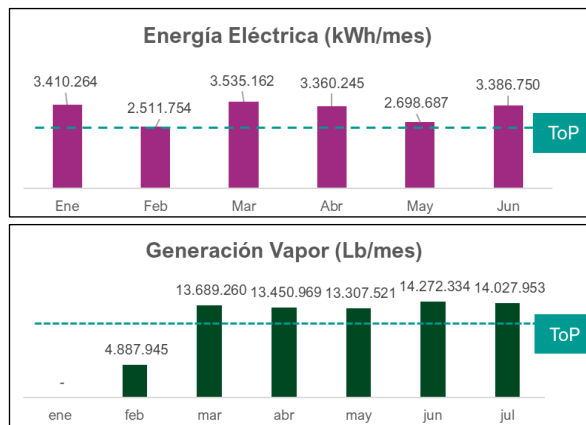
Se puede apreciar la implementación del proyecto logra una disminución en la huella de carbono del Usuario de 11.088 Ton CO2 Eq abatidas por año. Solo la implementación de la tecnología SoLoNOx® representa 1.307 Ton CO2 Eq al año evitadas adicionales.

La disminución total representa una mejora en el factor de emisión de gases de efecto invernadero del 53%, bajando a la emisión a 0.3 TonCO2 por cada MW (eléctrico y térmico) generado.

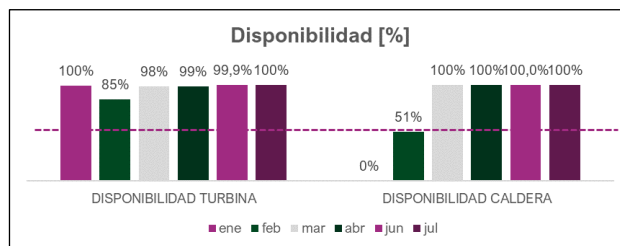


Incremento en la confiabilidad y disponibilidad del servicio

El usuario final ha incrementado las demandas de energía eléctrica y térmica (vapor y calor) gracias a la mayor confiabilidad en el suministro de energía (reducción de la tasa de falla 44% con respecto a la línea base).



La central ha ofrecido una disponibilidad mecánica superior al 98% en el primer trimestre de operación.



Beneficios Generados

Para el usuario

- Mejoras en la eficiencia global de los procesos de generación de energía (30% - 50%)
- Reducción en los costos de suministro de energía: 30%
- Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero: 20% - 30%
- Mejoras en la confiabilidad del suministro de energía eléctrica: 40% - 55%

Para PROMISOL

- Incremento en las ventas de la línea de negocio: ~ 6,250 MCOP.



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



- Ampliación del portafolio de clientes de la compañía.
- Habilitación de oportunidades de innovación en procesos industriales.
- Contribución a las metas de descarbonización empresariales y nacionales del PROURE.

Bibliografía

[1] Fabrycky W.J & Blanchard S, "Life Cycle Costing and Economic Analysis", Prentice Hall, Inc, Englewood Cliff, New Jersey, 1998

[2] Norma ISO I5663-1, Petroleum and Gas Natural Industries Life Cycle Costing, International Standard. Part 1: Methodology. International Organization for Standardization. 2000

[3] Norma ISO I5663-2, Petroleum and Gas Natural Industries Life Cycle Costing, International Standard. Part 2: Guidance on application of methodology and calculation methods. International Organization for Standardization. 2000.

[4] Norma ISO I5663-3, Petroleum and Gas Natural Industries Life Cycle Costing, International Standard. Part 3: Implementation Guidelines. International Organization for Standardization. 2000.

[5] Pump Life Cycle Costs: A Guide To LCC Analysis For Pumping Systems Executive Summary. US Department of Energy. 2001.

[6] J. McMahon, Life Cycle Cost Analysis. US Department of Energy. 2000.

[7] A. Santamaría De La Cruz, Manual Integrado Para el Cálculo de Confiabilidad y Disponibilidad, Publicado en las Memorias el Diplomado de Ingeniería y Administración del Mantenimiento Industrial de la Universidad del Norte, Barranquilla. 2002.

[8] C. Parra, "Análisis determinístico del Ciclo de Vida y evaluación del factor Confiabilidad en 52 Motocompresores de gas en PDVSA del Distrito San Tomé". Congreso Mundial de Mantenimiento, Brasil Octubre 2002.

[9] C. Parra, "Influencia de la Confiabilidad en el proceso de estimación del costo total del ciclo de vida de los Equipos". Memorias VI Congreso Internacional de Mantenimiento, ACIEM. Bogotá 2005

[10] R. López, "La Confiabilidad Humana y la Estandarización de Equipos factores Claves en el mejoramiento del equipo rotativo Caso Real: Unidad de Destilación combinada de la refinería de Cartagena". Memorias IX Congreso Internacional de Mantenimiento, ACIEM. Bogotá 2007

[11] A. Santamaría De La Cruz, "Gestión de Presupuesto de Gastos e Inversión con base en Análisis de costo de Ciclo de Vida (Normas ISO 15663) y análisis de Valor Agregado". Memorias V Congreso Internacional de Mantenimiento, ACIEM. Bogotá.

[12] C. Mauricio et al, "Técnicas de costes del ciclo de vida para la toma de decisiones en la Optimización del mantenimiento. Caso de estudio: industria de procesos de pasas". Universidad Técnica Federico Santa María. Chile.



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



[13] M. Rafael, G. Mario, "Potenciar la generación de valor en la renovación de activos, retando su justificación y evaluando las alternativas con modelos del costo ciclo de vida". Memorias Congreso Internacional de Mantenimiento, ACIEM. Bogotá 2024.

Nombre Autor:

Arif José Eslait Barrios: Ingeniero Mecánico (1999). Magíster en Ingeniería Mecánica de la ***Universidad del Norte (2004)***. Analista de Vibraciones Categoría I, II del ***Vibration Institute (2007)***. ***Director técnico de Promisol. 24 años de experiencia en la industria petroquímica y Oil & Gas.*** Facilitador de la metodología de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (***RCM***). Docente Cátedra Gestión de activos Universidad del Norte desde el año 2005, Barranquilla.

Leidy Alejandra Urquijo: Ingeniero Mecánico ***Universidad del Norte (2004)***. ***Profesional de Ingeniería y Confiabilidad Promisol. Nueve (9) años de experiencia en la industria petroquímica y Oil & Gas.*** Magíster en ingeniería de confiabilidad y gestión de activos de la ***Universidad Pontificia Bolivariana (2026)***. Facilitador de las metodologías de Mantenimiento y Confiabilidad *de activos. Auditor interno en norma ISO 55000.*