



Guía para presentación de trabajos – Entrega de resumen

RES_COL_A_ESLAIT_CMMGA2025.pdf

Título del trabajo propuesto:

Evaluación de la inversión de una planta CHP- central trigeneración de energía a partir de la metodología de análisis de costo de ciclo de vida (LCC) de acuerdo con los lineamientos de la Norma ISO 15663

Caso real: Proyecto Unibol- premio nacional a la eficiencia energética promovido por la UPME - ministerio de minas y energía de Colombia.

Nombre del primer autor:

Arif Eslait Barrios

Teléfono fijo:

5 3713406

Móvil:

3228081025

Correo electrónico:

Arif.eslait@promisol.co

País:

Colombia

Empresa:

Promisol SAS

Cargo:

Director Técnico

Nombre del segundo autor:

Leidy Urquijo Pastrana

Teléfono fijo:

5 3713688

Móvil:

3003888358

Correo electrónico:

Leidy.urquijo@promisol.co

País:

Colombia

Empresa:

Promisol SAS

Cargo:

Profesional en Confiabilidad

Objetivo del trabajo:

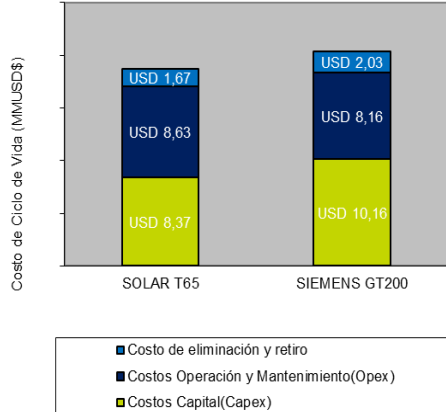
Presentar un caso de éxito en la mejora de la eficiencia energética de una fábrica de papel en Colombia mediante la instalación de un sistema de trigeneración. Utilizando el Análisis de Costo de Ciclo de Vida (LCC) bajo la norma ISO 15663 y el software Availability Workbench 2008®, se optimizó la gestión de activos, logrando reducción de costos energéticos, emisiones y mejorar la confiabilidad del suministro eléctrico.

Resumen del trabajo:

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.



Análisis Comparativo Costo Ciclo de Vida Planta
Cogeneración



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.

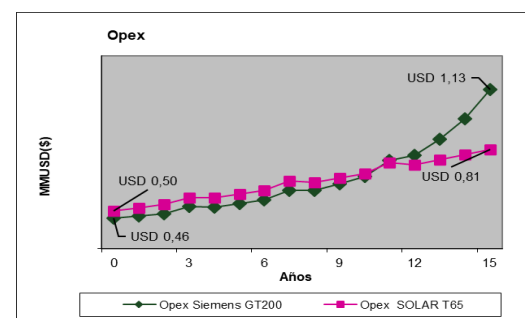
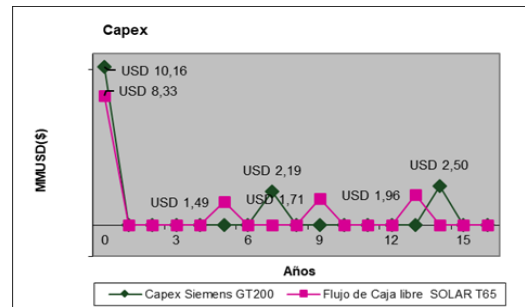
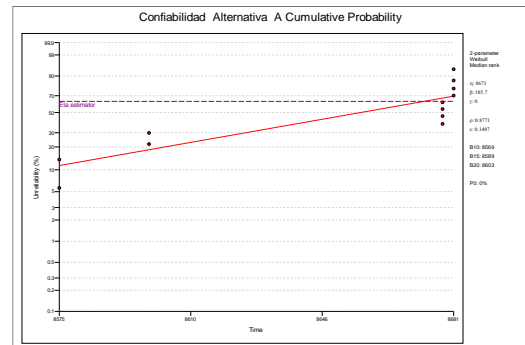
El estudio evaluó diversas alternativas de inversión mediante la metodología de Análisis de Costo de Ciclo de Vida (LCC), basada en el conjunto de normas ISO 15663. Esta metodología es particularmente adecuada para proyectos industriales a largo plazo, ya que permite evaluar no solo los costos iniciales (CAPEX), sino también los costos operativos (OPEX) asociados a la operación, mantenimiento y eficiencia energética a lo largo de la vida útil del proyecto.

Además, se integraron indicadores clave de confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad (RAM) para analizar el desempeño y los riesgos asociados a cada alternativa de inversión apoyadas con la utilización de **Software Availability Workbench 2008®**.

La comparación entre las alternativas reveló que, aunque la Alternativa A tiene un costo de capital inicial más elevado, ofrece una disponibilidad significativamente mayor y menores costos de operación a lo largo de su ciclo de vida, lo que resulta en un ahorro anual aproximado de \$228,000 USD en comparación con la Alternativa B.

Resultados obtenidos durante el 1er semestre de operación

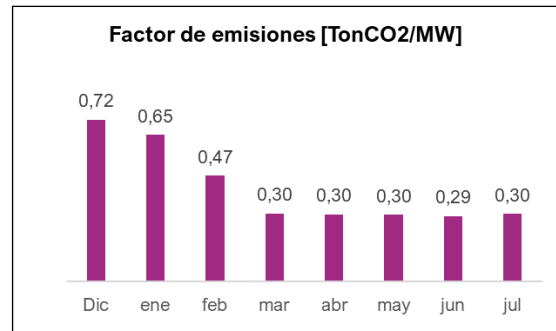
- **Eficiencia en consumo de combustible:** se logró un excelente indicador de rendimiento de combustible (4.1% inferior respecto a la alternativa B), lo que





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).

- **Menores costos y gastos:** Estas mejoras energéticas generan un ahorro de **COP\$ 4.456 Millones / Año** al usuario final por eficiencias en la generación de energía, vapor y aceite térmico.
- **Abatimiento Emisiones GEI:** Se logró una disminución en la huella de carbono del Usuario de **11.088 Ton CO2 Eq abatidas por año**. 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 incremento 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.



Este análisis permitió una toma de decisiones fundamentada en datos precisos y proyecciones a largo plazo, asegurando así la sostenibilidad y viabilidad del proyecto de trigeneración en términos económicos y operativos.

Tabla de contenido del trabajo:

1. Introducción
2. Antecedentes
 - 2.1. Evaluación de proyectos en Colombia
 - 2.2. Características del requerimiento de la central papelera Unibol
3. Métodos de evaluación económica y financiera de costo de ciclo de vida
 - 3.1. CAPEX
 - 3.2. OPEX
4. Caso Real. Análisis de Ciclo de Costo de Vida
 - 4.1. Alternativas de solución
 - 4.2. Análisis de técnico de confiabilidad de disponibilidad
 - 4.3. Análisis de ciclo de vida
 - 4.4. Análisis de resultados
 - 4.5. Abatimiento de GEI
 - 4.6. Confiabilidad y disponibilidad
5. Conclusiones



6. Bibliografía

Clasifique su resumen en la siguiente tabla según el tema:

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

1. MANTENIMIENTO

1.1 Planeación y programación

Tecnologías

- Tecnologías aplicadas a la planeación y programación de mantenimiento

Competencias

- Estrategias y Planes para el desarrollo de competencias para la planeación y programación de mantenimiento
- Experiencias en la formación de ingenieros para el mantenimiento

Finanzas y costos

- Beneficios económicos de la planeación y programación de mantenimiento
- La visibilidad de los costos de mantenimiento en las finanzas de la empresa

Sostenibilidad y medio ambiente

- Mantenimiento ecológico para un futuro sostenible
- Planeación y programación de mantenimiento para sostenibilidad y medio ambiente

Mejores prácticas

- Como planear mantenimiento eficientemente
- Como reducir el backlog y lograr el cumplimiento del programa de mantenimiento

1.2 Ejecución y Supervisión

Tecnologías

- La robotización de las labores de mantenimiento
- Como la tecnología mejora y optimiza la ejecución de mantenimiento

Competencias

- Certificación en competencias de ejecución y supervisión de mantenimiento.
- Beneficios de ejecutores y supervisores competentes
- Confiabilidad operativa
- Tercerización del mantenimiento
- El liderazgo

Finanzas y costos



- Elaboración y cumplimiento de los presupuestos para la ejecución de mantenimiento

Sostenibilidad y medio ambiente

- Ejecución y supervisión del mantenimiento para asegurar la sostenibilidad del negocio y el cuidado del medio ambiente

Mejores prácticas

- Liderazgo en la supervisión de la ejecución de mantenimiento y el logro de buenos resultados.

1.3 Análisis de resultados y toma de decisiones

Tecnologías

- Transformación digital en mantenimiento
- Nuevas tecnologías en análisis de resultados de la ejecución de mantenimiento y metodologías para la toma de decisiones

Competencias

- Formación de los ingenieros de mantenimiento para el análisis de resultados de la ejecución de mantenimiento y la adecuada toma de decisiones para cumplir con la disponibilidad y la confiabilidad requerida

Finanzas y costos

- Análisis de los costos de mantenimiento, cumplimiento de presupuestos y la correspondiente toma de decisiones

Sostenibilidad y medio ambiente

- El papel del mantenimiento en la sostenibilidad y ESG (ambiental, social y de gobernanza)
- El impacto del mantenimiento en operaciones neutras de carbono
- Análisis de resultados y toma de decisiones para asegurar la sostenibilidad del negocio y el cuidado del medio ambiente

Mejores prácticas

- El Metaverso en la gestión del mantenimiento
- Las fábricas digitales para optimizar el mantenimiento
- La optimización de los costos de mantenimiento con base en el análisis de resultados

2. GESTIÓN DE ACTIVOS



2.1 Planeación y objetivos de gestión de activos

Tecnologías

- Ayudas tecnológicas para la elaboración y seguimiento de los Planes de Gestión de Activos (PGA) y el Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA)

Competencias

- La importancia de las habilidades blandas en la gestión de los activos
- Estrategias y planes para el desarrollo de competencias para la elaboración y seguimiento del PGA y del PEGA

Ciclo de vida del activo

- Costos del ciclo de vida del activo (planeación, evaluación, acompañamiento y seguimiento)

Sostenibilidad y medio ambiente

- Planeación de la gestión de activos para sostenibilidad y cuidado del medio ambiente

Mejores prácticas

- Como elaborar de manera correcta el PEGA
- Construcción del PGA y lograr en su cumplimiento

2.2 Aplicación de gestión de activos

Tecnologías

- Tecnologías que apoyan la aplicación de la gestión de activos y el cumplimiento del plan de implantación.

Competencias

- EL liderazgo en los procesos de rotación de personal
- Competencias requeridas para asegurar la implantación y aplicación de la gestión de activos

Ciclo de vida del activo

- Análisis de costo, riesgo, desempeño
- Aplicación del ciclo de vida de los activos

Sostenibilidad y medio ambiente

- Como la aplicación de la gestión de activos, asegura la sostenibilidad del negocio y el cuidado del medio ambiente

Mejores prácticas



- Habilitadores claves para la implementación de la gestión de activos
- Herramienta de mapeo para la documentación GFMAM, incluida la familia de normas ISO 55000
- La maduración de la aplicación de la gestión de activos (excelencia y certificaciones)
- Para qué sirven las normas de la familia ISO 55000 en los logros de gestión de activos y sus futuros desarrollos

2.3 Análisis de resultados y toma de decisiones

Tecnologías

- Transformación digital en la Gestión de Activos
- La tecnología aplicada en análisis de resultados de la gestión de activos y metodologías para la toma de decisiones

Competencias

- Formación de los ingenieros de gestión de activos para el análisis de resultados de los activos y la adecuada toma de decisiones para cumplir con el PGA y el PEGA

--

Ciclo de vida del activo

- Manejo del envejecimiento de los activos y toma de decisiones para la desincorporación
- Análisis del desempeño de los activos durante su ciclo de vida y la oportuna toma de decisiones

Sostenibilidad y medio ambiente

- Impacto de la gestión de activos en la sostenibilidad y ESG (ambiental, social y de gobernanza)
- Descarbonización de los activos a través del uso de fuentes no convencionales de energía
- Análisis de resultados y toma de decisiones en gestión de activos para asegurar la sostenibilidad del negocio y el cuidado del medio ambiente

X

Mejores prácticas

- La excelencia en la gestión de activos (madurez del proceso)
- ¿Cómo y cuándo actualizar el PEGA?
- Aseguramiento del cumplimiento del PGA

2.4 Generación de valor de los activos

Tecnologías

- Digitalización como herramienta para potenciar la generación de valor en gestión de activos
- Tecnologías para medir la generación de valor de los activos

Competencias



- Competencias requeridas para la medición de la generación de valor de los activos

Ciclo de vida del activo

- Generación de valor en las fases de diseño, ingeniería, operación y mantenimiento del activo
- Valor agregado de los activos durante su ciclo de vida

Sostenibilidad y medio ambiente

- La sostenibilidad y el cuidado del medio ambiente como valor generado por los activos

Mejores prácticas

- ¿Cómo se mide en la empresa el valor económico agregado y la generación de valor de los activos?
- Indicadores de gestión que reflejen el valor agregado por los activos