



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



Estudio de Factibilidad Técnico–Económica como Herramienta de Toma de Decisiones en la Gestión de Activos Críticos del Proceso de Trituración Industrial

Luis Hernando Roncancio Roncancio

Universidad Central – Especialización en Gerencia de Mantenimiento y Activos Físicos
Bogotá D.C., Colombia

Resumen

La competitividad de la industria manufacturera depende de la confiabilidad y desempeño de sus activos críticos. En la fabricación de productos refractarios, la trituración de materias primas es clave para asegurar la calidad del producto final. Una falla catastrófica en la trituradora cónica principal provocó interrupciones operativas, sobrecostos de mantenimiento y mayor exigencia del equipo de respaldo. Este trabajo desarrolla un estudio de factibilidad técnico–económico para apoyar la gestión de activos, analizando el proceso de trituración, el estado del equipo y distintas alternativas tecnológicas, considerando confiabilidad, costos del ciclo de vida, riesgos y sostenibilidad. El presente trabajo corresponde al proyecto de grado desarrollado para optar al título de Especialista en Gerencia de Mantenimiento y Gestión de Activos Físicos.

1. Introducción y contexto industrial

El entorno industrial actual exige decisiones de inversión sustentadas en criterios técnicos, económicos y de confiabilidad. En la industria refractaria, la gestión de activos asociados al procesamiento de materias primas resulta crítica para asegurar la continuidad operativa y la competitividad del negocio. En este contexto, el proceso de trituración adquiere un rol estratégico, pues condiciona la calidad del producto final y la eficiencia global del sistema productivo.

2. Planteamiento del problema y objetivos

La falla catastrófica de la trituradora cónica generó una disminución significativa de la capacidad operativa, incrementó los costos de mantenimiento y comprometió la confiabilidad del proceso. El objetivo del estudio es realizar un análisis de factibilidad técnico–económico que permita soportar la toma de decisiones en la gestión de activos, determinando la alternativa más conveniente entre la reparación del equipo averiado o su sustitución por tecnologías disponibles en el mercado.

3. Metodología aplicada

La metodología del estudio se estructuró bajo un enfoque integrado de gestión de activos, alineado con la norma ISO 55001 y buenas prácticas de dirección de proyectos en la Figura 1 se generó el planteamiento de la estructura de desglose de trabajo para la entrega de cada uno de los hitos del proyecto y asignar su equipo y responsables.



Figura 1. EDT

En una primera fase se realizó el diagnóstico del flujo de trituración, en la Figura 2 se observan las variables necesarias a tener en cuenta tanto en la



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



operación de los molinos como para garantizar la calidad del material procesado.

tipología y los sobrecostos por reparaciones no planeadas.

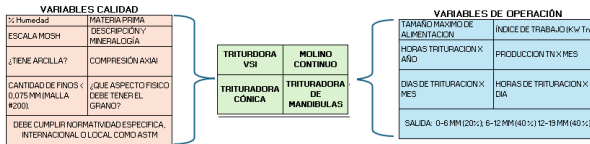


Figura 2. Variables de proceso

En paralelo, se desarrolló el análisis de la avería de la trituradora cónica, empleando técnicas de análisis de causa raíz como el diagrama Ishikawa, y la metodología de los 5 ¿Por qué?, cuyos resultados se aprecian en las Figuras 3 y 4, respectivamente, las cuales permitieron identificar las causas técnicas y operativas que desencadenaron la falla.



Figura 3. Diagrama Ishikawa

Causa principal (Ishikawa)	¿Por qué 1?	¿Por qué 2?	¿Por qué 3?	¿Por qué 4?	¿Por qué 5?	Causa raíz identificada
Desgaste prematuro de la cámara de trituración por cierre excesivo del cono (Humedad)	El cono operaba con un cierre menor al permitido.	No se controlaba el parámetro de apertura del cono.	No se seguían los procedimientos de ajuste de la apertura.	Se seguían los procedimientos de ajuste de la apertura.	Se seguían los procedimientos de ajuste de la apertura.	Se seguían los procedimientos de ajuste de la apertura.
Aumento de la lubricación en las ranuras de la cámara (Humedad)	Se operaba más cerrado para obtener granulometría más fina.	La granulometría del material alimentado era muy variable.	No había control de la granulometría del material alimentado.	No había control de la granulometría del material alimentado.	No había control de la granulometría del material alimentado.	No había control de la granulometría del material alimentado.
Desconexión de los límites de operación del equipo (Abrasión)	Los operadores desconocían los límites de operación del equipo.	No estaban adecuadamente capacitados.	No había un programa de capacitación.	No había un programa de capacitación.	No había un programa de capacitación.	No había un programa de capacitación.
Falta de sensores o sistema de monitoreo de presión en la cámara (Falta de sensores)	El equipo no tenía sensores para monitorear la presión.	No se integraron sensores adicionales.	No se consideró la necesidad de sensores.	No se consideró la necesidad de sensores.	No se consideró la necesidad de sensores.	No se consideró la necesidad de sensores.

Figura 4. 5 ¿Por qué?

De manera complementaria, se efectuó el análisis histórico de costos de mantenimiento y producción desde el 2018 hasta el 2024, en la Figura 5 se agruparon las intervenciones según su tipología (correctivo inmediato ZM01, correctivo diferido ZM05 y preventivo ZM02), con el fin de evaluar la relación entre las toneladas producidas, su



Figura 5. Toneladas vs. costos.

Finalmente, se aplicó una comparación técnico-económica entre alternativas de reparación y sustitución del equipo, incorporando criterios de inversión, operación, mantenibilidad, eficiencia energética y riesgos asociados, como soporte objetivo para la toma de decisiones en la gestión de activos dichos datos se pueden apreciar en la Figura 6 con un resumen de los aspectos relevantes.

Item	RESUMEN COMPARATIVO		
	Reparación Molino Actual	Compra Molino, opción 1	Compra molino, opción 2
Costo Total (cop)	\$ 299.221.169,31	\$ 825.945.000,00	\$ 967.578.000,00
Descripción	Reparación de las piezas afectadas, por la avería en especial las de la cámara de trituración.	Equipo con alto nivel de automatización, control de alimentación y salida, seguridad de control en última generación.	Equipo con buen nivel de automatización y seguridad.
Rendimiento	Cierre y apertura de cono Manual, mecánico.	Cierre y apertura de cono Hidráulico.	Cierre y apertura de cono Hidráulico.
Operación	Intrínsecos levantamientos por resortes.	Intrínsecos levantamientos por resortes.	Intrínsecos levantamientos por resortes.
Protección	Valor de reparación no incluye mejoras de automatización.	Mayor valor de sustitución de activo para una utilización promedio del 6%.	Limite de cierre del cono para la granulometría necesaria.
Riesgo	Limite de cierre del cono para la granulometría necesaria.		

Figura 6. Resumen comparativo trituradoras

4. Resultados del Análisis de datos

Según los datos productivos, en los años 2018, 2020 y 2022 el 30% de la producción fue para la obtención de la materia prima que tiene la tipología más dura y abrasiva; adicionalmente, la granulometría más fina para la cual se estaba llevando a un cierre del cono por debajo del límite permisible según el diseño de la máquina <10mm, esta condición se identificó en el diagrama



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



Ishikawa como una de las potenciales causas de la falla ya que genera una sobrecarga y desgaste prematuro en la cámara de trituración.

Al revisar la participación de los costos por año y tipo de aviso se observa en la Figura 7 que estos años fueron representativos de intervenciones tipo ZM01 obteniendo el 63% de los costos de mantenimiento asociados al activo.

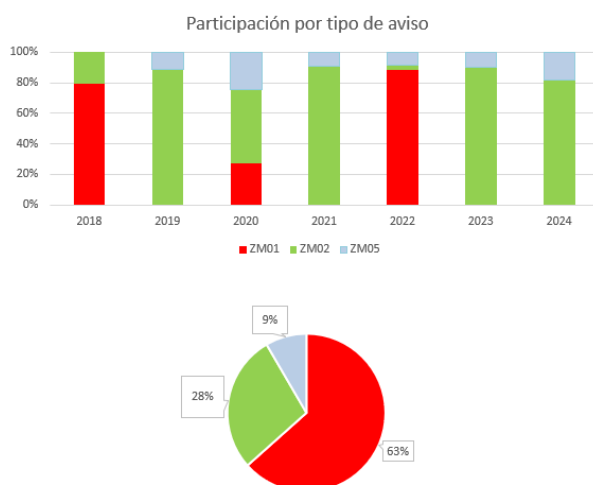


Figura 7. Participación por tipo de aviso

5. Discusión técnica desde la gestión de activos

El análisis de los datos técnicos del proyecto permitió establecer que la falla catastrófica de la trituradora cónica no obedeció a un evento aislado, sino a la convergencia de causas técnicas y de gestión. A partir del diagrama de Ishikawa, se identificaron factores asociados a métodos, operación y selección idónea del equipo, destacándose deficiencias en la lubricación por una operación errónea del sistema y desviaciones operativas relacionadas con el cierre excesivo del cono por debajo de los límites recomendados por el fabricante. Estas condiciones generaron esfuerzos mecánicos superiores a los admisibles, acelerando el desgaste y precipitando la falla crítica del equipo.

La aplicación de la metodología de los 5 ¿Por qué? permitió profundizar en dichas causas, evidenciando brechas en los controles operativos, en la supervisión de variables críticas y en la disciplina de ejecución de las rutinas de mantenimiento. Desde la perspectiva de la gestión de activos, estos hallazgos confirman que la materialización de la falla estuvo directamente relacionada con un enfoque predominantemente reactivo, que priorizó la continuidad operativa de corto plazo sobre la preservación del valor del activo a lo largo de su ciclo de vida.

En este sentido, la integración del análisis de causa raíz con la evaluación técnico-económica resulta fundamental, ya que permite trascender la solución inmediata del problema y orientar las decisiones hacia alternativas que reduzcan el riesgo de recurrencia, mejoren la mantenibilidad del sistema y aseguren una alineación efectiva entre desempeño operativo, costos y estrategia organizacional.

6. Conclusiones

El desarrollo del estudio de factibilidad técnico-económica demostró ser una herramienta determinante para soportar la toma de decisiones en la gestión de activos críticos. La integración de criterios de confiabilidad y análisis de riesgos permitió analizar la sustitución de equipo con una visión centrada a los objetivos estratégicos del negocio y no solo centrarse en el cambio del mismo.

Asimismo, los resultados evidencian que la gestión reactiva del mantenimiento incrementa los costos y reduce la vida útil de los activos, mientras que la adopción de enfoques estructurados de evaluación favorece decisiones sostenibles y alineadas con la estrategia organizacional. La metodología propuesta es aplicable a otros



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



procesos industriales, aportando valor como soporte técnico para la gestión integral de activos.

Referencias

- [1] ISO 55001:2014, Asset management — Management systems — Requirements.
- [2] PMI, A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide), 6th ed.
- [3] R. Gulati, Maintenance and Reliability Best Practices, 3rd ed.

Luis Hernando Roncancio Roncancio: Ingeniero Mecánico y candidato a Especialista en Gerencia de Mantenimiento y Activos Físicos de la Universidad Central con más de 8 años de experiencia en gestión de mantenimiento industrial en sectores como el alimenticio, textil e insumos industriales (cerámico y refractario) liderando procesos de planificación, programación y control de mantenimiento. Rol actual: Coordinador de mantenimiento zona centro división insumos industriales, agro y energía en Corona Industrial.

Nombre: Luis Hernando Roncancio Roncancio
Celular: 313 2731300
Dirección residencia: Cl. 145 #13a-70
Dirección oficina: km 5 vía Sogamoso – Corrales
Correo electrónico: lroncancior@ucentral.edu.co
Ciudad: Bogotá, D.C. País: Colombia