



Evaluación bajo la normatividad ISO 55000 de la gestión de activos al área de molienda de la empresa del sector minero de materiales preciosos Touchstone Colombia.

Yulika Fernanda Quintana Carbal

John Faber Maceto Rodríguez

Milton Andrés Angulo Morris

Monografía presentada para optar al título de Especialista en Gestión de Activos

Tutora

Beatriz Janeth Galeano Upegui, Magíster (Msc) en Ingeniería con énfasis en
Mantenimiento

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Especialización en Gestión de Activos
Medellín
2022

Cita	Yulika Quintana, John Maceto y Milton Angulo [1]
Referencia Estilo IEEE (2020)	1. (Yulika Quintana, John Maceto & Milton Angulo. (2022). Evaluación bajo la normatividad ISO 55000 de la gestión de activos al área de molienda de la empresa del sector minero de materiales preciosos Touchstone Colombia. Monografía de grado, especialización en gestión de activos, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia



Especialización en Gestión de Activos, Cohorte I.
 Ingeniería
 Centro de Investigación Ambientales y de Ingeniería (CIA).



Centro de Documentación de Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda

Decano: Jesús Francisco Vargas Bonilla

Jefe departamento: Juan Carlos Orrego Barrera

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Este trabajo monográfico está dedicado en primer lugar a Dios por permitirnos culminar satisfactoriamente esta etapa académica y profesional. A nuestros padres y familiares por el apoyo incondicional durante el transcurso de este proceso, por las enseñanzas, y educación basada en principios y valores que nos formaron para actuar bajo los factores del respeto por la vida, el sentido humano y social.

Agradecimientos

A la Universidad de Antioquia por abrirnos las puertas hacia el camino del conocimiento y la formación académica de alta calidad. A todo el cuerpo docente, en especial a la ingeniera Beatriz Janeth Galeano Upegui por su orientación en este proyecto, por brindarnos su apoyo para culminar objetiva y satisfactoriamente esta investigación. gracias a Dios y nuestros familiares por formarnos con las bases necesarias para alcanzar con esfuerzo las metas propuestas.

Tabla de Contenido

Resumen	10
Abstract.....	12
1. Planteamiento del Problema.....	15
1.1 Antecedentes	16
2. Justificación.....	21
3. Objetivo general	22
3.1Objetivo General.....	22
3.4 Objetivos específicos	22
5. Hipótesis.....	24
6.1 Métodos de Explotación Mineral en Colombia	25
6.1.1 Explotación a cielo abierto.....	25
6.1.2 Explotación Subterránea	26
6.1.3 Beneficio de Minerales.....	27
6.2 Generalidades de la normatividad ISO 55000:2014	30
6.2.1 Gestión de activos	30
6.2.2 Sistema de Gestión para la Gestión de Activos.....	30
6.2.3 Beneficios del Sistema de Gestión de Activos.....	30
6.2.4 Elementos de un Sistema de Gestión de Activos	30
6.2.5 Relación del sistema de gestión de activos con la gestión organizacional.....	32
6.2.6 Estructura de un Sistema de Gestión de Activos.....	32
6.2.7 Enfoque de un Sistema de Gestión de activos.....	32
6.2.8 Principios de la gestión de activos	33
6.2.9 Tipos de activos.....	34
6.2.10 Ciclo de vida de un activo	34
6.2.11 Costo del Ciclo de vida de un activo.....	35
6.2.12 Confiabilidad y Costo del Ciclo de vida	35
6.3 Anatomía de la Gestión de Activos (institute of Asest Management).....	36
6.3.1 Modelo de la Gestión de Activos IAM	37

6.3.2	Importancia de la Gestión de Activos	40
6.3.3	La madurez en la Gestión de Activos.....	40
6.3.4	Integración entre los Temas de la Gestión de Activos	41
7.1	Fase de consulta.	43
7.2	Inspección en el área de molienda y análisis preliminar.....	43
7.3	Evaluación de la Gestión de Activos.	44
7.4	Cronograma	44
8.	Contexto Operacional.....	45
8.1	Ubicación geográfica de la planta de beneficio	47
8.2	Proceso de Beneficio del Mineral	49
8.2.1	Área Trituración	49
8.2.3	Área De Molienda	50
8.2.4	Área De Flotación.	51
8.2.5	Área De Lixiviación.	51
8.2.6	Proceso Remolienda y Clasificación.....	51
8.2.7	Espesamiento (Ccd).....	52
8.2.9	Precipitación (Merrill Crowe)	53
8.2.10	Área De Fundición	53
8.3	Descripción de Activos Área de Molienda	53
8.3.1	Molinos de Bolas 6`X10`	54
8.3.2	Bomba centrífuga 6` X 4`.....	54
8.3.3	Nido o banco de Hidrociclones:.....	55
8.3	Gestion de Mantenimiento en Touchstone Colombia.....	56
8.3.1	Estructura Taxonómica del Área de Molienda.....	58
8.3.2	Matriz de Criticidad Área de Molienda.....	58
8.3.3	Mantenimiento Preventivo	60
8.3.4	Mantenimiento Predictivo:.....	62
8.3.5	Análisis Causa Raíz.....	63
9.	Evaluación del nivel de Madurez	64
9.1	Resultados de la Evaluación	76

9.2	Análisis de los resultados de la Evaluación	77
10.	Evaluación del mantenimiento preventivo/ predictivo.....	98
10.1	Análisis de fallas y planes de mantenimiento	98
11.	Conclusiones.....	100
12.	Recomendaciones	101

Lista de Figuras

<i>Figura 1. Extracción de minera a cielo abierto.</i>	26
Figura 2. Minería subterránea.....	27
Figura 3. Molino de bola para beneficio de minerales.	28
Figura 4. Proceso de flotación por adhesión de aire.)	29
Figura 5. Proceso de cianuración.....	29
Figura 6. Relación de la Gestión organizacional con la gestión de activos.)	32
Figura 7. Estructura de un sistema de gestión de activos.	33
Figura 8. Principios de un Sistema de gestión de activos.....	33
Figura 9. Fases del ciclo de vida de un activo.	34
Figura 10. Modelo conceptual de la Gestión de Activos del IAM.	38
Figura 11. Los 39 Temas y Seis grupos del Panorama en la Gestión de Activos.	39
Figura 12. Nivel de madurez en la gestión de activos.....	41
Figura 13. Principales relaciones en el grupo estrategia y planificación.....	41
Figura 14. Organigrama Touchstone Colombia.	46
Figura 15. Planta de Beneficio Ana Maria.	47
Figura 16. Ubicación de Planta de Beneficio Ana Maria.	48
Figura 17. Vista Aérea Planta de Beneficio Ana Maria.	48
Figura 18. Diagrama de Proceso en las áreas de Trituración y Molienda.	50
Figura 19. Diagrama de Proceso en las áreas de Trituración y Molienda.).....	53
Figura 20 Molinos de Bolas 6`X10`	54
Figura 21. Bomba centrífuga 6` X 4`	55
Figura 22. Nido de Hidrociclones.	56
Figura 23. Organigrama Área de Mantenimiento.....	57
Figura 24. Estrategia de Mantenimiento.....	57
Figura 25. Factores de Ponderación.	59
Figura 26. Pareto de falla planta.	63
Figura 27. Formato análisis causa raíz RCA.	63
Figura 28. Grafico radar nivel de madurez promedio por clausulas.	76
Figura 29. Nivel de madurez general promedio por secciones de la norma.)	77

Figura 30. Percepción por departamentos con respecto al contexto operacional del área de molienda.	79
Figura 31. Percepción por departamentos con respecto al Liderazgo del área de molienda.	82
Figura 32. Percepción por departamentos con respecto a la Planificación del área de molienda.	84
Figura 33. Percepción por departamentos con respecto a la Planificación del área de molienda.	87
Figura 34. Percepción por departamentos con respecto a la Operación del área de molienda.	90
Figura 35. Percepción por departamentos con respecto a la Evaluación y Desempeño del área de molienda.	92
Figura 36. Percepción por departamentos con respecto a la Mejora Continua del área de molienda.	94
Figura 37. Percepción del área de planta con respecto a la gestión de activos y los requisitos de ISO 55001:2014.....	95
Figura 38. Percepción del área de laboratorio con respecto a la gestión de activos y los requisitos de ISO 55001:2014	96
Figura 39. Percepción del área de gestión humana con respecto a la gestión de activos y los requisitos de ISO 55001:2014	97
Figura 40. Percepción del área de mantenimiento con respecto a la gestión de activos y los requisitos de ISO 55001:2014	97
Figura 41. % Tiempo Fuera de Servicio.....	98
Figura 42. Tiempo de parada.....	99

Lista de Tablas

Tabla 1. Cronograma de actividades del proyecto.	45
Tabla 2. Taxonomía área de Molienda	58
Tabla 3. Matriz de criticidad área de molienda.	60
Tabla 4. Formato de gestión de mantenimiento.	61
Tabla 5. Rutina de mantenimiento molienda.....	62
Tabla 6. Formato mantenimiento preventivo.	62
Tabla 7. Formato de Evaluación del nivel de madurez.	76
Tabla 8. Nivel de madurez percibido para la cláusula 4.1.....	78
Tabla 9. Nivel de madurez percibido para la cláusula 4.2.....	78
Tabla 10. Nivel de madurez percibido para la cláusula 4.3.....	78
Tabla 11. Nivel de madurez percibido para la cláusula 4.4.....	79
Tabla 12. Nivel de madurez percibido para la cláusula 5.1.....	80
Tabla 13. Nivel de madurez percibido para la cláusula 5.2.....	81

Tabla 14. Nivel de madurez percibido para la cláusula 5.3.....	81
Tabla 15. Nivel de madurez percibido para la cláusula 6.1.....	83
Tabla 16. Nivel de madurez percibido para la cláusula 6.2.1.....	83
Tabla 17. Nivel de madurez percibido para la cláusula 6.2.2.....	84
Tabla 18. Nivel de madurez percibido para la cláusula 7.1.....	85
Tabla 19. Nivel de madurez percibido para la cláusula 7.2.....	86
Tabla 20. Nivel de madurez percibido para la cláusula 7.3.....	86
Tabla 21. Nivel de madurez percibido para la cláusula 7.4.....	86
Tabla 22. Nivel de madurez percibido para la cláusula 8.1.....	89
Tabla 23. Nivel de madurez percibido para la cláusula 8.2.....	89
Tabla 24. Nivel de madurez percibido para la cláusula 8.3.....	90
Tabla 25. Nivel de madurez percibido para la cláusula 9.1.....	91
Tabla 26. Nivel de madurez percibido para la cláusula 9.2.....	91
Tabla 27. Nivel de madurez percibido para la cláusula 9.3.....	92
Tabla 28. Nivel de madurez percibido para la cláusula 10.1.....	93
Tabla 29. Nivel de madurez percibido para la cláusula 10.2.....	93
Tabla 30. Nivel de madurez percibido para la cláusula 10.3.....	94
Tabla 31. Tiempo de parada.	99

Resumen

En los últimos años Colombia ha reportado un incremento en la producción de minerales preciosos como el oro y la plata. Para el año 2021, de acuerdo a la Asociación Colombiana de Minería (ACM), aumento en 1 millón de onzas, representando el 66% frente al año previo. Para el año 2020 alcanzó una producción de 47.6 toneladas, asociadas a oro y plata, un 29.9% más que el año 2019. La mayor producción y extracción se realiza en el departamento de Antioquia, donde se concentran la mayor cantidad de minas y extracción aurífera del país. En términos económicos, por ejemplo, generó cerca de 1.9 billones de pesos en pagos por regalías para el año 2021, en comparación a 1.6 billones en el año 2020. Para generar mayor crecimiento en cada una de las plantas de extracción, procesamiento y producción de estos metales preciosos se requiere del aseguramiento de la operación, de tal manera que los procesos de mantenimiento y gestión de activos permitan mantener estos requerimientos de producción y desarrollo del negocio.

El objeto principal del proyecto se basa en la evaluación bajo la norma ISO 55000 de la gestión de activos, de un área de vital importancia para la producción de oro y minerales preciosos de la empresa Touchstone Colombia. Su sede está en Segovia, en el departamento de Antioquia. Donde el proceso de extracción del mineral es a cielo abierto por el método de bancos descendentes y el beneficio de oro por concentración con flotación espumante y cianuración. El área en mención corresponde a la molienda, donde se alimenta constantemente el material triturado, permitiendo abastecer los procesos de flotación y lixiviación para obtener el mineral precioso. De tal manera que este, es un sistema crítico y de alta demanda para la producción, y los requisitos en cuanto a confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad requieren de un estricto aseguramiento en su funcionamiento. De acuerdo a esto, la investigación se desarrolló bajo las siguientes etapas: la primera, relacionada a la fase de consulta, posteriormente la fase de inspección del área de molienda y evaluación del nivel de madurez, y la fase final, correspondiente a el análisis y recomendaciones entregadas como aporte al mejoramiento y aseguramiento del proceso de molienda.

En la fase de consulta, se recopiló información de los activos y los requerimientos de la normatividad ISO55001:2014. En la fase de inspección, un punto determinante fue la aplicación de una encuesta a los profesionales directamente involucrados en el proceso de molienda, con el fin de determinar la percepción que se tiene del área, en relación con los requisitos de un sistema de gestión de activos, y de esta manera al comparar los resultados obtenidos, poder establecer el nivel de madurez real, con respecto a la norma. La fase de evaluación y análisis permitió identificar y concluir que el área se encuentra en un nivel de inocencia, en transición a una fase de conciencia. Para algunos de los participantes, su percepción es muy optimista al calificar el área en un nivel de competencia, aunque se entiende, en términos generales, que los conceptos de la gestión de activos no son muy claros para la organización. Por el contrario, para el grupo encargado de mantenimiento y planta, su calificación es más pesimista, aunque existe una conciencia en cuanto a que la organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente, los requisitos y beneficios que puede ofrecer la implementación de un sistema de gestión, pero reconoce que poder demostrar y evidenciar los avances, necesita de un mayor desarrollo y de

este modo plasmarlo en planes creíbles y con los recursos necesarios. Por otra parte, se podría avanzar mucho más en la gestión del mantenimiento. Es necesario desarrollar un sistema que permita administrar de forma más eficiente el área de molienda, las metodologías basadas en acciones de mantenimiento preventivo y predictivo generan mayor confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad de los activos, generando valor e incrementando la productividad.

Finalmente, se plantean algunas recomendaciones basadas en la documentación de la gestión de activos, las cuales hacen referencia en la transición que debería implementar una organización, para aplicar ciertas metodologías y prácticas de un SGA. Es de vital importancia generar inicialmente, conciencia de la gestión de activos en la organización, obtener los recursos necesarios, estructurar objetivos organizacionales alineados con los requerimientos de la gestión estratégica (PGEA), implementar una política de gestión de activos y poder evaluar las expectativas de las partes interesadas y la interacción con los demás sistemas de gestión.

El control, monitoreo, medición, análisis, auditorías y revisión por la alta dirección del desempeño de los procesos, es un requerimiento ineludible, de esta manera se puede lograr prevenir de forma proactiva fallas y no conformidades, de tal manera que puedan corregirse, generar valor a partir de ellas y garantizar la mayor calidad del servicio, lo que se traduce en incremento de la rentabilidad, correspondiendo a una mejora continua con el planteamiento de estrategias que permitan optimizar el área, disminuyendo costos en operación y mantenimiento.

Abstract

In recent years Colombia has reported an increase in the production of precious minerals such as gold and silver. For the year 2021, according to the Colombian Mining Association (ACM), an increase of 1 million ounces, representing 66% compared to the previous year. For the year 2020, it reached a production of 47.6 tons, associated with gold and silver, 29.9% more than in 2019. The greatest production and extraction is carried out in the department of Antioquia, where the largest number of mines and gold extraction are concentrated. from the country. In economic terms, for example, it will end up with about 1.9 billion pesos in royalty payments for the year 2021, compared to 1.6 billion in the year 2020. To generate further growth in each of the extraction, processing and production plants of These precious metals require the assurance of the operation, so that the maintenance and asset management processes can maintain these production and business development requirements.

The main object of the project is based on the evaluation under the ISO 55000 standard of asset management, of an area of vital importance for the production of gold and precious minerals of the company Touchstone Colombia. Its headquarters are in Segovia, in the department of Antioquia. Where the mineral extraction process is open pit by the method of descending banks and the benefit of gold by concentration with foaming flotation and cyanidation. The area in question corresponds to grinding, where the crushed material is constantly fed, allowing the flotation and leaching processes to be supplied to obtain the precious mineral. In such a way that this is a critical and highly demanded system for production, and the requirements in terms of reliability, availability and maintainability require strict assurance in its operation. According to this, the investigation was developed under the following stages: the first, related to the consultation phase, then the inspection phase of the grinding area and evaluation of the level of maturity, and the final phase, corresponding to the analysis and recommendations delivered as a contribution to the improvement and assurance of the grinding process.

In the consultation phase, information was collected on the assets and the requirements of the ISO55001:2014 standard. In the inspection phase, a determining point was the application of a survey to the professionals directly involved in the grinding process, in order to determine the perception of the area, in relation to the requirements of a waste management system. assets, and in this way when comparing the results obtained, to be able to establish the real maturity level, with respect to the norm. The evaluation and analysis phase made it possible to identify and conclude that the area is at a level of innocence, in transition to a phase of awareness. For some of the participants, their perception is very optimistic when qualifying the area at a level of competence, although it is understood, in general terms, that the concepts of asset management are not very clear for the organization. On the contrary,

for the group in charge of maintenance and plant, their rating is more pessimistic, although there is an awareness that the organization has identified the means to systematically and consistently achieve the requirements and benefits that the implementation can offer. of a management system, but recognizes that being able to demonstrate and evidence progress needs further development and thus translate it into credible plans with the necessary resources.

On the other hand, much more progress could be made in maintenance management. It is necessary to develop a system that allows the grinding area to be managed more efficiently, methodologies based on preventive and predictive maintenance actions generate greater reliability, availability and maintainability of assets, generating value and increasing productivity.

Finally, some recommendations based on asset management documentation are proposed, which refer to the transition that an organization should implement, to apply certain methodologies and practices of an EMS. It is of vital importance to initially generate awareness of asset management in the organization, obtain the necessary resources, structure organizational objectives aligned with the requirements of strategic management (PGEA), implement an asset management policy and be able to evaluate the expectations of stakeholders and interaction with other management systems.

The control, monitoring, measurement, analysis, audits and review by senior management of the performance of the processes, is an unavoidable requirement, in this way it is possible to proactively prevent failures and non-conformities, in such a way that they can be corrected, generate value from them and guarantee the highest quality of service, which translates into increased profitability, corresponding to continuous improvement with the approach of strategies that allow optimization of the area, reducing costs in operation and maintenance.

Introducción

Touchstone Colombia es una compañía que pertenece al sector minero, y se dedica al procesamiento de material precioso como el oro y plata, fue fundada en el año 2006. Su planta con método de extracción a cielo abierto, cuenta con cinco sistemas para la realización del proceso de beneficio del mineral; Sistema de trituración, Sistema de Molienda, sistema de flotación, sistema de lixiviación y sistema de fundición. Una parte principal para el funcionamiento y operación de todo el proceso de obtención del mineral, es el área de molienda, debido a que este abastece las 24 horas, los sistemas de flotación y lixiviación, motivo por el cual el área debe ofrecer una disponibilidad elevada, para no afectar el proceso. Este sistema cuenta con dos molinos de bolas 6'X10', los cuales realizan la conminación del mineral adecuado para poder efectuar el proceso de concentración y se discrimina como equipos principales, asociado a estos se cuenta con una bomba centrífuga 6"X4" que se encarga de alimentar a una presión estándar de 12 Psi un banco de hidrociclones Weir 150CV que cumple la función de clasificar la pulpa utilizando fuerza centrífuga de acuerdo a una densidad adecuada para el proceso de flotación y lixiviación.

Debido a la vital importancia de esta área para el desarrollo del negocio en esta compañía, se requiere del aseguramiento de la disponibilidad, y alto grado de confiabilidad en el proceso. Para esto el área de molienda se evaluará bajo la normatividad ISO55000 de la gestión de activos, con el fin de obtener un panorama de cómo se encuentra el sistema en función de la gestión de activos, y proponer las posibles prácticas de mejora continua y de esta manera entregar a la organización las posibles herramientas que se podrían implementar para tener un sistema óptimo y confiable que garantice las necesidades del proceso generando valor a la empresa.

1. Planteamiento del Problema

De acuerdo a las cifras de la agencia nacional de minería (ANM), Colombia alcanzo una producción de 47.6 toneladas asociadas a oro y plata, para el año 2020 un 29.9% más que el año 2019. Resaltando que la mayor extracción se origina en el departamento de Antioquia y Bolívar, donde se concentran la mayor cantidad de minas del país. Según Juan Miguel Duran presidente de la ANM, el oro es uno de los minerales estratégicos para la diversificación de la matriz minera”, afirma que el crecimiento en la producción genera un aumento importante de impuestos y regalías para el país, al recaudarse cerca de 240 mil millones de pesos, para el año 2020. Se resalta que el departamento de Antioquia es el principal productor de plata – oro en Colombia, destacando los municipios de Buriticá, Remedios, Segovia, Zaragoza, Cauca y el Bagre. Para generar mayor crecimiento en cada una de las plantas de procesamiento y producción de estos metales preciosos se requiere de del aseguramiento de la disponibilidad, de tal manera que la operación no se vea afectada, de tal manera que los procesos de mantenimiento y gestión durante el ciclo de vida útil de los sistemas de molienda deben otorgar la mayor confiabilidad y eficiencia y eficacia para el desarrollo del negocio. De tal manera las prácticas y directrices que entregan las normativas internacionales como la ISO 55000 de la gestión de nos permiten identificar y analizar aquellas falencias que las organizaciones pueden tener, de tal manera que puedan corregirse, generar valor a partir de ellas y garantizar la mayor calidad del servicio y aumentar rentabilidad.

Touchstone Colombia es una compañía que pertenece al sector minero, y se dedicada al procesamiento de material precioso como el oro y plata, fue fundada en el año 2006. Su planta con método de extracción a cielo abierto, cuenta con cinco sistemas para la realización del proceso de beneficio del mineral; Sistema de trituración, Sistema de Molienda, sistema de flotación, sistema de lixiviación y sistema de fundición. Una parte principal para el funcionamiento y operación de todo el proceso de obtención del mineral, es el área de molienda, debido a que este abastece las 24 horas, los sistemas de flotación y lixiviación, motivo por el cual el área debe ofrecer una disponibilidad elevada, para no afectar el proceso. Este sistema cuenta con dos molinos de bolas 6'X10', los cuales realizan la conminación del mineral adecuado para poder efectuar el proceso de concentración y se discrimina como equipos principales, asociado a estos se cuenta con una bomba centrífuga 6"X4" que se encarga de alimentar a una presión estándar de 12 Psi un banco de hidrociclones Weir 150CV que cumple la función de clasificar la pulpa utilizando fuerza centrífuga de acuerdo a una densidad adecuada para el proceso de flotación y lixiviación. Debido a la vital importancia de esta área para el desarrollo del negocio en esta compañía, se requiere del aseguramiento de la disponibilidad, y alto grado de confiabilidad en el proceso.

1.1 Antecedentes

Se documentan los enfoques teóricos y disciplinares en los procesos de extracción de minerales preciosos, profundizando en el área de molienda, debido a la importancia y criticidad que este circuito tiene en la obtención del benéfico de estos minerales y adicional revisar datos actuales sobre aplicación de la norma ISO55000 de la gestión de activos al sector minero u otro sector.

Realizar la evaluación bajo la normatividad ISO55000 de la gestión de activos al área de molienda de la empresa del sector minero de materiales preciosos Touchstone Colombia, permitirá que la empresa mejore el desempeño productivo, permitiendo que aquellos bienes o servicios que proveen satisfagan las necesidades de la alta dirección en beneficio de generar valor cumpliendo con el plan estratégico de la empresa. A continuación, se presentan la revisión de bibliografía enfocada en la gestión de activos.

De acuerdo con (Jorge & Gaston, 2021) existen pocas compañías de extracción que ofrecen un funcionamiento satisfactorio. Generalmente, en estos procesos poco tecnificados, no se logra más del 50% de recuperación del oro presente en el mineral, y a un alto costo operación. Esta investigación describe que definir factores como la caracterización del mineral con respecto a la densidad, dureza, carga circulante, carga moledora, y consumo de energía, intervienen en el buen funcionamiento de un sistema de molienda. Plantea a en su proyecto que inicialmente se debe evaluar el circuito de molienda y clasificación, de tal manera que se pueda obtener información relevante de los equipos que conforman el área, como lo son; molinos, hidrociclones, bombas y equipos auxiliares. El desarrollo metodológico realizó un análisis granulométrico específico, donde se midieron densidades para determinar el porcentaje de sólidos y balance de flujos. Se registraron características eléctricas y mecánicas de las bombas y motores, características dimensionales y físicas de los molinos, estos datos permitieron realizar los cálculos respectivos utilizando modelos matemáticos que arrojaron factores de rediseño del circuito, lo que permitió aumentar la capacidad y eficiencia en la molienda, al mantener una alimentación de mineral constante con características físicas y químicas similares, una cantidad de agua adecuada según el requerimiento del circuito, y velocidad operacional de giro de los molinos, sin sobrepasar la velocidad crítica en un 75%, para evitar centrifugación.

La tesis de grado desarrollada por (Alex, Peter, & Victor, 2019) Plantea la Implementación de una estrategia de mantenimiento mediante RCM II al área de molienda de una planta minera, ya que esta es el área más crítica debido al impacto causado por los equipos en la producción, los cuales provocan pérdidas por paralización total de la planta, altos costos en mantenimiento, deterioro de equipos, repuestos costosos y altos tiempos de entrega. Debido

se desarrolla en este proyecto, la implementación de nuevas estrategias de mantenimiento para poder obtener confiabilidad y alta disponibilidad.

El desarrollo metodológico definió las políticas de manejo de fallas, y manejo de consecuencia de fallas, describió detalladamente cada equipo involucrado en la producción del área de molienda. Posteriormente desarrolló el proceso de implantación del RCM II, iniciando con la determinación del equipo más crítico, el contexto operacional y las limitaciones. Con la definición del AMEF (Análisis del Modo y Efecto de Fallas) y el árbol lógico de decisiones de tareas se procedió con el análisis técnico económico para el programa anual de mantenimiento de los equipos, con una adecuada y pertinente toma de decisiones soportado en el análisis de factibilidad.

Olivares, A. (2017), plantea la excelencia operacional en la gestión del mantenimiento en planta concentradora, división el teniente en la empresa Codelco Chile, esta división se encuentra inserta en un ambicioso plan de reducción de costos, aumento de productividad y continuidad de marcha de los procesos productivos, los cuales buscan impactar directamente en los resultados divisionales. A su vez, el área de mantenimiento de la gerencia de planta posee un rol crítico como eslabón intermedio entre procesos de mina y fundición, con el objetivo de maximizar la disponibilidad y confiabilidad de los principales activos en un escenario global de bajos precios del cobre, alza en los costos de producción a nivel global y baja productividad.

Los resultados obtenidos principalmente en términos de coeficiente de marcha y producción, llaman a realizar una investigación de las herramientas de gestión del mantenimiento, enmarcadas dentro de conceptos de excelencia operacional, de mayor impacto y que sirvan de guía para la optimización e implementaciones futuras en otras áreas y/o plantas concentradoras.

Pacovilca, G. (2016), propone implementar un modelo estratégico de gestión integral de activos para optimizar las operaciones de mantenimiento en la unidad minera Anabi S.A.C, donde se tiene incrementar la vida útil de los activos y reducir los costos de mantenimiento, analizar a través de un diagnóstico de gestión de activos el nivel de madurez de la empresa con el fin de tener una visión de los aspectos claves a mejorar y aplicar un plan estratégico para la generación de valor.

Realizando un enfoque hacia la estructura de la Norma ISO55000 de la gestión de activos a otros sectores, como los de servicios públicos de energía tenemos lo siguiente:

Montoya, R. (2019), propone aplicar una metodología que permita recopilar la información acerca de los requerimientos expuestos en la norma ISO55001, aplicada a la empresa Colceramica S.A.S. Esto con el fin de visionar hacia una gestión de activos en base a los

requisitos certificables de la normativa internacional, mediante el análisis detallado, documentación y retroalimentación de la gestión actual que presenta la organización.

Pineda, D. (2014), plantea potencial y beneficios de la implementación de gestión de activos en el sector de servicios públicos e infraestructura en Medellín, se busca identificar los beneficios obtenidos con la implementación y las prácticas utilizadas para lograrlo. Se debe determinar cómo las prácticas utilizadas en dichas empresas se relacionan con el contexto de las empresas en Medellín y de qué manera la aplicación de estas puede ser relevante para las empresas del sector.

Castañeda, D. Perez, D. (2017), propone la metodología para desarrollar un sistema de gestión de activos enfocado al mantenimiento según normatividad ISO55000:2014. Caso de estudio: Subestación eléctrica de la facultad Tecnológica, Universidad Distrital. Se presenta como una herramienta útil para la universidad, con la cual pueda gestionar y administrar el activo de forma eficiente. En este documento se describen los lineamientos básicos de la normatividad ISO 55000:2014; esta norma internacional sirve como guía para implementar, administrar y mejorar el sistema de gestión de activos. También, se presentan los pasos que debe tener en cuenta la universidad para poder cumplir con la norma y actividades asociadas al mantenimiento de la subestación de distribución. Además, se llevaron a cabo actividades presenciales en la subestación eléctrica de la Facultad Tecnológica con el fin de conocer y analizar los activos presentes y acciones de mantenimiento que se le aplican a estos. Se ha visto que la buena gestión de activos eléctricos contribuye no solo a la compañía que posea al activo, sino también a todo el sistema eléctrico, en el caso de esta subestación se puede mejorar algunas deficiencias técnicas y de administración del ciclo de vida.

(Barroso, 2014) Elaboró el diseño de un sistema de evaluación al área de mantenimiento de una organización en base a la norma ISO 55000. Documenta que aplicar técnicas y metodologías de mantenimiento, permiten a las compañías obtener mayor rendimiento de sus equipos, optimizar la vida útil, mejorar la producción, aumentar la disponibilidad, y reducir recursos financieros. Junto con estas técnicas, se deben implementar estrategias que permitan gestionar los activos, y encaminarlos durante el ciclo de vida hacia el plan estratégico organizacional, lo que permite optimizar la administración. Para llevar a cabo esto, el primer paso es generar una autoevaluación como se describe en la investigación, permitiendo estimar en que puntos claves descritos en la norma ISO 55000 de la gestión de activos, se deben efectuar planes y estrategias de mejora, para generar valor de los activos, aportar a la consecución de los objetivos establecidos, aumentar la rentabilidad de las inversiones, tomar decisiones efectivas y equilibrar eficazmente los costos, riesgos, oportunidades y rendimiento. Una metodología clara para la evaluación del rendimiento global de mantenimiento en una organización, es por medio de indicadores, como lo emite la norma

Europea UNE-EN 15341. Esta entrega las directrices para hacer evaluaciones del desempeño actual y compararlo con los resultados alcanzados o esperados, permite tomar decisiones, e identificar las falencias con respecto a los objetivos organizacionales. Además, generar comparaciones internas y externas, diagnósticos de ventajas y debilidades y planificación de acciones de mejora.

Para medir estos parámetros, los indicadores deben estar dirigidos hacia algunos factores de rendimiento en particular, como lo son; la eficiencia del mantenimiento, mejora de la disponibilidad, costos de mantenimiento, protección del medio ambiente, gestión de inventarios, confiabilidad, mantenibilidad, así como el uso de KPI's ya que estos permiten la verificación final de la efectividad del sistema de gestión. Inicialmente para la evaluación, se realizó un cuestionario bajo los lineamientos de la norma ISO 55000. La escala de valores, fue de 1 a 5, siendo 1. un nivel de inconciencia. 2. un nivel de conciencia e inicios de trabajos para la implementación de un sistema de gestión. 3. considera una implementación menor al 50% en la gestión de activos. 4. una implementación superior al 50%. 5. Una implementación al 100%, al obtener estos resultados se generaron graficas que ayudaron a comprender los aspectos débiles a trabajar, para mejorar el sistema de gestión de activos y guiar a la organización hacia su mejora ofreciendo una serie de recomendaciones y plan a seguir. Las recomendaciones establecidas por esta investigación a partir del análisis de los resultados, arrojaron que la organización debe mejorar en ciertos criterios claves que determina la norma. Estos aspectos fueron; inicialmente, que la alta dirección debe estar totalmente comprometida e involucrarse directamente en el proceso, generar conciencia sobre la gestión de activos, establecer una política, una estrategia y un plan de gestión de activos acorde a los objetivos organizacionales, basados en la gestión del riesgo. Se debe documentar y emitir procedimientos donde se identifiquen y contemplen los riesgos y las oportunidades, de tal manera que se pueda aumentar la eficacia en los procesos, y evaluar el proceso a través del tiempo, así como la asignación de los recursos necesarios. Otro punto importante es la integración del sistema de gestión de activos con otros sistemas como el de calidad y ambiente, así como la comunicación multidireccional y efectiva basada en una filosofía de mejora continua en todas las partes interesadas. Se deben generar evaluaciones continuas, y seguimiento a todo el plan lo que permitirá reflejar el estado real del proceso y originar retroalimentaciones.

(Institute of Asset Management, 2015) entidad profesional sin ánimo de lucro del reino unido, dedicada al desarrollo académico y científico de la gestión de activos. Promociona la generación, aplicación de conocimientos, capacitación y ayuda a individuos u organizaciones en la adquisición de competencias en la materia. Publica en 2011 la primera versión del libro Gestión de Activos – Una anatomía, brinda una apreciación de la gestión de activos, describiendo que es, para que se aplica, qué se puede lograr, el alcance de la disciplina, conceptos fundamentales y su filosofía, apoyada en una revisión internacional de los modelos

de gestión de activos, metodologías de evaluación, diferentes normas y manuales. Ha sido leída y aplicada por gobiernos, organizaciones e individuos de muchos países, obteniendo grandes beneficios en la administración y gestión del portafolio de activos.

El propósito de la sociedad es ofrecer una introducción general, y comprensión de la gestión de activos como disciplina holística, permitiendo un reconocimiento del estado actual de la organización, concientizando a todas las partes interesadas sobre la capacidad que tiene para generar valor y desarrollar de manera eficiente y eficaz un negocio, al alcanzar los objetivos propuestos. Como alcanzar entonces todos estos beneficios; El IAM propone unos principios que están basados en cuatro ejes: valor, alineación, liderazgo y aseguramiento; con un enfoque en el ciclo de vida del activo y la toma de decisiones, lo cual requiere de conocimientos sobre el comportamiento de los activos, en sus etapas de diseño, operación, mantenimiento, reemplazo o disposición final. Para ello el sistema requiere de las diferentes áreas de la organización y sus profesionales de administración, finanzas, diseño, gestión de proyectos, mantenimiento, seguridad, etc. El IAM proporciona un modelo conceptual encabezado en un conjunto de seis grupos que cubre un total de 39 temas para la gestión de activos. Grupo 1. Estrategia y Planeación; dentro de este grupo se discuten temas relacionados con las políticas de la gestión de activos, estrategias, objetivos y planeación estratégica. El Grupo 2. Toma de decisiones; estructura de decisiones del capital de inversión, operación, valor en el ciclo de vida, y recursos. El Grupo 3. Ciclo de Vida; contempla la adquisición de activos, estrategias de mantenimiento y confiabilidad, estándares técnicos, ingeniería de sistemas, operación y respuesta a fallos. Dentro del grupo 4. Toda la información, y estándares correspondientes a los activos. Como penúltimo grupo, el No. 5. Hace referencia a la organización y personas, su respectiva cultura organizacional, cadenas de suministro, competencia y liderazgo. El último grupo, No. 6. Riesgo y Revisión, es un grupo muy importante ya que permite la gestión y evaluación del riesgo, planeación de contingencias, desarrollo sostenible, rendimiento y monitoreo del activo, gestión del cambio, sistema de monitoreo de activos, valoración de activos, y compromiso de los interesados. El funcionamiento de este modelo, depende de la integración de todos los temas, y las interrelaciones que debe existir entre ellos. Para muchas organizaciones, la gestión de activos es vital para la generación de valor y la reducción del riesgo. Aplicar este modelo afirma que los beneficios pueden reflejarse en el desempeño financiero mejorado, asertividad en la toma de decisiones, manejo del riesgo y oportunidad, servicios y productos mejorados y competentes, responsabilidad social, cumplimiento, reputación, sostenibilidad y eficiencia y efectividad mejoradas, reducción en el capital y costos de mantenimiento, el aumento de la disponibilidad de los activos y la reducción de exposición al riesgo, traduciéndose todo esto en incremento de la rentabilidad.

2. Justificación

Evaluar el área de molienda de la empresa del sector minero Touchstone Colombia, bajo la normativa ISO 55000, nos permitirá en primer lugar obtener un panorama general y un estado de madurez de la situación actual del área con respecto a las políticas y estrategias organizacionales para el desarrollo del negocio. Con esto se logra identificar las falencias en ciertas actividades, que no permiten generar el mayor rendimiento de los activos y alcanzar los objetivos propuestos por la organización. Reconociendo aquellas deficiencias, se puede entregar el primer paso para tomar decisiones que basadas en riesgos y una proyección a largo plazo, permitan brindar estabilidad, sostenibilidad y confianza en los procesos y la entrega del producto final, asegurando que los activos cumplan su función a partir de las fases del ciclo de vida desde que se concibe una necesidad, se diseña, se opera y mantiene hasta su disposición final, involucrando a todas las partes de la organización. La finalidad de la investigación, es lograr que la compañía con el apoyo de la alta dirección comprendan la importancia de la gestión de activos y como adoptar esta conciencia, que a partir de metodologías y herramientas pueden aumentar el desempeño financiero si se logra reducir por ejemplo, los costos en mantenimiento, aumentar la disponibilidad, implementar nuevas estrategias de mantenimiento y estandarización de procedimientos, lo que permite reducir costos de repuestos, suministros, y tiempos perdidos, aumentando la confiabilidad y disminuyendo la exposición al riesgo, esto se traduce en mayor productividad, calidad, y satisfacción del cliente. Obtener una gestión efectiva de valor, riesgo y obligaciones con una buena administración mejora la confianza del grupo de interés, se toman decisiones correctas en la inversión de activos, seguridad en los procesos, seguridad del personal, se crea una responsabilidad social, sostenibilidad organizacional, eficiencia, efectividad e incremento de ingresos. De tal manera que la compañía Touchstone podría incrementar su producción, aumentar el crecimiento minero en la región de Antioquia, generar mayor empleo, incrementar el aporte de regalías y recaudo de impuestos beneficiando a las zonas rurales de incidencia directa y al país.

3. Objetivo general

3.1 Objetivo General

Evaluar bajo la normatividad ISO55000 de la gestión de activos el área de molienda de la empresa del sector minero de materiales preciosos Touchstone Colombia.

3.4 Objetivos específicos

- ✓ Examinar el plan y objetivos organizacionales, planes estratégicos, visión y política organizacional de la empresa del sector minero Touchstone Colombia.
- ✓ Relacionar los requerimientos que se describen en la norma ISO 55000, con base a la información recopilada del área de molienda de la organización.
- ✓ Analizar el estado actual de los activos en el área de molienda y el plan de mantenimiento actual, con el fin de plantear estrategias que permitan reducir los costos de mantenimiento y optimización del proceso, de acuerdo a un modelo específico de la gestión de activos.

4. Problema de Investigación

Evaluar bajo la normatividad ISO 55000 de la gestión de activos al área de molienda de la empresa del sector minero de materiales preciosos Touchstone Colombia.

5. Hipótesis

Evaluando el sistema de molienda de la empresa Touchstone Colombia bajo la normatividad ISO55000 de la gestión de activos obtenemos un panorama actual del área de molienda y sus sistemas, con el fin documentar y entregar practicas recomendadas que optimizarían y entregarían confiabilidad en el procesamiento de mineral precioso oro y plata.

6. Marco Teórico

El oro y la plata son metales preciosos, no ferromagnéticos, cuyas propiedades mecánicas, físicas y químicas los hacen idóneos para la fabricación de distintos tipos de elementos útiles para el ser humano, ciertas propiedades como los son su maleabilidad y ductilidad, ya que pueden fundirse y retomar su dureza al enfriarse, no se oxidan y corroen al estar expuestos al agua o al aire, y poca reacción químicamente, han permitido a la sociedad atribuirle gran valor. Durante mucho tiempo su uso fue para producir monedas. (BBC, 2013)

El oro con símbolo 'Au' en la tabla periódica de los elementos químicos con el símbolo número atómico 79, ubicado en el grupo 11 y color amarillo, se clasifica químicamente entre los 'metales de transición'.

La plata, con símbolo 'Ag' número atómico 47 ubicado también en el grupo 11, de color blanco brillante. (Catherine E. & Alan G., 2006)

Estos metales debido a su baja reactividad química, se pueden encontrar bajo tierra, en depósitos aluviales de pequeñas acumulaciones, junto a otros minerales en formaciones aluviales, como vetas de cuarzo, pizarra, rocas metamórficas, así como asociado a piritas. Son dos de los metales más buscados y explotados por la minería. De acuerdo a las cifras de la agencia nacional de minería (ANM), Colombia alcanzo una producción de 47.6 toneladas asociadas a oro y plata, para el año 2020 un 29.9% más que el año 2019. Resaltando que la mayor extracción se origina en el departamento de Antioquia y Bolivar, donde se concentran la mayor cantidad de minas del país. (Agencia Nacional de Minería, 2021)

La actividad de extracción de oro legal en el país se realiza con diferentes métodos, que permiten remover mayores cantidades de metal precioso.

6.1 Métodos de Explotación Mineral en Colombia

En Colombia los principales métodos extracción minera dependen del tipo de depósito, el cual puede ser a cielo abierto o subterráneo. (Sergio H. & Ana V., 2020)

6.1.1 Explotación a cielo abierto

La extracción minera a cielo abierto se puede clasificar en cuatro grupos: Minería descubierta, de contorno, a tajo Abierto y mixto. A continuación, se hace una descripción general de los métodos usados a cielo abierto y sus principales características.



Figura 1. Extracción de minera a cielo abierto. Fuente. (El espectador, 2016).

- **Tajo abierto:** Se caracteriza por mover grandes volúmenes de material estéril y es la técnica más avanzada. El proceso contiene bancos de extracción ubicados en el macizo rocoso, se caracteriza por excavaciones profundas.
- **Minería descubierta:** Se da en yacimientos sedimentarios, de capas con bajos buzamientos y poco espesor, altas relaciones de descapote, en las que se permite el manejo de dos bancos uno superior de estéril y el otro que comprende el espesor del cuerpo mineral.
- **Minería de contorno:** Consiste en la excavación del estéril y del mineral en sentido transversal al afloramiento, hasta alcanzar el límite económico, dejando un talud de banco único y progresión longitudinal siguiendo el citado afloramiento, la maquinas que se utilizan suelen ser de tipo convencional como los bulldozers.
- **Métodos mixtos o especiales:** Se aplica en aquellos yacimientos de mineral en los que, por sus características geológicas y por los aspectos tecnológicos, se llegan al límite de explotación por el sistema de Cielo Abierto, y se hace necesario continuar la extracción de manera subterránea.

6.1.2 Explotación Subterránea

La minería subterránea es la labor que se realiza por debajo de la tierra para la extracción de recursos mineros. En la ejecución de la actividad minera, es necesario realizar trabajos en el suelo con anterioridad como lo son los túneles, pozos, yacimientos, entre otros, para el buen desarrollo del trabajo diario en dichas minas. Las explotaciones mineras son recomendables ejecutarlas de forma subterránea, ya que al aire libre puede ocasionar grandes problemas económicos, sociales y ambientales.



Figura 2. Minería subterránea. Fuente. (Rumbo minero, 2021).

6.1.3 Beneficio de Minerales

Se le llama beneficio de minerales al conjunto de procesos del mineral extraído, que requieren de separación, molienda, trituración, mezcla, lavado y concentración a las que se somete el mineral extraído para su posterior transformación y utilización.

Para obtener estos beneficios el mineral debe someterse a dos tipos de operaciones; una transformación física del mineral y otra por transformación química. Se describen las operaciones y procesos básicos que se utilizan para la obtención del beneficio y transformación de minerales. (Sergio H. & Ana V., 2020)

- Trituración: Esta cumple la función de disminuir el tamaño de la roca provenientes de la mina; Puede clasificarse en cuatro grupos según la granulometría de los productos y su utilización: primaria, secundaria, terciaria y usos especiales. (Sergio H. & Ana V., 2020)
- Molienda: Su objeto es reducir las partículas gruesas que se dan en la etapa de trituración secundaria a un tamaño requerido. Los molinos, según su modo de trabajo, se clasifican en:
 1. Molinos que trabajan por percusión: molinos de pisones.
 2. Molinos que trabajan por fricción: molinos de disco.
 3. Molinos que trabajan por fricción y percusión: molinos rotatorios. Los molinos rotatorios son medios moledores sueltos (bolas, guijarros, y barras).

Reducen el tamaño de partículas aplicando esfuerzos por impacto y corte. La molienda puede ser en seco o húmeda. La primera usa grandes sistemas de ventiladores para mover los materiales, mientras que en la segunda el agua es el medio de transporte. (Sergio H. & Ana V., 2020)

Todos los tipos de molino consisten esencialmente de cilindros rotatorios con los lados planos o cónicos, y usan bolas de acero, barras de acero o pebbles como medios de molienda.



Figura 3. Molino de bola para beneficio de minerales. Fuente. (mogroup, 2022)

El término “molino de bolas” se usa generalmente para referirse a un molino cilíndrico cuya longitud es igual o más grande que su diámetro. Fue inicialmente desarrollado para la molienda gruesa, pero usándolo en circuito cerrado con un clasificador su uso ha estado extendido para la molienda fina.

Los molinos de bolas tienen un casco de hierro fundido o planchas de acero y son llevados en muñones o apoyos huecos. El mineral es alimentado a través de una cuchara, tipo tambor, o con un alimentador en un extremo y es descargado en el extremo opuesto.

Los molinos de bolas pueden arbitrariamente subdividirse en dos tipos, según el método de descarga de la pulpa. En molinos de rebose o de alto nivel donde la pulpa llega a un nivel arriba hasta que rebosa y se descarga a través del muñón. Los molinos de descarga de alto nivel se hacen por un gran número de fabricantes en todo el mundo. Los molinos de bajo nivel de Allis-Chalmers y Marcy se caracterizan por una parrilla en el punto de descarga. La descarga es ajustada con una parrilla; entre la parrilla y el extremo del molino están levantadores radiales que actúan como una bomba para levantar la descarga por el punto de descarga del apoyo o muñón. El sistema de movimiento es por sistema de engranajes o fajas para modelos pequeños.

- Flotación: El proceso se basa en la adhesión selectiva de partículas de especies minerales a burbujas de aire dispersas en un medio acuoso. El desarrollo de la flotación está vinculado al descubrimiento progresivo de ciertas sustancias químicas de carácter orgánico, que, incorporadas a una pulpa, presentan la facultad de conferirle propiedades de flotabilidad en forma selectiva o semiselectiva a ciertas especies minerales útiles. (Sergio H. & Ana V., 2020)

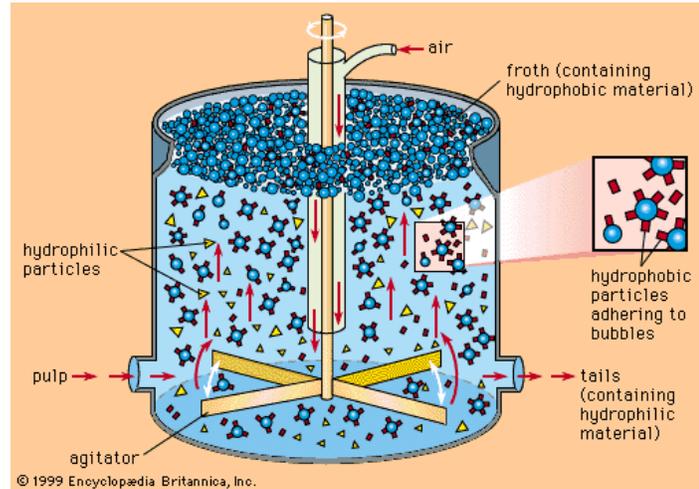


Figura 4. Proceso de flotación por adhesión de aire. Fuente. (Procesamiento de minerales, 2013)

- **Cianuración:** Es un método hidrometalúrgico que requiere de agregar una solución alcalina de cianuro que permite la lixiviación, disolviendo el metal precioso, que previamente ha sido molido hasta un nivel muy fino, lo que permite la precipitación al contacto con el metal precioso. Dentro de este proceso se asocian, la separación, purificación, deposición, extracción de disolventes, y atracción de iones para obtener metal concentrado. Con este método se logra una recuperación del 90% del oro. (Zambrano C & Keyla E. López, 2020) Aquí el material se lixivia en tanques de agitación con la adición de aire y oxígeno. El proceso de disolución se lleva a cabo de una manera más rápida y efectiva. (Miguel C. & José M., 2015)

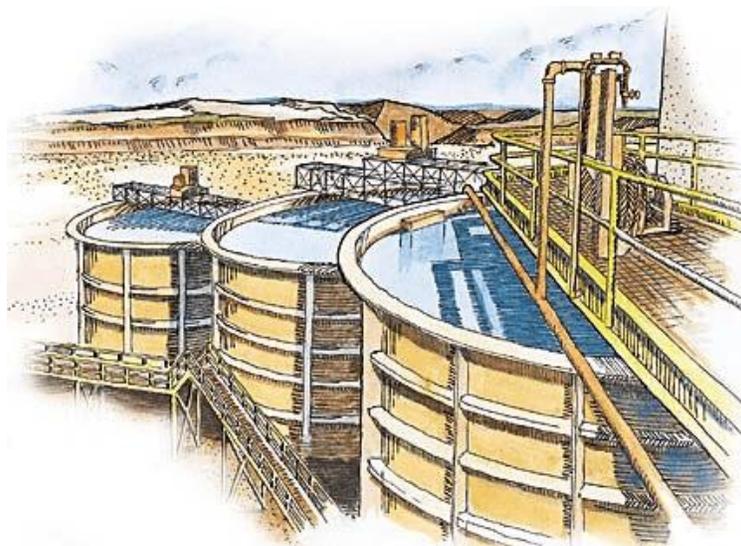


Figura 5. Proceso de cianuración. Fuente. (911metallurgist,2017)

6.2 Generalidades de la normatividad ISO 55000:2014

6.2.1 Gestión de activos

La gestión de activos busca administrar todo el ciclo de vida de los activos de una organización con el fin de maximizar su valor (Asociación Española para la Calidad,2017). La gestión de activos integra recursos organizacionales para la mejora de la productividad y fomenta la consecución de los objetivos organizacionales.

6.2.2 Sistema de Gestión para la Gestión de Activos

El sistema de gestión de activos es un conjunto de elementos interconectados de una organización, donde se establecen políticas y estrategias para la administración de los activos, se busca fomentar actividades para lograr mayor rendimiento de los activos y al mismo tiempo alcanzar los objetivos propuestos por la organización. El sistema de gestión de activos es adecuado si se tienen en cuenta las cláusulas presentadas en la ISO 55001:2014.

6.2.3 Beneficios del Sistema de Gestión de Activos

La implementación de un sistema de gestión de activos trae consigo beneficios para la organización, ya que ayuda al cumplimiento de los objetivos organizacionales brindando estabilidad y confianza a los procesos que se llevan a cabo en la organización. La gestión de activos no se centra en el activo mismo, sino en el valor que el activo puede proporcionar a la organización (ISO, 2014b). Algunos de los beneficios que se obtienen son:

- ✓ Reducción del riesgo y mejora de procesos
- ✓ Enfoque a largo plazo y sostenible para la toma de decisiones
- ✓ Apoya la gestión energética, la gestión ambiental y demás actividades relacionadas con sostenibilidad.
- ✓ Mejores resultados financieros
- ✓ Mejora en la calidad de la información sobre los activos.

6.2.4 Elementos de un Sistema de Gestión de Activos

La Organización Internacional de Normalización (ISO) publicó, en el año 2014, las normas de la serie 55000 sobre el manejo del sistema de gestión de activos. Estas normas basan su estructura en siete elementos que debe tener en cuenta todo sistema de gestión de activos.

Debido a que un sistema de gestión de activos involucra a toda la organización, se debe implementar después de conocer todos los aspectos que juegan un papel importante dentro de los elementos que se describen en ISO 55001. Para diseñar un sistema de gestión de

activos es necesario identificar los siguientes elementos, ya que tienen incidencia en los resultados que se obtengan (ISO 55001, 2014).

- ✓ Contexto de la organización: En este requisito la organización debe establecer que factores afectan directamente el logro de un objetivo dentro del sistema de gestión de activos; se deben considerar factores externos e internos.
- ✓ Liderazgo: El liderazgo se ejerce de manera visible por la alta gerencia, para tener un sistema de gestión de activos exitoso es necesario el compromiso por parte de la alta gerencia; ya que la alta gerencia es quien establece los objetivos organizacionales y las políticas de administración de activos, que en últimas lo que busca la gestión de activos es brindar herramientas que faciliten el alcance de esos objetivos y políticas organizacionales.
- ✓ Planificación: La planificación de un sistema de gestión de activos implica la evaluación de factores internos y externos, el establecimiento de criterios para la toma de decisiones, la disponibilidad de recursos, establecer criterios para la evaluación del sistema de gestión de activos.
- ✓ Apoyo: La organización será quien determine y proporcione los recursos necesarios durante la elaboración y ejecución del sistema de gestión de activos. También, garantizará los recursos para la obtención de los objetivos de la gestión de activos; dentro de los cuales resaltan actividades asociadas a la capacitación, documentación, de mejora y otras actividades que conduzcan a la obtención de los resultados.
- ✓ Funcionamiento: El sistema de gestión de activos, permite a la organización un control sobre los procesos que son necesarios para cumplir con los requisitos establecidos para su cumplimiento; permite además establecer el nivel de cambio y evaluar las actividades que puedan tener un impacto en el logro de los objetivos de la gestión de activos.
- ✓ Evaluación del desempeño: Consiste en establecer criterios para el seguimiento, medición, análisis y evaluación de las actividades que garanticen la obtención de los resultados, es obligación de la organización documentar cada proceso. La evaluación podrá ser interna y/o externa.
- ✓ Mejora continua: Este requisito plantea la presencia de inconformidades o de actividades a las cuales haya necesidad de realizar una acción preventiva y si es el caso llegar a aplicar una acción correctiva, todo esto para la consecución de un sistema de gestión de activos eficiente y productivo.

6.2.5 Relación del sistema de gestión de activos con la gestión organizacional.

En las organizaciones un sistema de gestión de activos se utiliza para dirigir, coordinar y controlar las actividades de la gestión de activos, sin embargo, existe actividades que no se pueden controlar por un sistema de gestión de activos: actividades como liderazgo, la cultura, el comportamiento. Es por eso que la organización debe plantear soluciones fuera del sistema de gestión de activos, ya que pueden influenciar la consecución de los objetivos (ISO, 2014b). La Figura N° 1 muestra la relación entre los términos clave de gestión de activos.

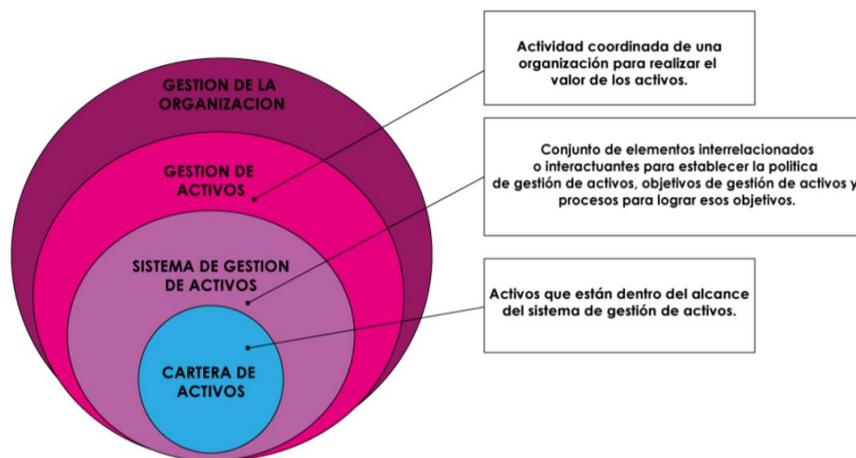


Figura 6. Relación de la Gestión organizacional con la gestión de activos. Fuente: (ISO, 2014a)

6.2.6 Estructura de un Sistema de Gestión de Activos

La figura N° 2 describe el sistema de gestión de activos desarrollado en las normas ISO 55000. Es indispensable determinar las acciones que garanticen la mayor rentabilidad del conjunto de bienes, a lo largo del ciclo de vida de los activos.

6.2.7 Enfoque de un Sistema de Gestión de activos

La gestión de activos tiene una relación directa con el mantenimiento de los activos, sin embargo, esto no implica que se pueda aplicar un sistema de gestión de activos; la norma es muy clara en especificar a qué activos aplica. Teniendo en cuenta lo anterior, la gestión de activos es un sistema que involucra a varias partes de la organización, debido a eso puede ser parte de un sistema integrado, es decir puede relacionarse con un sistema de gestión de calidad, ambiental, de riesgo; reduciendo costos, recursos humanos y obteniendo beneficios en cuanto al tiempo de implementación.

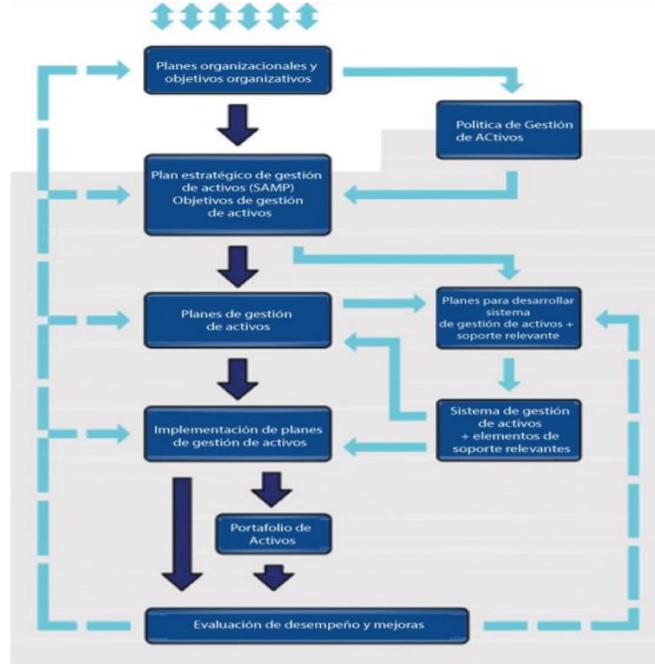


Figura 7. Estructura de un sistema de gestión de activos. Fuente: (ISO, 2014b)

6.2.8 Principios de la gestión de activos

Los principios de la gestión de activos se caracterizan porque gestionan el riesgo del activo durante todo el ciclo de vida, asegurando que el activo cumpla con su función. Los principios que emplea el sistema de gestión de activos tienen un enfoque sistemático para fomentar acciones consistentes y duraderas.



Figura 8. Principios de un Sistema de gestión de activos. Fuente: (ISO 55001:2014).

6.2.9 Tipos de activos

Según la norma ISO 55000:2014 los activos se pueden clasificar como: activo físico, activos financieros, activos de tecnología de la información y las comunicaciones (TIC's), activos críticos, de infraestructura, bienes muebles. Una organización puede elegir gestionar sus activos como un grupo; en vez de individualmente (Nieto, Daniel; Amatti, Juan Carlos; Monbello, 2015) en busca de lograr los objetivos tanto de la organización o del sistema de gestión de activos; esto siempre basado en las necesidades y requerimientos que en esta se presenten. Los equipos del área de molienda, para efectos de este documento se clasificará dentro de los activos físicos y críticos, ya que se consideran un activo potencial para impactar significativamente en el logro de los objetivos de la organización.

6.2.10 Ciclo de vida de un activo

Inicialmente, antes de concebir un activo se estima que hay en determinado proceso, una necesidad específica que requiere ser intervenida y, posteriormente, luego de tener una necesidad se crea un diseño inicial de un activo que se genera a partir de un conjunto de ideas propuestas por diferentes entes que intermedian sobre el proceso, consecutivamente, se construye, se instala y se declara la operación del activo en el proceso como también el mantenimiento pertinente para lograr obtener el mayor provecho del mismo, al final, se estima cual es el procedimiento para la desincorporación del activo al estar determinado por reemplazo o hasta que se denote con déficit de la funcionalidad, es decir, pérdida del valor del activo. Es importante considerar que en todo el ciclo es necesario analizar, validar y evaluar costos, funcionalidad, mantenimiento, tiempo estimado entre otros con el fin de obtener la mayor eficiencia. A continuación, en la figura 4. Se representa una visión general de las fases del ciclo de vida del activo.



Figura 9. Fases del ciclo de vida de un activo. Fuente: (ISO 55001:2014).

6.2.11 Costo del Ciclo de vida de un activo

Es el proceso de análisis económico que valora el coste total de adquisición, propiedad y eliminación de un activo (EN 60300-3-3, 2013). El objetivo principal de realizar un análisis al costo del ciclo de vida de un activo, es establecer los gastos y costos asociados a las actividades que se llevan a cabo durante las etapas del ciclo de vida del activo.

La evaluación de costos es necesaria cuando se deben comparar diferentes opciones de inversión (Cerón, Orduña, Aponte, & Romero, 2015). Según la IEC 60300-3,2013 los costos del ciclo de vida de un activo es la suma de los diferentes costos que se presentan en cada una de las etapas del ciclo de vida, es por eso que se tiene el costo de adquisición, el costo de operación y/o mantenimiento y por último el costo de desincorporación o reciclaje (Romero, Mombello, & Rattá, 2012), por lo tanto, el costo del ciclo de vida (CCV) está dado por:

$$CCV(t) = CA(t) + COM(t) + CD(t)$$

Dónde, el costo de adquisición (CA) representa el valor de la inversión inicial por el cual el activo es adquirido por la organización o el momento en el cual se realiza una reparación de fallas en las partes del equipo o activo, o en su defecto la instalación de nuevas partes.

El costo de mantenimiento (COM) está directamente relacionado con las acciones de mantenimiento que se aplican al activo; sabemos que realizar estas actividades tienen un costo directo representado en los repuestos y/o partes de los activos, mano de obra, consultorías de expertos y también en la consecución de los objetivos de la organización, representando pérdidas y costos mayores. Estos costes son difíciles de predecir y pueden incluir costes asociados a la instalación.

Y por último el costo de desincorporación (CD) estos costos hacen parte de la última etapa del ciclo de vida por tanto se deben considerar los costos por recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos (Romero et al., 2012).

6.2.12 Confiabilidad y Costo del Ciclo de vida

La confiabilidad representa la disponibilidad del activo, es decir; en el momento en que sea requerido su funcionamiento debe estar disponible para llevar a cabo su función durante el tiempo que se requiera. La confiabilidad no solo aplica a los equipos o activos, sino también a las personas que llevan a cabo dichas funciones.

Dentro de las actividades que relacionan la confiabilidad con el CCV destacamos los costes de las consecuencias, estos a su vez se dividen en dos subcategorías los costes por garantías y los costes por responsabilidad. Desde el enfoque del mantenimiento y según la Norma IEC

60300-3, durante el ciclo de vida del activo se incurre en costos de operación, mantenimiento y soporte al suministro de productos y equipos, como también los de documentación, formación de personal, energía, consumibles, etc.

6.3 Anatomía de la Gestión de Activos (institute of Asest Management)

El Institute of Asset Management (IAM) entidad profesional sin ánimo de lucro, creada para desarrollar la disciplina de la gestión de activos, como beneficio para los individuos, organizaciones y público en general involucrados en la adquisición, operación y protección de activos físicos. Tiene como prioridad promocionar la generación, aplicación de conocimientos, capacitación y mejores prácticas en la gestión de activos. Publica en el año 2011 la primera versión del libro Gestión de Activos: Una Anatomía, la primera revisión del documento se efectúa en el 2014. (Institute of Asset Management, 2015)

El texto brinda una apreciación de la gestión de activos, contemplado modelos y sistemas de gestión de activos aplicados a nivel mundial, en diferentes naciones y organizaciones, donde a partir de diferentes eventos en su mayoría catastróficos y de afectación monetaria se realizan cambios importantes en el tratamiento de activos, como lo han sido en; la industria del petróleo y el gas del reino unido, donde a partir del evento catastrófico de la plataforma petrolífera Piper Alpha y al desplome en los precios del petróleo en la década de 1980. Se realizaron cambios radicales, en la visión del ciclo de vida de los activos, en términos de innovación, riesgo, productividad y seguridad. (BBC News, 1998)

Australia y Nueva Zelanda publicaron en 1993, el manual de la gestión de activos, debido al incremento en los costos y planificación deficiente en la prestación de servicios públicos. Donde se desarrolló una serie de actividades para establecer una planificación estratégica, y aumento de la calidad a un menor precio. (New South Wales Treasury , 2006)

El Consejo Nacional de Estados Unidos sobre obras públicas en 1988 (US National Council on Public Works) referencia, que condujo a la adopción de políticas sobre la gestión de activos enfocadas a lograr un nivel de prestación de servicio de transporte de agua potable y residuales deseable a un menor costo, optimizando el ciclo de vida de los activos. (National Council, 1988)

El Asset Management Council (Consejo de Gestión de Activos en Australia) ha desarrollado un grupo de modelos relacionados que trabajan de manera conjunta para cubrir conceptos, sistemas de gestión y organizacionales, y procesos de ejecución de la gestión de activos. (Asset Management Council, 2022)

El IAM emite su propio modelo de gestión de activos, pero ha tomado como referencia todos estos acontecimientos, sucesos, publicaciones, normas, legislaciones, manuales, documentos, etc. Para enriquecer su disciplina y concepto de la gestión de activos, definir el alcance e interacción de las actividades para obtener beneficio y generar valor a partir de una

visión más amplia de la ingeniería, desde lo táctico a lo estratégico, desde una visión aislada a una completa del ciclo de vida, desde lo individual y discreto a la integración de sistemas y un enfoque unificado para la gestión de activos.

Los desarrollos más notables en la materia han sido, por ejemplo; las publicaciones de, la especificación PAS 55 de IAM en 2004 y su actualización en 2008, la primera edición del foro mundial del "Panorama de la Gestión de Activos" en noviembre de 2011, y la serie de normas ISO 55000 publicadas en febrero de 2014. (Institute Of Asset Management, 2008)

La PAS 55 para la gestión de activos ha sido adoptada exitosamente en diversos países; el desarrollo de la norma ISO 55000 de la gestión de activos comprometió a las organizaciones de muchos sectores a nivel mundial. Donde se definió a la gestión de activos como "las actividades coordinadas de una organización para obtener valor de los activos".

El desarrollo del *Panorama de la Gestión de Activos (Asset Management Landscape)* incluyó una revisión internacional de los modelos de gestión de activos y de las metodologías de evaluación. La base del *Panorama* incluye los "Fundamentos" descritos en ISO 55000 y los 39 temas que conjuntamente describen el alcance de la gestión de activos.

Para el desarrollo de este alcance, el IAM propone unos principios basados en cuatro ejes: valor, alineación, liderazgo y aseguramiento; enfocados hacia el ciclo de vida del activo.

Los activos tienen valor real o potencial para una organización, y como aporta valor a los objetivos corporativos que quiere alcanzar. Estos objetivos considerarán las necesidades y expectativas de todas las partes interesadas. Tener una buena alineación entre el plan estratégico y las actividades para la gestión de activos permite a todos comprender cómo contribuyen para alcanzar los objetivos propuestos. La alta gerencia debe asumir el liderazgo y ser totalmente comprometida para obtener una gestión de activos efectiva. Las organizaciones deben asegurar que el liderazgo para la gestión de activos sea asignado al personal directivo con suficiente autoridad para avanzar en la implementación de las actividades de la gestión de activos. Asegurar, es el monitoreo y la auditoría de la operación de los sistemas y procesos de acuerdo a un plan específico. La gestión de activos requiere de la integración de actividades en todo el ciclo de vida, desde su etapa de identificación de la necesidad, creación o adquisición, operación, mantenimiento, hasta la disposición final. De esta integración dependen los costos totales del ciclo de vida de un activo, así como una gran parte de su impacto ambiental y social.

6.3.1 Modelo de la Gestión de Activos IAM

El modelo conceptual del IAM para la gestión de activos comprende un conjunto de 39 temas para la gestión de activos. El modelo fue diseñado para ilustrar, las actividades dentro del alcance de la gestión de activos, las interrelaciones e integración entre las actividades, identifica los requerimientos necesarios para su implementación, y el rol esencial de alinearse

y cumplir con las metas del plan estratégico de la organización. Se presenta a continuación en la figura 1 los 39 temas pertenecientes a los 6 grupos.

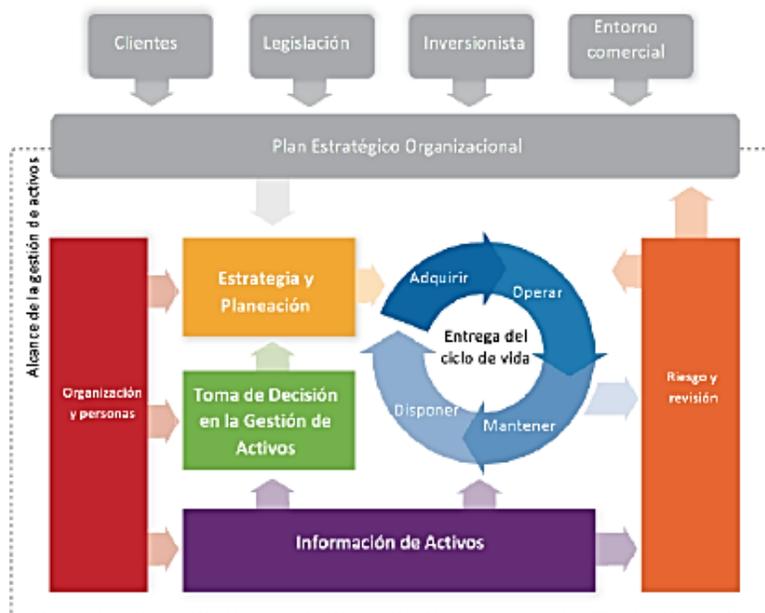


Figura 10. Modelo conceptual de la Gestión de Activos del IAM. Fuente: (Institute of Asset Management, 2015)

➤ Grupo 1 - Estrategia y planificación

Alinean las actividades para la gestión de activos de una organización y sus objetivos, a través de planes organizacionales.

➤ Grupo 2 - Toma de decisiones en la gestión de activos

Considera las estrategias para la toma de decisiones en tres etapas de la vida de un activo: adquisición y/o creación, operación, mantenimiento, y disposición final.

La elección del activo adquirido influye en el desempeño, los riesgos y los requerimientos del mantenimiento durante su vida operativa y los métodos y costos del desmantelamiento.

➤ Grupo 3 - Ejecución del ciclo de vida

Conceptualiza la integración de las actividades en el ciclo de vida, al considerar el buen diseño, la adquisición y las prácticas de operación de activos, reducción en el nivel de mantenimiento correctivo e incrementar la confiabilidad y disponibilidad de los activos, lo que provee valor adicional y disminución de costos para la organización.

➤ Grupo 4 - Información del activo

Relaciona los requerimientos de datos de información de los procesos y calidad de los activos como herramienta principal. Estos requerimientos deben ser identificados y definidos.

➤ Grupo 5 - Organización y Personas

Incluye las revisiones de estructuras organizacionales, roles, responsabilidades y relaciones contractuales. incorporando una mentalidad y prácticas para la gestión de activos, el liderazgo eficaz es esencial para construir una organización, con la cultura adecuada que respalde la ejecución de una buena gestión de activos.

➤ Grupo 6 - Riesgo y Revisión

Este Grupo contiene las principales actividades relacionadas con la identificación, entendimiento y gestión del riesgo para las organizaciones con respecto al sistema de gestión de activos.



Figura 11. Los 39 Temas y Seis grupos del Panorama en la Gestión de Activos. Fuente: (Institute of Asset Management, 2015)

Como se ha mencionado la gestión de activos es holística y debe tratarse como un conjunto, existen interrelaciones entre la mayoría de los temas.

6.3.2 Importancia de la Gestión de Activos

Para muchas organizaciones que han implementado el sistema, y han obtenido beneficios, la gestión de activos es la frontera en la generación de valor y la reducción del riesgo. El sistema permite evidenciar un mejoramiento significativo en todas las áreas de la organización, por ejemplo; el desempeño financiero, se ve beneficiado si existe una reducción en los costos de mantenimiento y aumento de la disponibilidad de activos, que se puede lograr al implementar nuevas estrategias y metodologías de mantenimiento, estandarizando los procedimientos, mejorando el desempeño de los activos, reduciendo los costos de repuestos, suministros y mantenimiento en general. Si hay una mejor disponibilidad, se presenta un mejoramiento en la confiabilidad, menor exposición al riesgo, lo que se traduce en mayor productividad, y esto en calidad y satisfacción del cliente, contribuyendo en la reputación e imagen de la organización, y menor impacto total en el negocio.

Entre otros factores, la gestión efectiva de valor, riesgo y obligaciones también son parte de una justificación económica, una buena administración mejora la confianza del grupo de interés, permite tomar decisiones correctas en la inversión de activos, permite entregar servicios y productos de alta calidad, seguridad de procesos, seguridad del personal, se crea una responsabilidad social, hay políticas de cumplimiento, traduciéndose en sostenibilidad organizacional, eficiencia, efectividad e incremento de ingresos.

6.3.3 La madurez en la Gestión de Activos

La percepción de una "buena" gestión de activos es más que la obtención de un certificado de cumplimiento que demuestra un nivel de competencia y buena práctica en la gestión de activos. La madurez en la gestión de activos va más allá de la conformidad con la ISO 55001. La disciplina de gestión de activos está evolucionando continuamente a través de innovaciones en los procesos, nueva tecnología y aprendizaje. Las organizaciones tienen entornos operacionales, restricciones, culturas y oportunidades diferentes. Esto significa que aquello que debería ser reconocido como "competente" o "excelente" depende del contexto de la organización. Las características que serían consideradas "excelentes" en un sector, o en determinadas circunstancias, pueden no ser las mismas que se pueden aplicar o desear en otro sector. El IAM ha desarrollado una escala de madurez y una terminología para definir la capacidad o madurez de acuerdo a los 39 temas del panorama de gestión de activos. Los indicadores que determinan qué tan bien se establece la gestión de activos incluyen el nivel de conductas integradas para el aprendizaje y el desarrollo continuo. La siguiente grafica representa una escala en la que se puede ubicar el nivel de madurez de una organización.

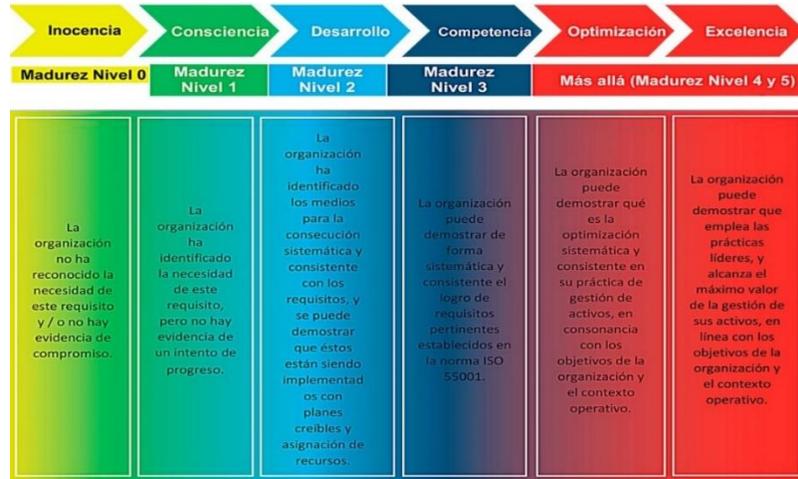


Figura 12. Nivel de madurez en la gestión de activos. Fuente: (Institute of Asset Management, 2015)

6.3.4 Integración entre los Temas de la Gestión de Activos

Como se ha mencionado, la gestión de activos es holística y debe integrarse entre los diferentes temas, ya que existe una relación y tratarse de manera individual no permite el desarrollo de un SGA. Por ejemplo; la interacción entre la estrategia y planificación, permite que se tomen las decisiones adecuadas con una visión a largo plazo, considerando el riesgo, e identificando las oportunidades. El siguiente gráfico permite una mejor ilustración de esta integración.

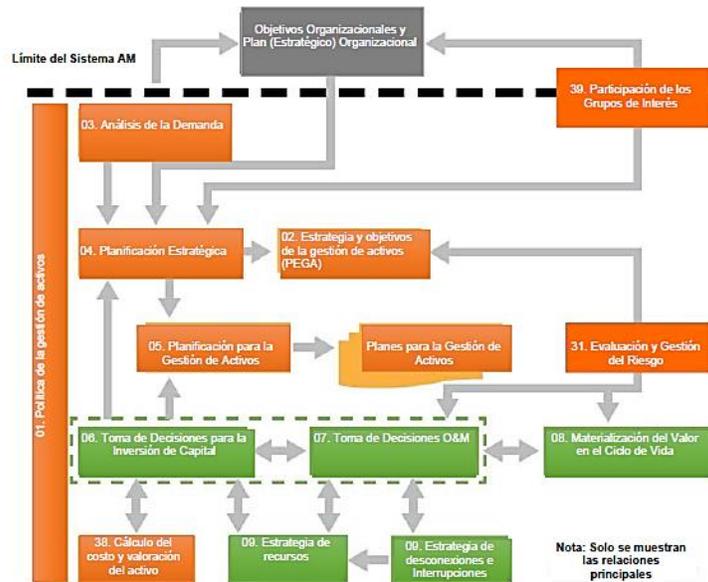


Figura 13. Principales relaciones en el grupo estrategia y planificación. Fuente: (Institute of Asset Management, 2015)

Es importante entender cómo se adapta cada actividad y su integración con el conjunto de temas y elementos del sistema de gestión de activos. Estos están diseñados para expandir y enriquecer el contenido temático de lo que debe considerarse en las etapas de creación, mantenimiento y mejora de un SGA, así como el reconocimiento del nivel de madurez y contexto operacional del negocio.

7. Metodología

La metodología aplicada, busca realizar una evaluación al área de molienda de la empresa Touchstone en la planta concentradora ubicada en Segovia Antioquia, bajo la norma ISO55000 de la gestión de activos permitiendo evidenciar una serie de beneficios en la productividad, confiabilidad en equipos y generación de valor a la empresa.

El desarrollo de la metodología se divide en tres fases, cada una de estas actividades dará cumplimiento a los objetivos planteados. Esto permitirá que al realizar el análisis de la norma ISO 55001:2014, en relación con los requerimientos necesarios, y la organización, específicamente en el área de molienda se pueda caracterizar, y entregar los resultados esperados por el proyecto.

Las etapas que componen el desarrollo de la metodología son; una primera etapa de consulta, seguida por la segunda etapa de inspecciones técnicas y por último una etapa de análisis y evaluación.

7.1 Fase de consulta.

Esta etapa se caracteriza por ser el pilar de la investigación o ser el punto de partida para diseñar nuestra propuesta metodológica. Dentro de las actividades que se desarrollan en esta etapa están:

- Recopilación de información.
- Consulta de la normatividad ISO55000:2014 (ISO 55001:2014)
- Revisión de la bibliografía y del estado del arte de la investigación.

7.2 Inspección en el área de molienda y análisis preliminar.

Durante esta etapa se llevan a cabo actividades presenciales, que implica conocimientos previos del área de molienda y de su mantenimiento para cumplir a cabalidad con cada una de las actividades propuestas. Dentro de esta etapa se desarrollan actividades como:

- Visita técnica de inspección al área de molienda de la empresa Touchstone Colombia.
- Levantamiento de información y posterior análisis del plan de mantenimiento actual del área de molienda.
- Segunda visita técnica e inspección.

7.3 Evaluación de la Gestión de Activos.

Finalmente, se elabora la metodología en base al análisis de la información suministrada por la organización y diferentes áreas como mantenimiento, con el fin de realizar la evaluación en relación con los principios, requisitos y delineamientos que se establecen en la norma ISO 5001:2014. De esta manera poder plantear aquellas estrategias de mejora que permitan optimizar el área, disminuir costos en mantenimiento, y el mejoramiento continuo, lo que contribuirá, para dar los primeros pasos en el cumplimiento de las prácticas de la gestión de activos en cuanto a sus requerimientos de:

- Contexto de la organización
- Liderazgo
- Planificación
- Apoyo
- Operación
- Evaluación del desempeño
- Mejora continua

7.4 Cronograma

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
Cronograma Monografía	157 días	mar 9/11/21	mié 15/06/22
1. Primera Fase	71 días	mar 9/11/21	mar 15/02/22
Fase de Consulta	16 días	mar 9/11/21	mar 30/11/21
1.1 Revisión bibliografica y estado del arte de la investigación	16 días	mar 9/11/21	mar 30/11/21
1.2 Consulta de normativa Iso 55000	16 días	mar 9/11/21	mar 30/11/21
1.3 Recopilación de información	23 días	sáb 15/01/22	mar 15/02/22
2. Segunda Fase	4 días	mié 16/02/22	dom 20/02/22
Fase de Inspección y Análisis Preliminar	4 días	mié 16/02/22	dom 20/02/22
2.1 Visita técnica de Inspección al area de molienda	5 días	mié 16/02/22	mar 22/02/22
2.2 Levantamiento de la información.	36 días	mar 22/02/22	mar 12/04/22
2.2.1 Aplicar encuestas evaluación del nivel de madurez área de molienda	16 días	mar 22/02/22	mar 15/03/22
2.2.2 Recopilación de información de las áreas relacionadas con molienda	13 días	mié 16/03/22	vie 1/04/22
2.2.4 Recopilación de información del plan actual de mantenimiento	4 días	sáb 2/04/22	mié 6/04/22
2.2.3 Generación de Resultados	4 días	jue 7/04/22	mar 12/04/22
3. Tercera Fase	8 días	mié 13/04/22	vie 22/04/22
3.1 Fase de Análisis	8 días	mié 13/04/22	vie 22/04/22

3.2 Análisis de resultados y comparaciones de acuerdo a la norma ISO 55000	8 días	mié 13/04/22	vie 22/04/22
Contexto Organizacional	8 días	mié 13/04/22	vie 22/04/22
Liderazgo	8 días	mié 13/04/22	vie 22/04/22
Planeación	8 días	mié 13/04/22	vie 22/04/22
Recursos	8 días	mié 13/04/22	vie 22/04/22
Operación	8 días	mié 13/04/22	vie 22/04/22
Desempeño	8 días	mié 13/04/22	vie 22/04/22
Mejora	8 días	mié 13/04/22	vie 22/04/22
Ajuste y Verificación	8 días	mié 13/04/22	vie 22/04/22
4. Cuarta Fase	12 días	sáb 23/04/22	lun 9/05/22
Planteamiento de mejoras	12 días	sáb 23/04/22	lun 9/05/22
Preparación de Informe Parcial I	6 días	sáb 23/04/22	vie 29/04/22
Preparación de Informe Parcial II	7 días	sáb 30/04/22	lun 9/05/22
5. Quinta Fase	27 días	mar 10/05/22	mié 15/06/22
Fase de Entrega Final	27 días	mar 10/05/22	mié 15/06/22
Preparación Informe Final	15 días	mar 10/05/22	lun 30/05/22
Presentación Informe Final	12 días	mar 31/05/22	mié 15/06/22

Tabla 1. Cronograma de actividades del proyecto.

8. Contexto Operacional.

Es un proyecto minero aurífero de pequeña escala operado actualmente por la empresa Touchstone Colombia en el municipio de Segovia, Antioquia, en ejecución desde el año 2015. La extracción del mineral es a cielo abierto por el método de bancos descendentes y el beneficio de oro por concentración con flotación espumante y cianuración. El contexto operacional de la organización cuenta con misión, visión, valores corporativos y enfoques estratégicos.

Misión: Touchstone Colombia es una compañía dedicada a la exploración, explotación y comercialización de oro y otros metales, orientada en la sostenibilidad y la responsabilidad social, comprometida con el cumplimiento del marco legal, la preservación del medio ambiente, la generación de valor a nuestras partes interesadas, el desarrollo del país y su área de influencia; todo esto a través de la gestión del talento humano calificado y el uso de tecnología avanzada e infraestructura.

Visión: Touchstone Colombia para el año 2026 será líder en el mercado internacional de producción y comercialización de oro y otros metales, una organización sostenible que aporte al desarrollo económico regional y nacional y que busque al mismo tiempo el crecimiento de su capital humano y el de los grupos de interés.

Valores corporativos:

- Respeto
- Trabajo en equipo
- Honestidad
- Responsabilidad

- Compromiso.

Enfoques estratégicos:

- Licencia social y ambiental.
- Estabilizar una operación que soporte la exploración.
- Explorar nuestros títulos mineros y descubrir grandes cosas.

Organigrama de la empresa.

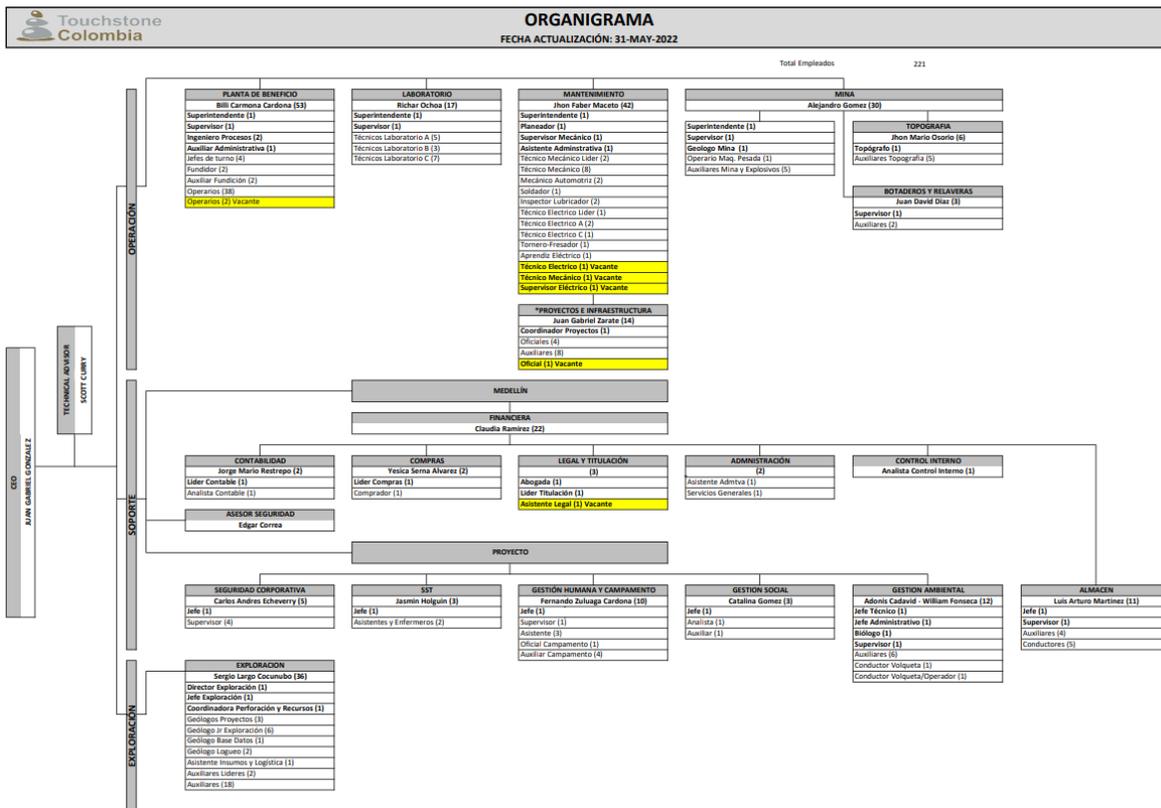


Figura 14. Organigrama Touchstone Colombia. Fuente:(Touchstone Colombia)

El contexto operativo de la organización también comprende la ubicación geográfica de la planta, el funcionamiento, las áreas que componen la planta y el proceso de molienda. El análisis del contexto operativo se enfoca en los activos que componen el área de molienda y el mantenimiento.



Figura 15. Planta de Beneficio Ana Maria. Fuente. (Touchstone Colombia)

8.1 Ubicación geográfica de la planta de beneficio

La Multinacional TOUCHSTONE COLOMBIA está clasificada como una empresa del sector Minero. Es una empresa privada que posee títulos e información de exploración con un estimado de 80.000 onzas de 17.000 metros de perforación.

El área de molienda se encuentra ubicado en la planta de beneficio Ana Maria ubicada en la vereda el pescado, zona rural del Municipio de Segovia, departamento de Antioquia Colombia, mostrada en la figura 15, esta planta lleva funcionando alrededor de 3 años. Los títulos o permisos mineros y ambientales son los criterios de selección del punto de instalación de la planta es esta zona estratégica que es mineralizada.

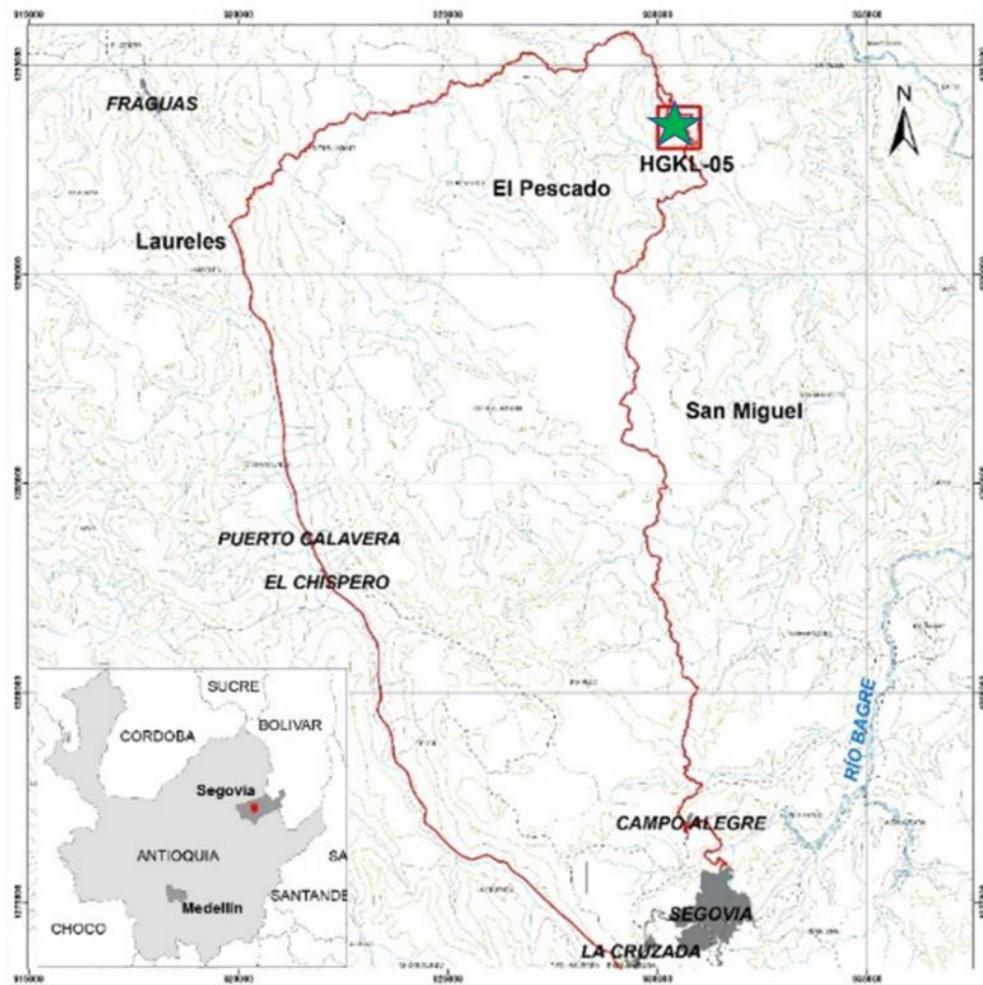


Figura 16. Ubicación de Planta de Beneficio Ana María. Fuente. (Touchstone Colombia)



Figura 17. Vista Aérea Planta de Beneficio Ana María. Fuente. (Touchstone Colombia)

8.2 Proceso de Beneficio del Mineral

La planta de beneficio de minerales Touchstone Colombia tiene una capacidad máxima de procesamiento de 300 toneladas día máximo. Mineral proveniente de las minas filo de hambre y pepas entran al circuito para ser sometidos en las siguientes áreas:

- Trituración
- Molienda
- Flotación
- Lixiviación
- Fundición

8.2.1 Área Trituración

El circuito de trituración cuenta con un grizzly estático situado en la parte superior de la tolva de material grueso, allí se alimenta material proveniente del stockpile. Periódicamente material de gran tamaño es percutado con el fin de disminuir su tamaño y poder ingresar a la tolva de gruesos. El material dispuesto en la tolva de gruesos es descargado a través de una compuerta es descargado sobre una parrilla de alimentación vibratoria donde es dirigido a la trituradora de mandíbulas primaria, la descarga cae a una banda transportadora que permite descarga el material sobre una zaranda clasificadora. La zaranda tiene una malla con una abertura de 1 pulgada y media. El material fino que logra pasar a través de la malla es descargado sobre otra banda que lo dirige hacia la tolva de medios, por otra parte, las partículas de material que no cumplen el tamaño son descargados en la trituradora de mandíbulas secundaria, este proceso se repite cíclicamente hasta alcanzar el tamaño de partícula requerido para pasar a través de la malla y continuar hacia la tolva de medios. El mineral es almacenado en las tolvas intermedias, donde es almacenado para posteriormente ser llevado a la trituradora cónica donde se consigue reducir aún más el tamaño del mineral. La carga proveniente de la trituradora cónica entra a una criba de clasificación de 5/8" de apertura, el material pasante es transportado a la tolva de finos que alimenta molienda.

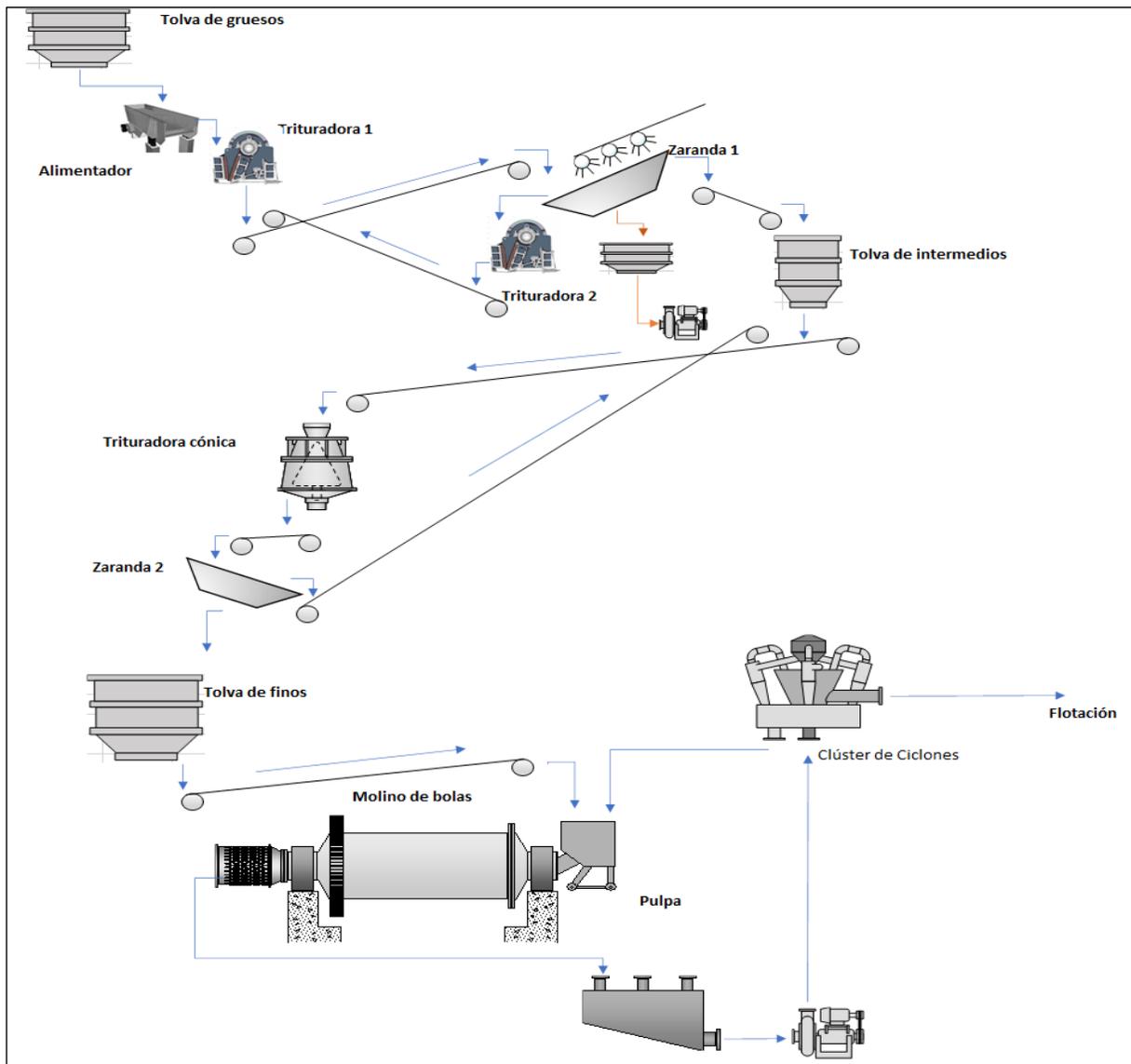


Figura 18. Diagrama de Proceso en las áreas de Trituración y Molienda. Fuente. (Touchstone Colombia)

8.2.3 Área De Molienda

El mineral aurífero es alimentado a un flujo de entre 100-300 ton/día con agua en los 2 molinos de bolas (1 y 2) con medidas de 6ft de diámetro y 10ft de longitud. para ser conminuido. El material molido presenta un porcentaje de sólidos de 60-75% y es alimentado con una bomba para pulpa a un clúster de hidrociclones que separa las partículas finas de las gruesas. La corriente de partículas finas que logran salir del circuito de molienda posee 25-35 % de sólidos ($1250-1350\text{kg/m}^3$) y un pasante de 80% para un tamaño de partícula de $106\mu\text{m}$. El material grueso es retornado nuevamente hacia el

alimento de molienda para ser procesado hasta cumplir el tamaño de partícula necesario para el siguiente proceso.

8.2.4 Área De Flotación.

La pulpa proveniente de molienda es descargada en el tanque acondicionador, este tanque posee un volumen de 5 m³ y posee un sistema de agitación. Al interior del tanque son dosificados el xantato amílico de potasio (PAX) y dietil-tiofosfato (A208) como colectores, cal hidratada como modificador de pH y poliglicol (A65) como espumante. Seguido la pulpa se alimenta a una celda circular rougher de 6,28 m³ donde se recupera un concentrado de bulk de todos los sulfuros presentes en la mena, la descarga de la celda alimenta una segunda celda igual scavenger. Los concentrados producidos por las dos celdas circulares son juntados en una caja común que dirige la pulpa hacia el banco rectangular. El concentrado recuperado se alimenta a un banco de celdas rectangulares tipo Denver configuradas como celdas cleaner que tienen como función realizar la limpieza del concentrado generado en la primera etapa. El tenor de concentrado alcanzado oscila entre 50-250ppm, siendo el rango óptimo 100-150ppm. La descarga del concentrado resultante es descargada en una caja conectada a una bomba de pulpa que conduce el concentrado de mineral hacia un espesador para eliminar el exceso de agua y continuar al siguiente proceso.

8.2.5 Área De Lixiviación.

La pulpa es bombeada desde el espesador #1 donde se inicia la alcalinización de la pulpa por la adición de cal. La pulpa es alimentada a 2 reactores en serie de 48 m³/cada uno para su lixiviación, se proporciona agitación, aire además de cal hidratada hasta obtener un pH entre 10.5 y 11.5 para adicionar cianuro de sodio en forma segura, ya que de bajarse el pH este se convierte en ácido cianhídrico, un gas altamente toxico.

El cianuro de sodio es preparado en un tanque de 5 m³, este es llenado con agua y se corrige el pH hasta 12 para continuar con la adición segura de cianuro de sodio sólido. Esta solución se adiciona a los agitadores para mantener una concentración de 5000 ppm y alcanzar la lixiviación del oro desde la pulpa.

8.2.6 Proceso Remolienda y Clasificación

Realizada la lixiviación se conduce la pulpa hacia un remolador de 3ft de diámetro y 6ft de longitud, donde se remuele el mineral para alcanzar un grado de liberación mayor, de esta forma se logra lixiviar el oro que no estaba expuesto durante la primera etapa de

lixiviación. Posteriormente la pulpa se alimenta a un par de hidrociclones que tienen como objetivo separar el material fino y grueso. La corriente de material fino es el overflow y mantiene una densidad de 1080 kg/m^3 aproximadamente. Esta corriente o flujo es conducida hacia un circuito de espesamiento CCD (decantación en contracorriente) que permite cosechar la solución rica para iniciar su tratamiento de recuperación de metales valiosos.

8.2.7 Espesamiento (Ccd)

La pulpa que ingresa al circuito CCD es alimentada a través de un ducto que conduce la pulpa hacia el centro del espesador, en este punto también es adicionado el reactivo floculante para su espesamiento. El sistema está compuesto por 4 espesadores de 150 m^3 /cada uno. En el primer se obtiene una solución clarificada que se dirige hacia los tanques de solución rica, una corriente de pulpa concentrada de 30-50% de sólidos que se alimenta a un agitador de 48 m^3 donde se realiza una nueva lixiviación y la corriente de producto alimenta al siguiente espesador. Este proceso es llamado decantación en contra contracorriente. Es un método empleado en la recuperación de oro, que consiste en utilizar espesadores en serie donde se da la separación entre la solución rica proveniente del proceso de lixiviación La pulpa es transferida de espesador a espesador (E2-E3-E4) mientras que la solución generada en cada espesador fluye en contracorriente desde el ultimo espesador al primero (E4-E3-E2). La solución clarificada alimenta al anterior espesador y la pulpa concentrada alimenta un último espesador que de nuevo la solución clarificada alimenta al espesador anterior; en este último se adiciona solución pobre producto de la precipitación (Merrill Crowe) para el enjuague y contribuir al desplazamiento de la solución clarificada hacia los tanques de solución rica. El material producto del último espesador es una pulpa de 40-60% de sólidos que se dirige posteriormente al proceso de detoxificación.

8.2.8 Detoxificación

La pulpa en el último espesador del proceso de espesamiento (CCD) es bombeada al proceso de destrucción de cianuro (DETOX). Este material regularmente es bajo en concentración de oro (sólido y en solución) pero contiene altas concentraciones de cianuro. Es así como se hace necesario la destrucción de cianuro de sodio por lo que la pulpa es dispuesta en un tanque de 50 m^3 agitado y dotado de aire, peróxido de hidrogeno como agente oxidante y sulfato de cobre como catalizador, consecuentemente casi todo el cianuro es convertido a cianato, compuesto que se descompone fácilmente y es menos toxico que el cianuro de sodio.

8.2.9 Precipitación (Merrill Crowe)

La solución dispuesta en dos tanques de 50 m³ cada uno, es conducida hasta los filtros de arena donde se realiza una primera eliminación de residuos y sólidos presentes en la solución. Dicha solución prefiltrada se hace pasar por clarificadores donde están presentes talegos que permiten la remoción de sólidos altamente finos con el fin de bajar la turbiedad de la solución al máximo. Ocurren seguidamente las etapas de remoción de oxígeno precipitación y filtrado. En la primera etapa el oxígeno presente en la solución es removido en su mayoría de la solución rica mediante el uso de una columna de vacío, en la segunda etapa se adiciona polvo de zinc en presencia de acetato de plomo para que se dé la reacción de cementación e intercambio, donde el zinc se integra a la solución y oro queda como sólido fino. En la tercera etapa (Filtración) el precipitado es conducido a un filtro prensa donde mediante presión neumática el sólido precipitado se almacena en las cámaras de tienen las placas del filtro prensa para luego ser descargo y llevado al proceso de fundición.

8.2.10 Área De Fundición

El sólido obtenido de la etapa de filtrado es dispuesto en bandejas donde se mezcla con una proporción ya establecida de fundentes como: Borax, nitrado de sodio, sílice carbonato con el fin de lograr una separación óptima de la escoria en la obtención del Dore. El Dore es refinado mediante ataque con un agente ácido capaz de disolver impurezas previo proceso de granallado. El mineral precioso es secado y tratado a altas temperaturas para obtener la barra final.

8.3 Descripción de Activos Área de Molienda

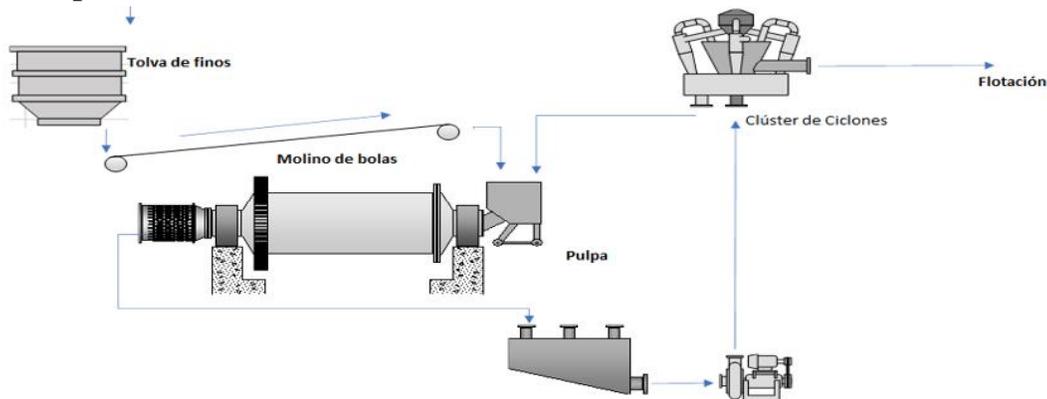


Figura 19. Diagrama de Proceso en las áreas de Trituración y Molienda. Fuente. (Touchstone Colombia)

8.3.1 Molinos de Bolas 6' X 10'

El Molino gira a través de la potencia del motor eléctrico, que se transmite a través del reductor de velocidad, el cual al disminuir la velocidad multiplica el torque. El movimiento se transmite al acople elástico y luego al engranaje pequeño (Piñón), el cuál mueve al engranaje grande (Catalina) que está pernado al tambor central del molino.

Bajo fuerzas centrífugas y fricción, los medios de molienda (bolas) giran en el tambor y se elevan por las paredes internas del mismo junto con el mineral, haciendo que luego caiga por acción de la gravedad sobre el resto de materiales al interior del tambor (Efecto cascada). Este movimiento continuo genera impacto entre los medios de molienda y los minerales haciendo que estos se fracturen en pedazos más pequeños. El mineral se alimenta continuamente desde la parte de alimentación (tolva de alimentación), mientras que el producto final se descarga desde el otro extremo (trómel), cuando se muele en mojado, el polvo es eliminado por el flujo del líquido.



Figura 20 Molinos de Bolas 6' X 10'. Fuente. (Touchstone Colombia)

8.3.2 Bomba centrífuga 6" X 4"

La bomba centrífuga Metso HM150 convierte la energía en velocidad y luego en presión. Están formadas por un impulsor que gira en una carcasa. La bomba centrífuga está formada por la capacidad de fluido descargado en un tiempo determinado, la potencia y el aumento de presión.

El objetivo principal de las bombas centrífugas es mover gran volumen de líquido por dos niveles diferentes, transformar algo mecánico en algo hidráulico. Los principales componentes de una bomba son: una tubería de aspiración, la voluta y un rodete.



Figura 21. Bomba centrífuga 6" X 4". Fuente. (Touchstone Colombia)

8.3.3 Nido o banco de Hidrociclones:

Los hidrociclones o también llamados ciclones son equipos destinados a la separación de partículas sólidas en medios líquidos y tienen numerosas aplicaciones en industrias de minería, alimentación, química y, por supuesto en agricultura, donde tiene un uso muy generalizado como separadores de arena en captaciones principalmente subterráneas.

Su función es la separación física por retención de partículas con peso específico muy superior al fluido (primordialmente agua) por efecto de la fuerza centrífuga que la geometría del hidrociclón genera. El hidrociclón presenta una sección cilíndrica, seguida de una cónica. Tiene una alimentación tangencial, una salida -vórtex- para el fluido diluido (overflow) y una salida (ápex) para el fluido concentrado (underflow) en la parte inferior con un depósito recolector.



Figura 22. Nido de Hidrociclones. Fuente. (Touchstone Colombia)

8.3 Gestion de Mantenimiento en Touchstone Colombia.

La planta de beneficio inicia operación en el año 2019, durante ese año y la mitad del 2020 la planta opera y solo realizan mantenimientos correctivos, no se tenían los planes de mantenimiento preventivo, ni rutinas de mantenimiento y no se contaba con información de los equipos que conformaban la planta. La gestión de mantenimiento inicia en el segundo semestre del 2020, conformando primero el equipo técnico de trabajo como se muestra en el organigrama del área figura 23, se implementa la misión y la visión del área, objetivo general y objetivos específicos, se inicia con la búsqueda de información y planos de los equipos y se crea una estrategia para implementar el mantenimiento preventivo y predictivo para la empresa, apoyándose de las siguientes herramientas: taxonomía de los equipos, matriz de criticidad, rutinas de mantenimiento preventivo y predictivo según contexto y operación de la planta, implementación de ordenes de trabajo, análisis de causa raíz de falla frecuentes.

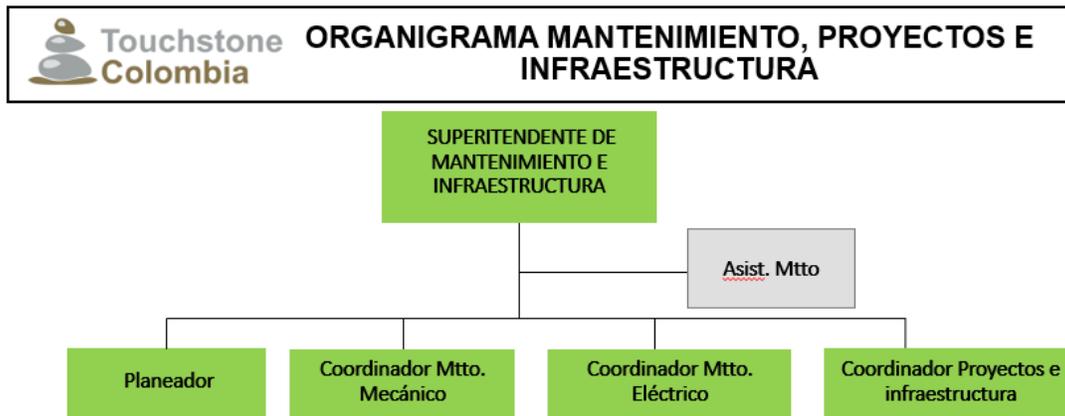


Figura 23. Organigrama Área de Mantenimiento. Fuente. (Touchstone Colombia)

Estrategia de mantenimiento Touchstone.

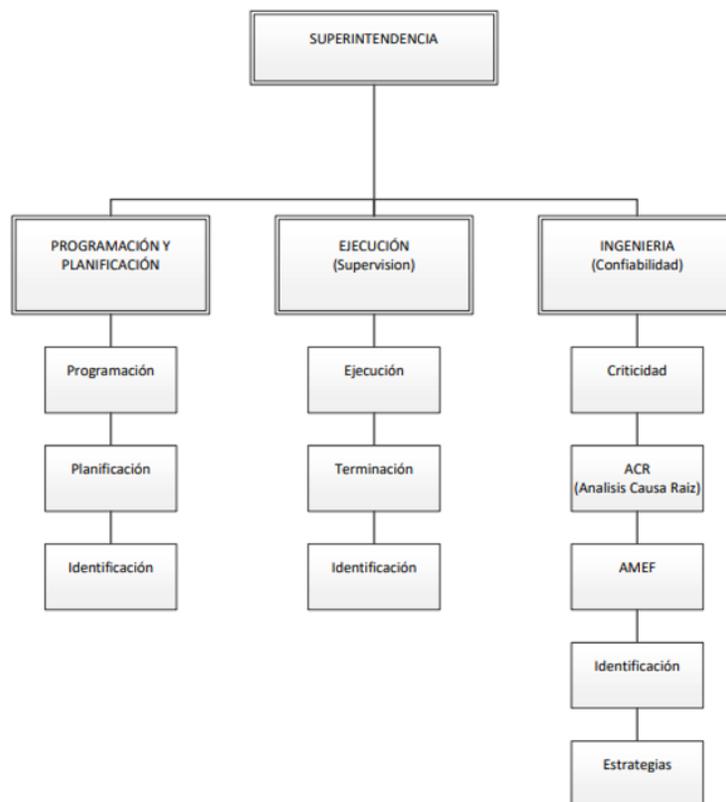


Figura 24. Estrategia de Mantenimiento. Fuente. (Touchstone Colombia)

8.3.1 Estructura Taxonómica del Área de Molienda.

La jerarquización de los activos en la compañía Touchstone Colombia es una de las prioridades en tema de identificación y ubicación, su estructura, como se muestra en la tabla 1, se denota de la siguiente manera:

T: Touchstone Colombia.

PL: Planta.

MO: Molienda.

MBO: Molino de Bolas.

01: Molino 1.

TAXONOMÍA PLANTA BENEFICIO.									
NOMBRE DE TABLAS	T	PLANTA	PL	PLANTA	PR	AREA	FAMILIA	CODIGO	
LINEAS HIDRAULICAS MOLIENDA	T	TOUCHSTONE	PL	PLANTA	MO	MOLIENDA	LHI	T - PL - MO - LHI - 01	
MOLINOS 1	T	TOUCHSTONE	PL	PLANTA	MO	MOLIENDA	MBO	T - PL - MO - MBO - 01	
MOLINOS 2	T	TOUCHSTONE	PL	PLANTA	MO	MOLIENDA	MBO	T - PL - MO - MBO - 02	
BOMBA DE SOLIDOS PRINCIPAL	T	TOUCHSTONE	PL	PLANTA	MO	MOLIENDA	BSO	T - PL - MO - BSO - 01	
BOMBA DE SOLIDOS STAND BY	T	TOUCHSTONE	PL	PLANTA	MO	MOLIENDA	BSO	T - PL - MO - BSO - 02	
BANCO HIDROCICLONES WEIR 150CV	T	TOUCHSTONE	PL	PLANTA	MO	MOLIENDA	BHI	T - PL - MO - BHI - 02	

Tabla 2. Taxonomía área de Molienda Fuente. (Touchstone Colombia)

8.3.2 Matriz de Criticidad Área de Molienda.

En el proceso organizacional de los activos productivos a los cuales se les desarrollo el plan de mantenimiento preventivo se estableció su importancia en el proceso mediante el análisis de activos críticos de acuerdo al papel que cumplen en las áreas operacionales, esta herramienta nos permitió identificar y jerarquizar por su importancia los activo sobre los cuales se dirigirá los recursos humanos, técnicos, y tecnológicos de la organización para así poderle garantizar una producción y la confiabilidad operacional de las áreas.

El modelo que se utilizó para el análisis de criticidad es el modelo de criticidad de factores ponderados basado en el concepto de riesgo, este método fue desarrollado por un grupo de consultoría inglesa denominado: the woodhouse parthership limited 1994, y aquí se extrajo para la aplicación del libro de “principios de mantenimiento “Carlos Ramón Gonzales Bohórquez, UIS Bucaramanga, 2009. Este es un método semicuantitativo soportado en el concepto del riesgo: Frecuencia de fallas X consecuencias.

A continuación, se presenta la expresión utilizada para el análisis de activos críticos o también llamado análisis de criticidad.

Criticidad total= frecuencia de fallas X consecuencia de fallas

Frecuencia= rango de fallas en un tiempo determinado (fallas/año)

Consecuencias= ((impacto operacional X Flexibilidad) + Costos de MTTO, + Impacto seguridad, Ambiente e higiene)

Los factores ponderados de cada uno de los criterios a ser evaluados por la expresión de riesgo se presentan en la siguiente tabla.

FACTORES DE PONDERACIÓN
<p>Frecuencia de fallas</p> <p>3.- Mayor a 3 Eventos al año 2.- Entre 2 - 3 Eventos al año 1.- Entre 1- 2 Eventos al año</p>
<p>Impacto en producción</p> <p>4.- Paro total de la producción (100%) 3.- Paro parcial de la producción (50 %) 2.- Paro leve de la producción (25%) 1.- No afecta la producción (0%)</p>
<p>Flexibilidad Operacional</p> <p>4.- No hay flexibilidad 3.- La Flexibilidad no cumple con la capacidad o no existe repuesto en stock 2.- La Flexibilidad cumple con la capacidad o existe repuesto en stock 1- Facil de suplir o Facil y rapido de reparar</p>
<p>Costo de Mantenimiento</p> <p>4.- Mayor a \$ 10.000.001 3.- Entre \$ 8.000.0001 - 10.000.000 2.- Entre \$ 5.000.001 - 8.000.000 1.- Entre \$ 1 - 5.000.000</p>
<p>Seguridad - Higiene -Ambiente (SHA)</p> <p>3.- Evento catastrófico: muerte, lesión incapacitante afectacion al medio Ambiente 2.- Evento genera: daños menores a la integridad física y/o afectación al ambiente controlable 1.- No genera ningún impacto sobre la seguridad y el ambiente</p>

Figura 25. Factores de Ponderación. Fuente: (Touchstone Colombia)

Como resultado se obtiene la matriz de criticidad de los activos de la planta de Beneficio. Donde podemos obtener los activos críticos de cada área, y con esto priorizamos las

actividades de mantenimiento preventivo, a continuación, en la figura 11, tenemos la matriz de criticidad del área de molienda.

MATRIZ DE CRITICIDAD EQUIPOS PLANTA DE BENEFICIO ANA MARIA											
ITEM	PLANTA	SECCIÓN	NOMBRE DEL ACTIVO	FRECUENCIA DE FALLA	IMPACTO OPERACION	FLEXIBILIDAD	COSTOS MANTENIMIENTO	IMPACTO SHA	CONSECUENCIA	RIESGO	CRITICIDAD
1	Planta de Beneficio	Molienda	MOLINO DE BOLAS N°1	3	4	3	4	2	18	54	Alta Criticidad
2	Planta de Beneficio	Molienda	MOLINO DE BOLAS N°2	3	4	3	4	2	18	54	Alta Criticidad
4	Planta de Beneficio	Molienda	BANCO DE HIDROCICLONES No. 1 - 4 HIDROCICLONES	3	3	4	3	1	16	48	Alta Criticidad
8	Planta de Beneficio	Molienda	BOMBA DE SÓLIDOS N°1	3	3	3	3	1	13	39	Alta Criticidad
9	Planta de Beneficio	Molienda	BOMBA DE SÓLIDOS N°1 A - STAND BY	3	3	3	3	1	13	39	Alta Criticidad
41	Planta de Beneficio	Molienda	LINEAS HIDRAULICAS DE ALIMENTACION DE MOLINOS Y SALIDA BOMBA DE SÓLIDOS	2	2	1	1	2	5	10	Media Criticidad

Tabla 3. Matriz de criticidad área de molienda. Fuente: (Touchstone Colombia)

8.3.3 Mantenimiento Preventivo

Después de tener la matriz de criticidad de los activos por áreas, se construye de acuerdo al contexto operacional y la matriz de criticidad las rutinas de mantenimiento preventivo de los activos.

	SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO		FORMA 20 Fecha: 28/09/2020 Página: 1 de 1 Revisión: 1 Versión: 1		
	RUTINA DE MANTENIMIENTO MOLIENDA				
TIPO MANTENIMIENTO: PREVENTIVO	ORDEN DE TRABAJO No.			FECHA	
FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO:	HORA INICIO RUTINA			HORA FINAL RUTINA	
	TECNICO RESPONSABLE RUTINA:				
		MOLINO DE BOLAS N°1		MOLINO DE BOLAS N°2	
TAREA DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA	EJECUTO	CONFORME	EJECUTO	CONFORME
Inspección, limpieza y ajuste del ventilador del motor.	Mensual	SI NO	SI NO	SI NO	SI NO
Limpieza y ajuste de los contactos en la bornera del motor.	Mensual	SI NO	SI NO	SI NO	SI NO
Tomar medida de amperaje del motor y registrar	Mensual	SI NO	SI NO	SI NO	SI NO
Limpieza e inspección del estado del Piñon de Ataque, verificar desgaste o rotura de dientes.	Mensual	SI NO	SI NO	SI NO	SI NO
Limpieza exterior del reductor, revisión del nivel de aceite del reductor, inspeccionar posibles fugas por los retenedores, reportar en caso de fugas.	Mensual	SI NO	SI NO	SI NO	SI NO
Limpieza exterior y verificación del funcionamiento del sistema de lubricación de los rodamientos del motor.	Mensual	SI NO	SI NO	SI NO	SI NO
Verificación y Ajuste de los tornillos de anclaje del reductor.	Mensual	SI NO	SI NO	SI NO	SI NO
Análisis de Aceite de la caja reductora.	Mensual	SI NO	SI NO	SI NO	SI NO
Lubricación de los Rodamientos del Piñon de Ataque.	Mensual	SI NO	SI NO	SI NO	SI NO
Lubricación general del Piñon de Ataque, aplicación de grasa al engranaje	Mensual	SI NO	SI NO	SI NO	SI NO
Lubricación General de la corona (Catalina), aplicación de grasa al engranaje	Mensual	SI NO	SI NO	SI NO	SI NO
Inspección interna del molino, verificar estado de las placas de blindaje y ajuste de la tornillería. Cambiar placas y tornillería en caso de desgaste avanzado.	Mensual	SI NO	SI NO	SI NO	SI NO
Inspeccionar estructura general del molino bases de concreto	Mensual	SI NO	SI NO	SI NO	SI NO
Ajustar con torque tornillería en general- Soportes chumaceras molino - Contraeje - reductor - Motor.	Mensual	SI NO	SI NO	SI NO	SI NO
Inspeccionar estructura general tolva de descargue	Mensual	SI NO	SI NO	SI NO	SI NO
Inspeccionar estructura tromel	Mensual	SI NO	SI NO	SI NO	SI NO
Inspeccionar y lubricar chumacera del molino entrada y salida	Mensual	SI NO	SI NO	SI NO	SI NO
Inspeccionar estructura general chute de alimentacion	Mensual	SI NO	SI NO	SI NO	SI NO
Inspeccionar acoples transmisión y reportar ruido anormal	Mensual	SI NO	SI NO	SI NO	SI NO
Tomar medida de temperatura motor	Mensual	SI NO	SI NO	SI NO	SI NO
Tomar medida de temperatura Reductor	Mensual	SI NO	SI NO	SI NO	SI NO
Inspeccionar fugas de aceite en enfriador de aceite reductor	Mensual	SI NO	SI NO	SI NO	SI NO
Inspeccionar estado general enfriador de aceite reductor	Mensual	SI NO	SI NO	SI NO	SI NO
Realizar Alineacion transmisión con laser	Semestral	SI NO	SI NO	SI NO	SI NO

Ajuste de los tornillos de anclaje del motor.	Trimestral	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Realizar Pruebas de Resistencia de Aislamiento (Megger) al motor.	Trimestral	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Cambio de aceite del reductor.	Trimestral	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Análisis de Vibraciones del conjunto Motriz del Molino.	Trimestral	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Limpieza e inspección del acople tipo grilla entre caja reductora y motor, revisar estado de la grilla y reemplazar en caso rotura. Lubricación con grasa SKF LMG 1. Ajustar sellos y tapas cover.	Trimestral	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Limpieza e inspección del acople entre caja reductora y eje del piñón de ataque, revisar estado y ajuste.	Trimestral	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Limpieza exterior de los soportes de rodamiento, ajuste de tornillera de anclaje y sujeción de los soportes.	Trimestral	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Cambio de 32 Liners y 32 elevadores del cilindro con tornillería y volandas	Trimestral	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Cambio 12 Liners Tapa de alimentación con tornillería y volandas	Trimestral	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Cambio 12 Liners Tapa de descargue con tornillería y volandas	Trimestral	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Inspeccionar estructura interna fondo y espiral Cono alimentador (Spout Feeder)	Trimestral	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
OBSERVACIONES		OBSERVACIONES			OBSERVACIONES				
		BOMBA DE SOLIDOS N°1				BOMBA DE SOLIDOS N°1 A STAND BY			
TAREA DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA	EJECUTO		CONFORME		EJECUTO		CONFORME	
Cambio de Correas Ref:	Semestral	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Inspeccionar Cambio de Rodamientos Eje	Anual	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Ajuste de tornillería y pernos en general	Mensual	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Inspeccionar estructura general que no presente fisuras	Mensual	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Inspeccionar Alineacion motor	Mensual	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Inspeccionar anclaje pernos en la base de la estructura	Mensual	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Inspeccionar correas de transmision, que no esten flojas, gastadas o quemadas	Mensual	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Tomar medida de amperaje del motor y registrar	Mensual	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Inspeccionar las poleas por grietas, sujeción al eje y acumulación de polvo, reportar si encuentra cualquier daño.	Mensual	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Inspeccionar que no presente fisuras en la estructura y que este generando perdida o reguero de material	Mensual	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Limpieza y ajuste de los contactos en la bornera del motor.	Mensual	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Inspeccionar Ventilador motor	Mensual	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Inspeccionar Carcaza motor (sujeción, suciedad, Humedad)	Mensual	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Engrase rodamientos motor	Mensual	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Inspeccionar funcionamiento y ruido	Mensual	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Inspeccionar carcaza bomba	Quincenal	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Inspeccionar sello eje bomba (Prensa estopa o agua)	Mensual	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Inspeccionar tornillos y anclajes de la bomba	Mensual	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Inspeccionar tornillos y anclajes del motor	Mensual	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Inspeccionar cubiertas de seguridad	Mensual	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Inspeccionar alineación de la bomba	Mensual	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Inspeccionar eje bomba (juego axial)	Mensual	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Inspeccionar eje bomba (juego radial)	Mensual	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Tomar lectura de vibraciones	Semestral	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
OBSERVACIONES		OBSERVACIONES			OBSERVACIONES				

Tabla 4. Formato de gestión de mantenimiento. Fuente: (Touchstone Colombia)

TAREA DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA	BANCO DE HIDROCICLONES No. 1 - 4 HIDROCICLONES			
		EJECUTO		CONFORME	
Inspeccionar estructura externa	Mensual	SI	NO	SI	NO
Inspeccionar acople de entrada de agua	Mensual	SI	NO	SI	NO
Inspeccionar conectores de línea de alimentación	Mensual	SI	NO	SI	NO
Inspeccionar codo o ducto de descarga de finos (Overflow)	Mensual	SI	NO	SI	NO
Inspeccionar codo o ducto de descarga gruesos (Underflow)	Mensual	SI	NO	SI	NO
Inspeccionar Cilindro interno	Mensual	SI	NO	SI	NO
Inspeccionar empaques	Mensual	SI	NO	SI	NO
Inspeccionar operación Apex, descarga combinada (Underflow)	Mensual	SI	NO	SI	NO
Inspeccionar tornillos de conexión secciones	Mensual	SI	NO	SI	NO
Inspeccionar y ajustar tornillos de anclaje	Mensual	SI	NO	SI	NO
Inspeccionar pisos y pasamanos (estado mallas y barandas)	Mensual	SI	NO	SI	NO
Inspeccionar pintura general del equipo	Mensual	SI	NO	SI	NO
Estructura externa	Mensual	SI	NO	SI	NO
Inspeccionar laminas y soldaduras (Estanqueidad, corrosión)	Mensual	SI	NO	SI	NO
Inspeccionar codo o ducto descargue (salida de material)	Mensual	SI	NO	SI	NO

Tabla 5. Rutina de mantenimiento molienda. Fuente: (Touchstone Colombia)

8.3.4 Mantenimiento Predictivo:

Teniendo en cuenta el comportamiento histórico de los equipos que pertenecen al área de molienda, se crea la programación del mantenimiento predictivo, la cual utiliza herramientas y técnicas de análisis de las bases de datos de fallas, con el fin de detectar anomalías en su funcionamiento y anticiparnos a errores. Los planes que se ejecutan actualmente son: lubricación, vibraciones, termografía y amperaje.

Dichos planes no cuentan con una programación para la realización de su mantenimiento. Este se basa en la disponibilidad del equipo; es decir, cuando se encuentra fuera de servicio o no tiene programación de producción para realizar las actividades asociadas al plan.

Así se consignan los datos de los mantenimientos predictivos asociados a los planes:

		SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO				FORM. MITO 044					
		MANTENIMIENTO PREDICTIVO MOLIENDA				Fecha: 18/12/2020 Pagina: 1 de 1 Revision: 1 Version: 1					
TIPO DE MANTENIMIENTO: PREDICTIVO	ORDEN DE TRABAJO				FECHA						
	HORA INICIO RUTINA				HORA FINAL RUTINA						
FRECUENCIA DE RUTINA BIMENSUAL	TECNICO RESPONSABLE										
MOLIENDA				BANDA TRANSPORTADORA N°8							
DATOS NOMINALES	FRECUENCIA (HZ)	60	VOLTAJE (V)	440	AMPERAJE (A)	4,30	RPM	44	HP	3	
	TEMPERATURA MOTOR (°C)	CRITICA 85 ALERTA 65	TEMPERATURA REDUCTOR (°C)	CRITICA 120 ALERTA 100							
CORRIENTE		RPM	TEMPERATURA MOTOR	TEMPERATURA REDUCTOR	FRECUENCIA						
L1	L2	L3									
OBSERVACIONES											

Tabla 6. Formato mantenimiento preventivo. Fuente (Touchstone Colombia)

8.3.5 Análisis Causa Raíz.

Teniendo en cuenta el Pareto de fallas mensuales de los equipos de planta de beneficio figura 24, es de suma importancia la implementación de métodos para el análisis de falla frecuentes y que bajan la disponibilidad y la confiabilidad de la planta, se implementa en la empresa el análisis causa raíz (RCA) figura 25, como método para encontrar la causa raíz de las fallas presentadas en los equipos de la empresa, buscando también las oportunidades de mejora en el sistema con el aumento de disponibilidad, confiabilidad y producción de mineral procesado.



Figura 26. Pareto de falla planta. Fuente. (Touchstone Colombia)

		ANÁLISIS DE FALLA		FORM. 29 Fecha: 01/07/2020 Pagina: 1 de 1 Revisión: 1			
CODIGO TAG				FECHA DE ANÁLISIS		26 de mayo de 2021	
AREA		MANTENIMIENTO		EVENTO		CONSECUENCIA DEL EVENTO	
				FRACTURA EJE DE ENTRADA AL REDUCTOR DEL MOLINO		CAMBIO DEL REDUCTOR	
MAQUINA		REDUCTOR MOLINO 2		INDICADOR		DISPONIBILIDAD	
PARTICIPANTES DEL ANÁLISIS		JHON FABER MACETO, BILLY CARMONA- ROBINSÓN ATEOHURTUA, NESTOR SICHACA, CAMILO MONTOYA, YESICA SERNA, MOTOREDUCTORES, VIBROMONTAJES					
HECHOS OBSERVADOS							
5 W s+1H		Que?		FRACTURA DEL EJE DE ENTRADA AL REDUCTOR			
		Cuando?		19/05/2021, 07:30 am			
		Dónde?		REDUCTOR			
		Quién?		NO DEPENDE DE LA HABILIDAD HUMANA			
		Cual?		FRECUENTEMENTE 2 OCASIONES EN DOS MESES			
Cómo?		MEDIANTE INSPECCIÓN VISUAL					
En operación el 19/05/2021 a las 07:30 am, se realizó inspección visual en el molino 2 encontrando fractura en el eje de entrada del reductor del sistema de transmisión entre motor y reductor.							
5 POR QUE?							
Por que? 1		Por que? 2		Por que? 3		Por que? 4	
Ajuste parametros variador		Arranques severos del equipo		El eje soporta sobre torque		Al apagarse el equipo y volver a arrancar con la frecuencia de operación	
		Cuando esta deteniendose puede devolverse y generar un arranque cuando esta en movimiento en el sentido opuesto					
Verificar las cargas de torques de los molinos		La carga de arranque del equipo puede ser muy alta para el reductor		La fuerza la soporta el eje de entrada al reductor			

Figura 27. Formato análisis causa raíz RCA. Fuente. (Touchstone Colombia)

9. Evaluación del nivel de Madurez

Para evaluar el nivel de madurez, se desarrolló una encuesta por medio de un formulario digital aplicado a seis profesionales involucrados en el área de molienda, de la empresa **TOUCHSTONE COLOMBIA**. El objeto; poder identificar a través de la calificación de los participantes, el estado de madurez actual, con respecto a los requerimientos de las cláusulas de la norma ISO 55001 -2014. Y posteriormente analizar y comparar de acuerdo a estos resultados obtenidos, el nivel real y avances del área.

Se tienen en cuenta las siguientes cláusulas:

- 4.1 La comprensión de la organización y su contexto.
- 4.2 La comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas.
- 4.3 Determinar el alcance del sistema de gestión de activos.
- 4.4 Sistema de Gestión de Activos.
- 5.1 Liderazgo y compromiso.
- 5.2 Política.
- 5.3 Roles, responsabilidades y autoridad en la organización.
- 6.1 Acciones para hacer frente a riesgos y oportunidades para el sistema de gestión.
- 6.2.1 Objetivos de gestión de activos.
- 6.2.2 Planificación para lograr los objetivos de gestión de activos.
- 7.1 Recursos.
- 7.2 Competencia.
- 7.3 Conciencia.
- 7.4 Comunicación.
- 7.5 Requisitos de información.
- 7.6.1 Información documentada general.
- 7.6.2 Creación y actualización de la información documentada.
- 7.6.3 Control de la información documentada.
- 8.1 Planificación y control operativo.
- 8.2 Gestión del cambio.
- 8.3 Contrato a terceros.
- 9.1 Seguimiento, medición, análisis y evaluación.
- 9.2 Auditoría interna.
- 9.3 Revisión por la dirección.
- 10.1 No conformidad y acciones correctivas.
- 10.2 Acción preventiva.
- 10.3 Mejora continua.

La evaluación se dará de manera cuantitativa en una escala de 0 a 4 donde cada nivel representa:

- **Madurez Nivel 0:** Inocencia.
- **Madurez Nivel 1:** Conciencia.
- **Madurez Nivel 2:** Desarrollo.
- **Madurez Nivel 3:** Competencia.
- **Madurez Nivel 4:** Mas allá.

Nombres de equipo evaluador:

- Yulika F. Quintana Carbal
- Jhon Fáber Maceto Rodríguez.
- Milton Andrés Angulo Morris

Fecha de evaluación: 19/02/2022**Negocio evaluado: Empresa Touchstone Colombia****Descripción de personal encuestado.****Área:** Molienda

Descripción: Segunda área del flujo de la planta de concentración de mineral y una de las más críticas por su complejidad en la operación de los molinos de bolas y flujo de alimentación de pulpa hacia los demás procesos, con una frecuencia de 24 horas. Para la encuesta se entrevistaron los siguientes profesionales, su relación es directa e indirecta con el área de molienda.

Nombre: Juan David Pabon**Cargo:** Planeador de mantenimiento**Formación Profesional:** Ingeniero Mecánico**Tiempo en la compañía:** 4 Meses.

Objetivo del Rol: Planear, programar y liderar los procesos de mantenimiento de la compañía a través de una adecuada planificación y control del mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo de equipos y sistemas eléctricos, electrónicos y/o mecánicos basados en información y herramientas de la planificación estratégica. Y mediante el análisis de dicha información, la implementación de instrumentos para el cumplimiento de los proyectos correspondientes a cada área de la empresa.

Nombre: Daniel Enrique Tesillo

Cargo: Supervisor de mantenimiento mecánico

Formación Profesional: Ingeniero Mecánico

Tiempo en la compañía: 14 Meses.

Objetivo del Rol: Supervisar y liderar los procesos de mantenimiento de la compañía a través de una adecuada supervisión y control del mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo de equipos y sistemas eléctricos, electrónicos y/o mecánicos basados en información y herramientas de la planificación estratégica y mediante el análisis de dicha información, el diseño e implementación de instrumentos para el cumplimiento de los proyectos correspondientes a cada área de la empresa.

Nombre: Yank Hernan Cachihuango

Cargo: Supervisor de Planta

Formación Profesional: Ingeniero Químico

Tiempo en la compañía: 10 Meses.

Objetivo del Rol: Gestionar los recursos proporcionados para alcanzar las metas y presupuestos establecidos por el superintendente de planta en forma segura y eficiente.

Nombre: Julian Higueta

Cargo: Supervisor de Planta

Formación Profesional: Ingeniero Químico

Tiempo en la compañía: 18 Meses.

Objetivo del Rol: Gestionar los recursos proporcionados para alcanzar las metas y presupuestos establecidos por el superintendente de planta en forma segura y eficiente.

Nombre: Flor Yaritza Rivas

Cargo: Analista de Gestión Humana

Formación Profesional: Tecnóloga en Gestión y recursos Humanos

Tiempo en la compañía: 17 Meses.

Objetivo del Rol: Gestionar y controlar las novedades de nómina, apoyar al jefe de área en temas de contratación y desarrollo de los empleados como capacitaciones, inducciones y contrataciones.

Nombre: Richard Ochoa

Cargo: Superintendente de Laboratorio

Formación Profesional: Ingeniero Metalúrgico

Tiempo en la compañía: 36 Meses.

Objetivo del Rol: Gestionar los recursos proporcionados para alcanzar las metas y presupuestos establecidos para el análisis de muestras del área de planta en el laboratorio, brindando resultados exactos para el control.

Se relacionan a continuación, en la tabla, las preguntas realizadas a los participantes, y la indicación del nivel de madurez de acuerdo a los requisitos de las cláusulas contenidas en cada una de las secciones de la ISO:55001:2014.

Sec.	Cla.	Pregunta	Nivel de Madurez				
			Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
Contexto Organizacional	4.1	¿Cómo determina la organización cuestiones externas e internas relevantes para su propósito y que tienen impacto en su capacidad para lograr los resultados esperados de su sistema de gestión de activos?	La organización no cuenta con un proceso (s) o el proceso (s) es inadecuados para permitirle determinar cuestiones internas y / o externas que podrían afectar los resultados de la gestión de activos.	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.	La organización: <ul style="list-style-type: none"> - identifica las cuestiones internas y externas relevantes para su propósito; - Considera estas cuestiones en el diseño de su sistema de gestión de activos. 	Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.
		¿Cómo se asegura la Organización que los objetivos de gestión de activos están alineados con los objetivos de la Organización?	Los objetivos de gestión de activos no están alineados con los objetivos de la organización o no existen objetivos de gestión de activos.	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.	La organización confirma que sus objetivos de gestión de activos están completamente alineados con, y en consonancia con los objetivos de la organización.	Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.
	4.2	¿Cómo identifica y determina la Organización las necesidades y expectativas de las Partes interesadas?	La organización confirma que sus objetivos de gestión de activos están completamente alineados con, y en consonancia con los objetivos de la organización.	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.	La organización identifica las partes interesadas que son relevantes para el sistema de gestión de activos, y capta sus necesidades y expectativas.	Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.

	<p>¿Cómo se determinan los requisitos de las Partes interesadas para registrar la información financiera y no financiera relevante para la gestión de activos y darla a conocer interna y externamente?</p>	Los requisitos para la presentación de información financiera y no financiera a las partes interesadas no se identifican o no se expide dicha información.	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.	Los requisitos relevantes de las partes interesadas se determinan para registrar la información financiera y no financiera relevante para la gestión de activos,	Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.
	<p>¿Cómo determina la Organización los criterios para la toma de decisiones en la gestión de activos?</p>	Los criterios para la toma de decisiones no están documentados.	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.	La organización determina los criterios para la toma de decisiones de gestión de activos que incluye, cuando corresponde, la consulta con las partes interesadas relevantes.	Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.
4.3	<p>¿Cómo ha determinado la Organización los límites y la aplicabilidad del sistema de gestión de activos para establecer y documentar su alcance? ¿Se ha alineado el alcance con el PEGA (Plan Estratégico de Gestión de activos) y la política de gestión de activos, y se ha considerado su interacción con otros sistemas de gestión?</p>	La organización no ha considerado las cuestiones que determinarían el alcance de su sistema de gestión de activos, y el alcance no está documentado. La organización no ha considerado las cuestiones que determinarían el alcance de su sistema de gestión de activos, y el alcance no está documentado.	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.	El alcance del sistema de gestión de activos está claramente documentado en términos de sus límites, aplicabilidad, interfaces con otros sistemas de gestión y la cartera de activos cubierta.	Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.
	<p>¿Qué ha hecho la organización para establecer, implementar, mantener y mejorar continuamente el sistema de gestión de activos? ¿Puede la organización demostrar que tiene un enfoque estructurado para determinar cuándo necesita documentar procesos, incluidos los vínculos entre estos procesos y otros procesos organizacionales relevantes?</p>	La organización no ha considerado la necesidad de establecer un sistema de gestión de activos.	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.	La organización ha establecido un sistema de gestión de activos que documenta, según corresponda, los diversos componentes necesarios para las personas, los procesos, la información, la tecnología y los vínculos adecuados con otras funciones organizativas y sistemas de gestión.	Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.
4.4	<p>¿Cómo desarrolla, actualiza y documenta la organización el PEGA (Plan Estratégico de Gestión de activos)?</p>	No hay evidencia o la conciencia de la necesidad de un PEGA (Plan Estratégico de Gestión de Activos).	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.	La organización tiene un PEGA (Plan Estratégico de Gestión de Activos), que se deriva y es coherente con el plan de la organización, la política de gestión de activos y el alcance del sistema de gestión de activos. Los documentos requeridos por el PEGA son: - los objetivos de gestión de activos; - El rol del sistema de gestión de activos en el logro de los objetivos de gestión de activos.	Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.

Liderazgo	5.1	¿Cómo ha demostrado la alta dirección el liderazgo y el compromiso en relación con el sistema de gestión de activos? ¿Cómo se ha asegurado la alta dirección que la política de gestión de activos, el PEGA (Plan Estratégico de Gestión de Activos) y los objetivos de gestión de activos se establezcan y sean compatibles con los objetivos de la Organización?	No existe una alineación entre la política de gestión de activos, el PEGA (Plan Estratégico de Gestión de Activos), los objetivos de gestión de activos y los objetivos de la organización, o la totalidad de estos documentos no existen.	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.	La alta dirección asegura que la política de gestión de activos, el PEGA (Plan Estratégico de Gestión de Activos) y los objetivos de gestión de activos están en su lugar y son coherentes con los objetivos de la organización. El sistema de gestión de activos está totalmente integrado con los procesos de negocio de la organización.	Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.
	5.2	¿Qué ha hecho la alta dirección para establecer, comunicar, implementar, revisar periódicamente y, si es necesario, actualizar la política de gestión de activos?	No existe una política de gestión de activos.	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.	La organización ha establecido y documentado una política de gestión de activos, que está autorizada por la alta dirección y se comunica dentro de la organización y está disponible para las partes interesadas relevantes. La política de gestión de activos: - Proporciona un marco para establecer objetivos; - Incluye el compromiso de satisfacer los requisitos aplicables;	Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.
	5.3	¿Cómo se ha asegurado la alta dirección que las responsabilidades y las autoridades para los roles relevantes se asignan y se comunican dentro de la Organización?	Los roles y responsabilidades para la gestión de activos no están asignados.	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.	La alta dirección ha asignado la responsabilidad y autoridad para: Establecer y actualizar el PEGA, los objetivos y el plan de gestión de activos; garantizando la idoneidad, mejora continua y eficacia del sistema de gestión de activos y asegurar que apoya los resultados entregados por el PEGA informando a la alta dirección sobre el desempeño del sistema de gestión de activos.	Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.

Planificación	6.1	¿Cómo demuestra la organización que los riesgos y las oportunidades que podrían afectar la capacidad del sistema de gestión de activos para lograr los resultados previstos se consideran adecuadamente y se implementan procesos para asegurar que se logren los resultados deseados y se mitiguen los efectos no deseados?	Los riesgos asociados con el sistema de gestión de activos no se consideran o no existe un sistema de gestión de activos.	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.	Se han establecido procesos y medidas para asegurar que se logren los resultados deseados del sistema de gestión de activos y se mitiguen los efectos no deseados. - La organización monitorea regularmente la efectividad de las acciones y procesos para abordar los riesgos y oportunidades	Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.
	6.2.1	¿Cómo ha establecido y documentado la organización objetivos de gestión de activos, en funciones y niveles relevantes, para alinearse y permitir el logro de los objetivos de la organización y la política de gestión de activos?	Los objetivos de gestión de activos no están formalmente establecidos, documentados y comunicados.	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.	La organización ha establecido y documentado objetivos de gestión de activos, en funciones y niveles relevantes, para alinearse y permitir el logro de los objetivos de la organización y la política de gestión de activos.	Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.
	6.2.2	¿Cómo determina y documenta la organización sus procesos de planificación, métodos y criterios de decisión para desarrollar el plan(es) de gestión de activos para lograr sus objetivos de gestión de activos?	La organización no está consciente de la necesidad de procesos de planificación de gestión de activos.	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.	La organización ha establecido y documentado sus procesos de planificación, métodos y criterios de decisión para el desarrollo del plan (s) de gestión de activos para alcanzar sus objetivos de gestión de activos. Los procesos y métodos de planificación de la organización aseguran los objetivos. - las actividades y los recursos se determinan y se priorizan utilizando métodos definidos y criterios de decisión.	Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.
		¿Cómo establece, documenta y mantiene la organización los planes de gestión de activos para lograr los objetivos de gestión de activos que garantizan la alineación con la política de gestión de activos y el PEGA (Plan Estratégico de Gestión de Activos)?	La organización no tiene planes de gestión de activos documentados.	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.	La organización tiene un plan (s) de gestión de activos establecido para lograr los objetivos de gestión de activos, los cuales están alineados con la política de gestión de activos y el PEGA (Plan Estratégico de Gestión de Activos). Los planes documentan qué se hará, cuándo, quién será responsable y los recursos necesarios para implementarlos con éxito.	Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.

Apoyo	7.1	¿Cómo asegura la organización que se determinen y proporcionen los recursos necesarios para establecer, implementar, mantener y mejorar el sistema de gestión de activos?	La planificación de recursos no se realiza de acuerdo con el Sistema de gestión de activos.	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.	La organización puede demostrar que ha evaluado y proporcionado recursos suficientes para establecer, mantener y mejorar el sistema de gestión de activos.	Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.
		¿Cómo puede la organización demostrar que se proporcionan los recursos necesarios para cumplir con los objetivos de gestión de activos y para implementar las actividades especificadas en los planes de gestión de activos?	La planificación de recursos no se hace.	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.	La organización tiene un enfoque totalmente desarrollado e integrado para identificar los requisitos de recursos para lograr los objetivos de gestión de activos, y que los planes pueden demostrarse alineados con los recursos. La planificación de recursos demuestra cómo el plan será coherente con las políticas, la gestión de riesgos, la cadena de suministro y distintas restricciones de la organización.	Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.
	7.2	¿En qué medida la organización ha determinado la competencia necesaria de las personas que realizan trabajos bajo su control y que afectan el rendimiento de los activos o el sistema de gestión de activos?	No existe un mecanismo para la gestión de competencias, o el marco de competencia no incluye las competencias de gestión de activos.	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.	La organización tiene un proceso para identificar los requisitos de competencia para las actividades de gestión de activos y evaluar la eficacia de los recursos; tanto interno como externo. La organización ha identificado actividades apropiadas para abordar cualquier brecha en la competencia.	Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.
	7.3	¿Cómo se asegura la organización de que las personas que trabajan bajo su control sean conscientes de cómo impactan en el logro de los objetivos de gestión de activos?	No hay medios eficaces para comunicar la política de gestión de activos y los requisitos de gestión de activos, además de las responsabilidades a las personas correspondientes o no hay una política de gestión de activos / sistema de gestión de activos documentado.	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.	La organización asegura que todas las personas pertinentes tengan conocimiento de la política de gestión de activos. La organización supervisa el rendimiento y la eficacia de las actividades de gestión de activos y efectivamente se comunican los resultados y las tendencias.	Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.
	7.4	¿Cómo ha determinado la organización los requisitos de comunicación interna y externa relacionados con los activos y el sistema de gestión de activos?	La organización no ha considerado los requisitos de comunicación para los activos y / o el sistema de gestión de activos, o los requisitos para la comunicación relacionados con la gestión de activos no	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.	La organización ha determinado la necesidad de una comunicación interna y externa correspondiente a los activos, gestión de activos y el sistema de gestión de activos. Esto incluye lo que se	Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.

		están documentados, o la organización no comunica información relacionada con la gestión de activos.			comunica, cuándo, con quién y cómo. La organización cuenta con sistemas de comunicación formales e informales efectivos previstos para este fin.	
7.5	¿Qué ha hecho la organización para determinar qué información requiere para apoyar sus activos, el Sistema de gestión de activos y el logro de los objetivos de la organización?	La organización no ha considerado lo que debe contener su sistema (s) de información de gestión de activos. -La organización no ha identificado cómo se va a garantizar que La información en su sistema de información de gestión de activos es de La calidad y La precisión requerida.	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.	Toda la información identificada como necesaria para fines de gestión de activos se define, junto con las fuentes, requisitos y procesos de garantía de calidad para la gestión de la información. La información es trazable y consistente, incluso entre información financiera y no financiera.	Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.
7.6.1	¿En qué medida la organización ha documentado información determinada como necesaria para la efectividad de su sistema de gestión de activos?	No se ha considerado la documentación del sistema de gestión de activos o la organización no reconoce la necesidad de un sistema de gestión de activos documentado.	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.	La organización cuenta con un sistema de gestión de activos que se documenta para que coincida con las necesidades y el contexto de la organización y se asegurará de su eficacia.	Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.
7.6.2	Al crear y actualizar Información documentada, ¿cómo garantiza la organización que la información se identifique, formatee, revise y apruebe apropiadamente, y se utilicen los medios apropiados?	No se ha considerado garantizar la coherencia o el control formal de información documentada.	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.	La información documentada que forma parte del sistema de gestión de activos y los registros asociados se controlan para garantizar que sean identificados, formateados, verificados y aprobados.	Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.
7.6.3	¿La Información documentada requerida por el sistema de gestión de activos está controlada, disponible y es adecuada para usarse donde y cuando sea necesaria? ¿La Información documentada está adecuadamente protegida de la pérdida de confidencialidad, uso indebido y pérdida de integridad?	Los medios para asegurar que la información esté disponible y adecuada no han sido considerados. - No hay ningún mecanismo para controlar la integridad o el uso de la información de los activos. -No se ha considerado garantizar el control de la información.	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.	L-a información requerida para fines de gestión de activos está disponible y es adecuada para su uso donde y cuando sea necesario. Esto incluye los procesos para la gestión de la información. -Se han implementado todos los controles necesarios para garantizar que la información requerida para fines de gestión de activos esté adecuadamente protegida de la pérdida de confidencialidad,	Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.

Operaciones	8.1	¿Qué procesos ha desarrollado la organización para controlar la implementación de los planes de gestión de activos?	No existen procesos para el control de la implementación de los planes de gestión de activos o acciones para abordar los riesgos y oportunidades y no conformidades.	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.	Los procesos y los criterios se han establecido para controlar la implementación de: <ul style="list-style-type: none"> - el plan (s) de gestión de activos; - Medidas para hacer frente a los riesgos y las oportunidades; - Acciones preventivas y correctivas para hacer frente a las no conformidades. 	Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.
		¿Puede la organización demostrar que está controlando los procesos para implementar sus planes de gestión de activos, de acuerdo con los criterios que ha establecido para ellos?	La organización no puede demostrar que ha implementado los procesos para controlar la entrega de sus planes de gestión de activos. <ul style="list-style-type: none"> -El almacenamiento y disponibilidad de registros para demostrar el cumplimiento de los procesos no se ha considerado. - La gestión de riesgos no se considera en la planificación y ejecución operativa. 	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.	La planificación operativa y los procesos de implementación se controlan de acuerdo con los criterios especificados. La evidencia documentada proporciona la seguridad de que los procesos se llevaron a cabo según lo planeado. Los riesgos asociados con las actividades de entrega se están gestionando.	Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.
	8.2	¿Cómo asegura la organización que los riesgos asociados con cualquier cambio planificado que pueda tener un impacto en el logro de los objetivos de gestión de activos se evalúen y gestionen antes de implementar el cambio?	Los riesgos asociados con los cambios planificados (ya sean temporales o permanentes) que podrían tener un impacto en los objetivos de la organización, no se evalúan antes de implementar los cambios.	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.	Los cambios que afectan el sistema de gestión de activos se están identificando y evaluando antes de implementar un cambio.	Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.
		¿Cómo controla la organización los cambios planificados, que pueden tener un impacto en el logro de los objetivos de gestión de activos de la organización y cómo mitiga los efectos adversos?	La organización no ha considerado controlar los cambios planificados (ya sean temporales o permanentes) y revisar las consecuencias no deseadas de los cambios, tomando acción para mitigar cualquier efecto adverso, según sea necesario.	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.	La organización controla los cambios planificados y monitorea las consecuencias no deseadas de dichos cambios para mitigar los efectos adversos.	Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.
	8.3	¿Cómo evalúa la organización los riesgos asociados con la tercerización de actividades de gestión de activos? ¿La organización determina y documenta cómo se controlarán dichas actividades tercerizadas?	Los riesgos o asociados a la tercerización no se han considerado.	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.	La organización cuenta con un proceso de gestión de riesgo establecido que asegura los procesos y las actividades subcontratadas de forma controlada.	Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.

Evaluación del Desempeño	9.1	¿Cómo ha determinado la organización lo que necesita ser monitoreado y medido?	La organización no puede demostrar que ha considerado lo que necesita monitorear / medir para poder determinar si alcanzará o no los resultados previstos (si están definidos) para su sistema de gestión.	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.	La organización puede demostrar que: - Ha considerado los métodos más apropiados para llevar a cabo el monitoreo / medición. - Ha determinado qué resultados de monitoreo / medición necesita retener. - Ha determinado lo que necesita monitorear / medir.	Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.
		¿Cómo ha determinado la organización qué información generada a través de sus procesos de monitoreo y medición necesita ser analizada, evaluada e informada?	La organización no ha considerado qué análisis y evaluación son apropiados para la información que recopila a través de sus actividades de monitoreo y medición.	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.	La organización puede demostrar que, como se especifica en ISO 55001: - evalúa la efectividad de las acciones para: abordar riesgos y oportunidades; adquirir la competencia necesaria.	Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.
	9.2	¿Cómo asegura la organización que se llevan a cabo auditorías internas que evalúen objetivamente si el sistema de gestión de activos cumple con los requisitos propios y los requisitos de ISO 55001, y que el sistema se implementa y se mantiene efectivamente?	La auditoría interna para la gestión de activos no se ha considerado o no se reconoce como necesario.	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.	La organización cuenta con un proceso definido para el desarrollo de su programa de auditoría, y se puede demostrar que le permitirá evaluar si el sistema de gestión de activos se ha implementado en el cumplimiento de los requisitos.	Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.
		¿Qué ha hecho la alta dirección de la organización para demostrar que revisa el sistema de gestión de activos?	La alta dirección de la organización no ha considerado la necesidad de llevar a cabo una revisión del sistema de gestión de activos.	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.	La alta dirección puede demostrar que ha documentado un enfoque sistemático para la revisión por la dirección, que incluye cuándo va a tener lugar. -Existe evidencia documentada de la revisión por la dirección, por ejemplo, informe (s) y / o actas de las reuniones.	Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.
	9.3	¿Cómo se asegura la alta dirección de la organización que en sus revisiones del sistema de gestión de activos considera las entradas pertinentes y el registro de los resultados y productos?	La alta dirección de la organización no ha considerado la necesidad de llevar a cabo una revisión del sistema de gestión de activos.	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.	La alta dirección puede demostrar que ha documentado un enfoque sistemático para la revisión por la dirección, que incluye cuándo va a tener lugar. -Existe evidencia documentada de la revisión por la dirección.	Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.

Mejora	10.1	<p>Cuando ocurre una no conformidad o un incidente en los activos, la gestión de activos o en el sistema de gestión de activos, ¿cómo responde la organización y (según corresponda) toma medidas para controlarla y corregirla y afrontar las consecuencias?</p>	<p>La organización no tiene en cuenta los procesos y / o los recursos necesarios para reaccionar a las no conformidades o incidentes que podrían ocurrir con sus activos o su sistema de gestión de activos.</p>	<p>La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.</p>	<p>La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.</p>	<p>La organización tiene procesos y recursos disponibles que le permiten reaccionar de manera adecuada al conjunto de no conformidades o incidentes que podrían ocurrir con sus activos o dentro de su sistema de gestión de activos.</p>	<p>Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.</p>
		<p>Luego de la ocurrencia de una inconformidad o incidente, ¿cómo evalúa y documenta la organización si existe la necesidad de implementar una acción (es), apropiada (s) a los efectos, para asegurar que no ocurra o se repita en otro lugar?</p>	<p>No existe un mecanismo para determinar la causa de las inconformidades o incidentes para evitar recurrencias.</p>	<p>a organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.</p>	<p>La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.</p>	<p>La organización ha comprendido bien los procesos para investigar las no conformidades o incidentes para determinar su causa y si existen no conformidades similares o que podrían ocurrir. - Las acciones potenciales se evalúan para determinar si son apropiadas para los efectos o los riesgos surgidos como resultado de la no conformidad.</p>	<p>Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.</p>
		<p>Después de las evaluaciones que han determinado la necesidad de acciones correctivas o preventivas, ¿cómo implementa y documenta la organización las acciones identificadas (incluidos los cambios en el sistema de gestión de activos), los registros de los resultados y la revisión de la eficacia?</p>	<p>La alta dirección de la organización no ha considerado la identificación de la información apropiada necesaria para sus revisiones del sistema de gestión de activos, o las revisiones de gestión no se llevan a cabo.</p>	<p>La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.</p>	<p>La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.</p>	<p>La alta dirección puede demostrar que un enfoque sistemático se ha adoptado para garantizar que la información que sea pertinente a la revisión por la dirección es identificada y puesta a disposición. - La evidencia de que la revisión por la dirección se ha llevado a cabo, muestra que la mejora continua y la necesidad de realizar cambios en el sistema de gestión de activos se consideraron.</p>	<p>Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.</p>
	10.2	<p>¿Cómo supervisa la organización de manera proactiva las posibles fallas en el rendimiento de los activos y evalúa la necesidad de una acción preventiva?</p>	<p>La organización no ha reconocido la necesidad de monitorear proactivamente sus activos para posibles fallos (por ejemplo, monitoreo de condiciones, defectos).</p>	<p>La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.</p>	<p>La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.</p>	<p>La organización ha puesto en marcha medidas adecuadas para controlar los activos y sistemas de activos para identificar posibles fallos en su funcionamiento.</p>	<p>Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.</p>

	10.3	¿Cómo demuestra la organización que mejora continuamente la pertinencia, adecuación y eficacia de la gestión de activos y de su sistema de gestión de activos?	La organización no ha reconocido la necesidad de mejorar continuamente su sistema de gestión de activos.	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.	La organización puede demostrar que la conveniencia, adecuación y eficacia de su sistema de gestión de activos se está mejorando continuamente a través de sus procesos de seguimiento y evaluación, la revisión por la alta dirección y la existencia y acciones diseñadas para mejorar el sistema.	Los procesos de la organización superan el estándar requerido para cumplir con los requisitos de ISO55000.
--	------	--	--	--	---	--	--

Tabla 7. Formato de Evaluación del nivel de madurez. Fuente (Autores)

9.1 Resultados de la Evaluación

La figura No. 28, indica el valor promedio obtenido por los resultados de la encuesta con respecto a los requisitos de la norma de la gestión de activos ISO 55001:2014. Se tomó una muestra de 6 profesionales asociados al área de molienda y distribuidas así por áreas: dos (2) de planta, dos (2) de mantenimiento, uno (1) de laboratorio y uno (1) de gestión humana. Los resultados obtenidos por cada ítem se pueden observar en el siguiente gráfico radar:

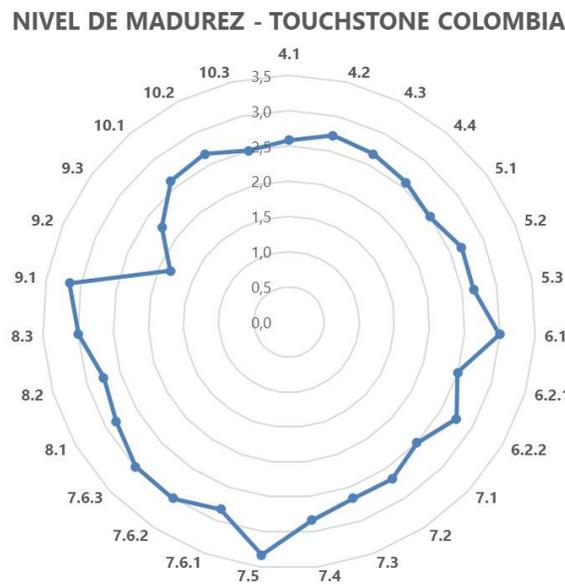


Figura 28. Gráfico radar nivel de madurez promedio por clausulas. Fuente (Autor)

9.2 Análisis de los resultados de la Evaluación

El nivel de madurez del área de molienda de la empresa Touchstone Colombia es evaluada bajo las siete secciones que presenta la norma ISO 55:001-2014:

1. Contexto Operacional
2. Liderazgo
3. Planificación
4. Apoyo
5. Operaciones
6. Evaluación del desempeño
7. Mejora continua

Del siguiente grafico se puede inferir a partir de los valores promedio de las calificaciones, el nivel de madurez percibido del área de molienda con respecto a las secciones:

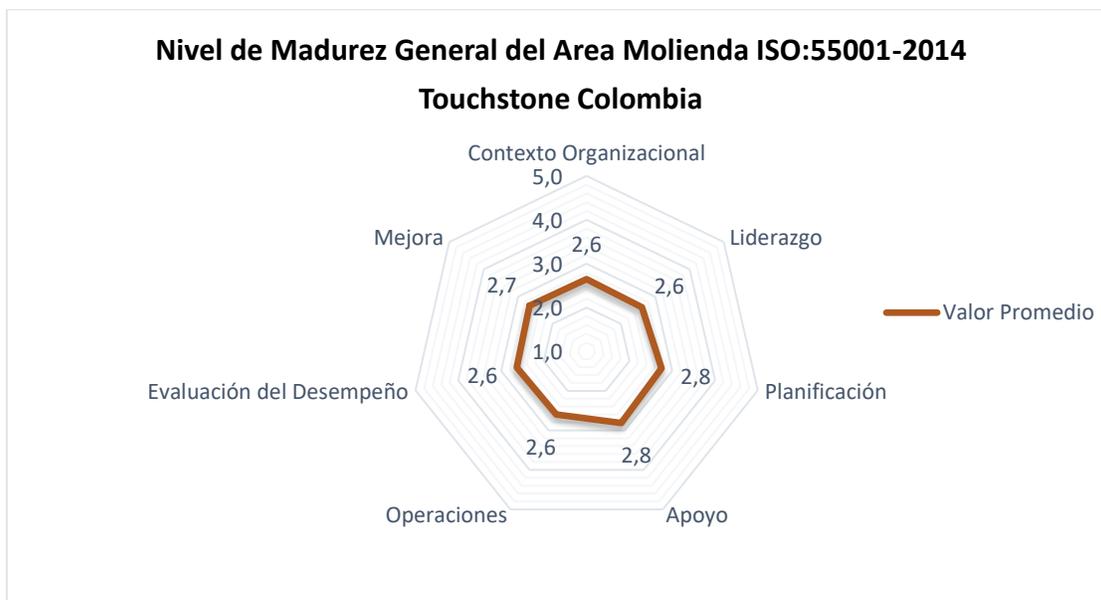


Figura 29. Nivel de madurez general promedio por secciones de la norma. Fuente (Autores)

Contexto operacional: Hace referencia a los aspectos internos y externos de la organización que son relevantes para cumplir con el propósito de alinear los objetivos de la gestión de activos, gestión estratégica (PGEA), necesidades y expectativas de las partes interesadas, y su interacción para lograr los resultados previstos del sistema de gestión de activos. (ISO 55001, 2014)

De acuerdo a la cláusula 4.1 (Comprensión de la organización y su contexto). Los resultados de la evaluación arrojan las siguientes calificaciones.

Requisitos	Promedio General	Gestión Humana	Laboratorio	Mantenimiento	Planta
Los objetivos de la gestión de activos, incluidos en el plan estratégico de gestión de activos (PEGA), deben estar alineados y ser coherentes con los objetivos de la organización.	Los resultados de la encuesta, presentan para esta sección un valor promedio de 2,6 que corresponde a un nivel de madurez entre la transición de desarrollo N2 (desarrollo) a N3 (Competencia)	Para gestión humana el nivel de madurez es 3. La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios. De acuerdo a ISO 55001:2014	Para el área de laboratorio el nivel de madurez es 3. La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios. De acuerdo a ISO 55001:2014	Para el área de mantenimiento el nivel de madurez es 2. Es decir que La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	Para el área de planta el nivel de madurez es 2. La organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.

Tabla 8. Nivel de madurez percibido para la cláusula 4.1 Fuente (Autores)

Con respecto a la cláusula 4.2 (Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas). Se percibe lo siguiente:

Requisitos	Promedio General	Gestión Humana	Laboratorio	Mantenimiento	Planta
Necesidades y expectativas de las partes interesadas con respecto a la gestión de activos. Requisitos de las partes interesadas en relación al registro de información financiera y no financiera, relevante para la gestión de activos y la información, tanto interna como externamente.	Los resultados de la encuesta, presentan para esta sección un valor promedio de 2,6 que corresponde a un nivel de transición de desarrollo a competencia.	gestión humana su nivel es competente 3. Comprende que están definidos los criterios para toma de decisiones relativas a la gestión de activos y los requisitos en relación al registro de información financiera y no financiera relevante para la gestión de activos.	gestión humana su nivel es competente 3. Comprende que están definidos los criterios para toma de decisiones relativas a la gestión de activos y los requisitos en relación al registro de información financiera y no financiera relevante para la gestión de activos.	Mantenimiento asigna al área de molienda un nivel de desarrollo 2. Es decir que se ha identificado que las partes interesadas son relevantes para el sistema de gestión de activos, y capta sus necesidades y expectativas.	Los participantes del área de planta asignan al área de molienda un nivel de desarrollo 2. Es decir que se ha identificado que las partes interesadas son relevantes para el sistema de gestión de activos, y capta sus necesidades y expectativas.

Tabla 9. Nivel de madurez percibido para la cláusula 4.2 Fuente (Autores)

Para la cláusula 4.3 (Determinación del alcance del sistema de gestión de activos), se estiman los siguientes resultados:

Requisitos	Promedio General	Gestión Humana	Laboratorio	Mantenimiento	Planta
La interacción con otros sistemas de gestión, están alineados y si se utilizan. Existe una cartera definida por el alcance del sistema de gestión de activos. Y está disponible como información documentada.	Los resultados de la encuesta, presentan para esta sección un valor promedio de 2,6 que corresponde a un nivel de transición de desarrollo a competencia.	Para el área de gestión humana el nivel es 4 (Optimizado). Se percibe que el área de molienda puede demostrar sistemáticamente y considerablemente su práctica de gestión de activos alineada con los objetivos y su contexto operativo.	Laboratorio percibe del área de molienda un nivel de desarrollo 2. Es decir que se ha identificado que las partes interesadas son relevantes para el sistema de gestión de activos, y capta sus necesidades y expectativas.	Mantenimiento asigna al área de molienda un nivel de desarrollo 2. Es decir que se ha identificado que las partes interesadas son relevantes para el sistema de gestión de activos, y capta sus necesidades y expectativas.	Planta asigna al área de molienda un nivel de desarrollo 2. Es decir que se ha identificado que las partes interesadas son relevantes para el sistema de gestión de activos, y capta sus necesidades y expectativas.

Tabla 10. Nivel de madurez percibido para la cláusula 4.3 Fuente (Autores)

Para la cláusula 4.4 (Sistema de gestión), los participantes perciben lo siguiente:

Requisitos	Promedio General	Gestión Humana	Laboratorio	Mantenimiento	Planta
La organización debe desarrollar un PGEA que incluya la documentación de la función del sistema de gestión de activos para apoyar el logro de los objetivos de gestión de activos.	Los resultados de la encuesta, presentan para esta sección un valor promedio de 2,6 que corresponde a un nivel de transición de desarrollo a competencia.	Para el área de gestión humana el nivel que se percibe es 4. De acuerdo con esto el área de molienda puede demostrar el desarrollo de un PGEA documentado y su función en la gestión de activos.	Para el área de laboratorio el nivel que se percibe es 3. Comprende que está definido el PGEA, demostrando que tiene un enfoque estructurado con respecto a ISO 55001	Mantenimiento asigna al área de molienda un nivel de desarrollo 2. Es decir que se ha identificado que las partes interesadas son relevantes para el sistema de gestión de activos, y capta sus necesidades y expectativas.	Para el área de gestión humana el nivel que se percibe es 3. De acuerdo con esto el área de molienda puede demostrar el desarrollo de un PGEA documentado y su función en la gestión de activos.

Tabla 11. Nivel de madurez percibido para la cláusula 4.4 Fuente (Autores)

La figura No. 30, representa gráficamente el promedio de calificación por las áreas de Touchstone Colombia encuestadas, con respecto a los requisitos de las cláusulas 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4 correspondientes la sección de contexto organizacional de la ISO 55001:2014.

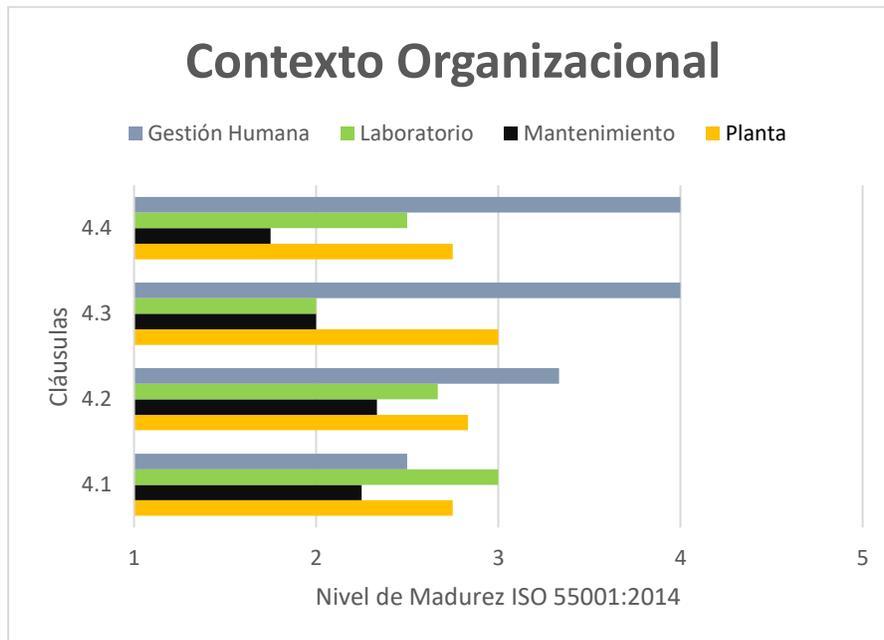


Figura 30. Percepción por departamentos con respecto al contexto operacional del área de molienda. Fuente (Autores)

De acuerdo a estos resultados, y al análisis con respecto a los requerimientos de la ISO 55001:2014, se evidencia lo siguiente:

Actualmente la empresa Touchstone Colombia, no cuenta con una política, objetivos, ni gestión estratégica (PEGA), como requisito de un sistema de gestión de activos. Pero en el contexto organizacional de la compañía se tiene algunas consideraciones en los aspectos internos y externos. Dentro de los avances en aspectos externos, se puede evidenciar que existe un trabajo social con las comunidades cercanas a la zona de ubicación del proyecto y

aplicación de políticas del cuidado del medio ambiente, dando cumplimiento a las regulaciones y normativas legales vigentes. Se ha identificado la necesidad de estructurar y reforzar los procedimientos actuales, y a pesar de la conciencia adquirida, aun el avance en relación con la materia es bajo. Con respecto a las consideraciones internas, se puede incluir que la compañía dentro de su contexto organizacional, cuenta con visión, misión y valores corporativos. Con respecto a la documentación de la información se puede evidenciar, que, las partes interesadas aportan la información requerida en la toma de decisiones con las que se identifican y determinan las necesidades y expectativas de la organización y a su vez transmitidas a la alta dirección. De estos requerimientos Touchstone no cuenta con soportes, ni procesos documentados.

Liderazgo: Esta sección hace referencia al apoyo, compromiso y liderazgo con respecto a la política, objetivos, recursos, comunicación y compromiso de la gestión de activos de la organización, proporcionando un marco de referencia para el establecimiento de los objetivos de la gestión de activos. (ISO 55001, 2014)

Con respecto a la cláusula 5.1 (Liderazgo y compromiso).

Requisitos	Promedio General	Gestión Humana	Laboratorio	Mantenimiento	Planta
La política de gestión de activos, el PGEA y los objetivos de gestión de activos se establecen y son compatibles con los objetivos organizacionales. los requisitos del sistema de gestión de activos garantizan los procesos del negocio de la organización. el enfoque utilizado para gestionar los riesgos en la gestión de activos está alineado con el enfoque de la organización para la gestión de riesgos.	El área de molienda en general tiene una percepción por parte de los participantes, en un nivel de transición de desarrollo a competencia N3, de acuerdo al nivel de madurez con respecto a los requerimientos de ISO 55001.	Percibe un nivel de competencia, debido a que la organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.	Se percibe un nivel de competencia, debido a que la organización ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.	Para el área de mantenimiento el liderazgo y compromiso es nulo con respecto a las políticas de la gestión de activos, el PGEA, los objetivos de gestión de activos y los objetivos de la organización, y no hay evidencia de esto.	Para planta su nivel de madurez es 2 (En desarrollo), identificando la necesidad de este requisito para la organización y existe evidencia de la intención de progresar.

Tabla 12. Nivel de madurez percibido para la cláusula 5.1 Fuente (Autores)

La cláusula 5.2 (Políticas). Fue calificada de la siguiente manera:

Requisitos	Promedio General	Gestión Humana	Laboratorio	Mantenimiento	Planta
La alta dirección establece una política de gestión de activos que: a) es adecuada al propósito de la organización. b) proporciona un marco de referencia para el establecimiento de los objetivos de la gestión de activos; c) Existe compromiso de satisfacer los requisitos. d) incluye un compromiso de la mejora continua del sistema de gestión de activos.	El área de molienda en general según la percepción de los participantes, se encuentra en un nivel de transición de desarrollo a competencia N3, de acuerdo al nivel de madurez con respecto a los requerimientos de ISO 55001.	Gestión humana percibe que existe y hay evidencia de una política clara de gestión de activos, donde se proporciona un marco para establecer objetivos, hay compromiso de satisfacer los requisitos aplicables y mejora continuamente el sistema de gestión de activos.	Laboratorio percibe que existe y hay evidencia de una política clara de gestión de activos, donde se proporciona un marco para establecer objetivos, hay compromiso de satisfacer los requisitos aplicables y mejora continuamente el sistema de gestión de activos.	Mantenimiento percibe que el liderazgo y apoyo es nulo.	Planta percibe que existe y hay evidencia de una política clara de gestión de activos, donde se proporciona un marco para establecer objetivos, hay compromiso de satisfacer los requisitos aplicables y mejora continuamente el sistema de gestión de activos.

Tabla 13. Nivel de madurez percibido para la cláusula 5.2 Fuente (Autores)

El numera 5.3 indica aquellas (Funciones organizacionales, responsabilidades y autoridad). Se manifiesta lo siguiente:

Requisitos	Promedio General	Gestión Humana	Laboratorio	Mantenimiento	Planta
La alta dirección asigna la responsabilidad y autoridad para: a) establecer y actualizar el PGEA, incluyendo los objetivos de la gestión de activos. b) asegura que el sistema de gestión cumple con los requisitos de esta norma. c) asegurar la idoneidad, adecuación y eficacia del sistema de gestión de activos. d) establecer y actualizar el (los) plan(es) de gestión de activos (ver 6.2.2). e) informar sobre el desempeño del sistema de gestión de activos a la alta dirección.	El área de molienda en general según la percepción de los participantes, se encuentra en un nivel de transición de desarrollo a competencia N3, de acuerdo al nivel de madurez con respecto a los requerimientos de ISO 55001.	Para gestión humana la alta dirección ha asignado la responsabilidad y autoridad para establecer y actualizar el PGEA, incluyendo los objetivos de la gestión de activos, dando cumplimiento a la norma.	Para laboratorio se ha identificado la necesidad y está en desarrollo.	Para mantenimiento se ha identificado la necesidad y está en desarrollo.	para planta la alta dirección ha asignado la responsabilidad y autoridad para establecer y actualizar el PGEA, incluyendo los objetivos de la gestión de activos, dando cumplimiento a la norma.

Tabla 14. Nivel de madurez percibido para la cláusula 5.3 Fuente (Autores)

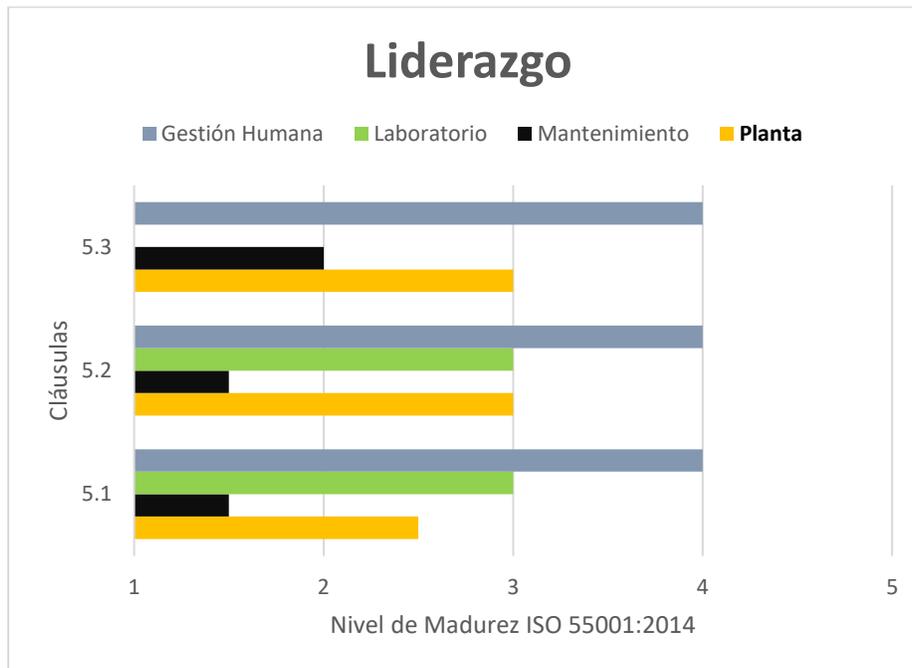


Figura 31. Percepción por departamentos con respecto al Liderazgo del área de molienda. Fuente (Autores)

De acuerdo al análisis se puede inferir que; sin contar con una política de gestión de activos, la alta dirección de la empresa Touchstone Colombia, ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar, enfocándose en liderar y demostrar compromiso, asegurando la integración de los procesos de la organización, a través de los líderes de cada área, realizando reuniones mensuales para comunicar y contribuir a la eficacia del cumplimiento de los objetivos estratégicos de la organización.

La alta dirección de la empresa incorpora en la estructura organizacional los roles y funciones de cada cargo de acuerdo a los planes organizacionales definidos para el cumplimiento de los objetivos de la organización, este se encuentra definido en la descripción de cargo de cada líder de área.

Planificación: Para ISO 55001:2014, esta sección hace referencia a las consideraciones que debe tener la organización en aspectos relacionados con planes de gestión de activos para lograr los objetivos del SGA. Estos planes de gestión de activos deben estar alineados con la política y el PGEA.

Para el numeral 6.2.1 (Acciones para abordar los riesgos y las oportunidades para el sistema de gestión) la organización debe considerar los aspectos nombrados en las cláusulas 4.1 y 4.2 y de esta manera poder garantizar los resultados de la gestión de activos, en cuanto a las acciones para abordar los riesgos y oportunidades, prevenir efectos no deseados y alcanzar la mejora continua.

Requisitos	Promedio General	Gestión Humana	Laboratorio	Mantenimiento	Planta
Dar garantía de que el sistema de gestión de activos puede alcanzar los resultados previsto: a) prevenir, o reducir los efectos no deseados b) alcanzar la mejora continua. c) integrar e implementar las acciones en sus procesos de sistema de gestión de activos; d) evaluar la efectividad de estas acciones.	La encuesta genera un valor promedio de 2,7 esto corresponde a que en un gran porcentaje se está logrando un nivel de madurez 3; demostrando que cumple de manera sistemática y consistente con los requerimientos relevantes establecidos en la norma ISO 55001.	Según gestión humana el avance alcanzado en este punto es competente. Es decir, comprende, desarrolla y puede demostrar que se cuenta con acciones para abordar los riesgos y oportunidades, considerando su variación en el tiempo. Para el área de mantenimiento únicamente se ha identificado la necesidad.	Según laboratorio el avance alcanzado en este punto es competente. Es decir, comprende, desarrolla y puede demostrar que se cuenta con acciones para abordar los riesgos y oportunidades, considerando su variación en el tiempo. Para el área de mantenimiento únicamente se ha identificado la necesidad.	Para el área de mantenimiento únicamente se ha identificado la necesidad.	Según planta el avance alcanzado en este punto es competente. Es decir, comprende, desarrolla y puede demostrar que se cuenta con acciones para abordar los riesgos y oportunidades, considerando su variación en el tiempo. Para el área de mantenimiento únicamente se ha identificado la necesidad.

Tabla 15. Nivel de madurez percibido para la cláusula 6.1 Fuente (Autores)

Para el numeral 6.2.1 (Objetivos de la gestión de activos y planificación para lograrlos) Producción, laboratorio y gestión humana consideran que existen objetivos de gestión de activos, y que la organización considera los requisitos de las partes interesadas, requisitos financieros, técnicos, legales, reglamentarios, en el proceso de planificación de la gestión de activos.

Requisitos	Promedio General	Gestión Humana	Laboratorio	Mantenimiento	Planta
Los objetivos de la gestión de activos deben: a) ser coherentes y estar alineados con los objetivos organizacionales. b) ser consistentes con la política de gestión de activos. c) ser establecidos y actualizados utilizando criterios de toma de decisión de la gestión de activos.	La encuesta genera un valor promedio de 2,7 esto corresponde a que en un gran porcentaje se está logrando un nivel de madurez 3; demostrando que cumple de manera sistemática y consistente con los requerimientos relevantes establecidos en la norma ISO 55001.	Gestión humana consideran que existen objetivos de gestión de activos, y que la organización considera los requisitos de las partes interesadas, requisitos financieros, técnicos, legales, reglamentarios, en el proceso de planificación de la gestión de activos.	Laboratorio consideran que existen objetivos de gestión de activos, y que la organización considera los requisitos de las partes interesadas, requisitos financieros, técnicos, legales, reglamentarios, en el proceso de planificación de la gestión de activos.	Para el área de mantenimiento se ha identificado esta necesidad y otorga un nivel de madurez 2 (desarrollo).	Planta consideran que existen objetivos de gestión de activos, y que la organización considera los requisitos de las partes interesadas, requisitos financieros, técnicos, legales, reglamentarios, en el proceso de planificación de la gestión de activos.

Tabla 16. Nivel de madurez percibido para la cláusula 6.2.1 Fuente (Autores)

Para la cláusula 6.2.2 (Planificación para lograr los objetivos de la gestión de activos) La organización debe integrar en un plan organizacional las actividades correspondientes a las finanzas, de recursos humanos y de otras funciones de apoyo. La organización debe establecer, documentar y mantener un plan de gestión de activos para lograr los objetivos de la gestión de activos. Estos planes de gestión de activos deben estar alineados con la política de la gestión de activos y el PGEA.

Requisitos	Promedio General	Gestión Humana	Laboratorio	Mantenimiento	Planta
<p>Al planificar cómo lograr sus objetivos de gestión de activos, la organización debe determinar:</p> <p>a) el método y criterios para la toma de decisiones, actividades y recursos para lograr el plan de gestión de activos y los objetivos de la gestión de activos.</p> <p>b) los procesos y métodos que se utilizarán en la gestión de sus activos a través del ciclo de vida;</p> <p>c) Recursos necesarios.</p> <p>d) Responsables.</p> <p>e) cómo se evaluarán los resultados.</p>	<p>La encuesta genera un valor promedio de 2,7 esto corresponde a que en un gran porcentaje se está logrando un nivel de madurez 3; demostrando que cumple de manera sistemática y consistente con los requerimientos relevantes establecidos en la norma ISO 55001.</p>	<p>gestión humana consideran que existen métodos y criterios para la toma de decisiones para lograr el plan de gestión de activos y los objetivos planteados. De igual manera se utilizan en las decisiones del ciclo de vida de los activos.</p>	<p>Laboratorio también comprende y consideran que existen métodos y criterios para la toma de decisiones para lograr el plan de gestión de activos y los objetivos planteados. De igual manera se utilizan en las decisiones del ciclo de vida de los activos.</p>	<p>Para el área de mantenimiento se ha identificado esta necesidad y otorga un nivel de madurez 2 (desarrollo).</p>	<p>Planta percibe de igual manera que existen métodos y criterios para la toma de decisiones para lograr el plan de gestión de activos y los objetivos planteados. De igual manera se utilizan en las decisiones del ciclo de vida de los activos.</p>

Tabla 17. Nivel de madurez percibido para la cláusula 6.2.2 Fuente (Autores)

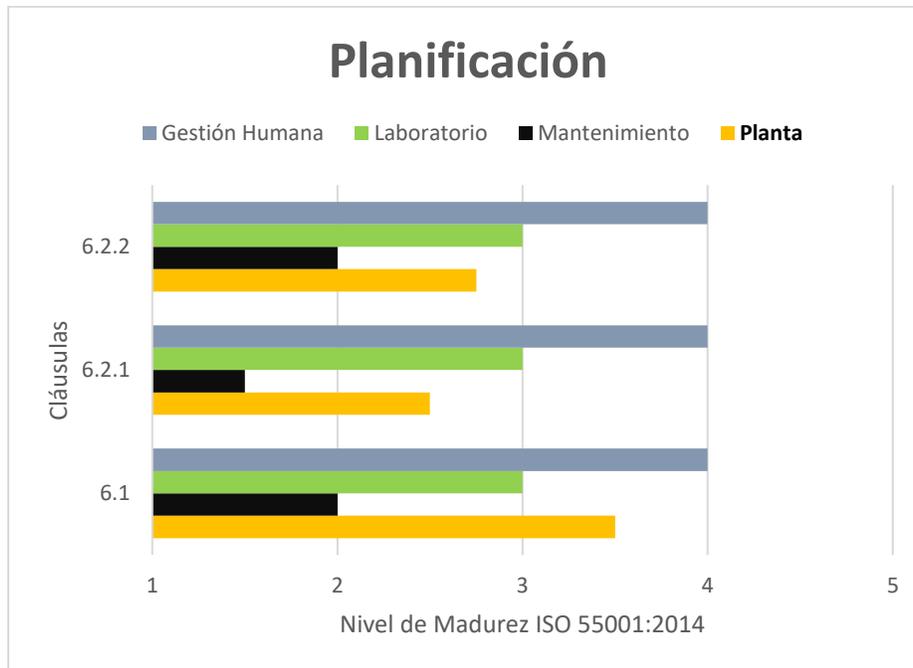


Figura 32. Percepción por departamentos con respecto a la Planificación del área de molienda. Fuente (Autores)

El análisis correspondiente permite comprender; en cuanto a la planificación del área de molienda de la empresa Touchstone Colombia, que, se ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios. En la planificación participa la alta dirección, el superintendente de mantenimiento y el planificador de mantenimiento, en esta se describen los lineamientos para definir que se hará, quien será el responsable, como se

evaluaran los resultados, y decisiones. Se cuenta con un programa de mantenimiento basado en rutinas por frecuencia de tiempo y se administra en Excel.

Una vez realizada la planificación del área de molienda, los encargados de operación y mantenimiento establecen las disposiciones para alcanzar los objetivos estratégicos de la compañía, enfocándose en las metas diarias indicadas en los kpis ya establecidos. Por ejemplo, el indicador de producción diario TPD (Toneladas por día), disponibilidad del área de molienda, entre otros.

Factores como lo son el estudio de la matriz de criticidad de los activos que conforman el área de molienda demuestra que la empresa analiza los riesgos y oportunidades para mitigarlos, esto enfocado en el cuidado o prevención de los mismos.

Apoyo: Esta sección establece que la organización debe contar con la determinación y proporción de los recursos necesarios para la implementación, mantenimiento y mejora continua del sistema de gestión de activos.

El numeral 7.1 (Recursos), determina las competencias y actividades necesarias del recurso humano en la implementación, desempeño y logro del sistema de gestión de activos.

Requisitos	Promedio General	Gestión Humana	Laboratorio	Mantenimiento	Planta
La organización debe proporcionar los recursos necesarios para cumplir con los objetivos de la gestión de activos y para implementar las actividades específicas en el plan de gestión de activos.	La encuesta genera un valor promedio de 2,5 esto corresponde a un nivel de madurez 2; La organización ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	gestión humana percibe evidentemente, que se toman acciones para lograr la competencia necesaria y evaluar la eficacia de las acciones tomadas, respaldado bajo información documentada y se evalúa periódicamente las necesidades y los requisitos actuales y futuros de las competencias.	Para laboratorio el nivel de madurez demuestra evidentemente que las personas a cargo son competentes sobre la base de la educación, y experiencia apropiada. Se toman acciones para lograr la competencia y evaluar la eficacia de las acciones tomadas, es respaldado bajo información documentada y se evalúa periódicamente y los requisitos actuales y futuros de las competencias.	Mantenimiento ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.	Planta ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.

Tabla 18. Nivel de madurez percibido para la cláusula 7.1 Fuente (Autores)

El numeral 7.2 (Competencia), determinar las competencias necesarias de las personas, que trabajan, con respecto al desempeño de la gestión de activos, y su sistema de gestión de activos.

Requisitos	Promedio General	Gestión Humana	Laboratorio	Mantenimiento	Planta
a) asegurar que el personal es competente sobre la base de la educación, formación o experiencia apropiada. b) conservar información documentada apropiada, como evidencia de la competencia. c) Revisar periódicamente las necesidades y requisitos actuales y futuros.	La encuesta genera un valor promedio de 2,7 esto corresponde a que en un gran porcentaje se está logrando un nivel de madurez 3; demostrando que cumple de manera sistemática y consistente con los requerimientos relevantes establecidos en la norma ISO 55001.	Para gestión humana, laboratorio y mantenimiento el nivel de madurez alcanza evidentemente que las personas a cargo son competentes sobre la base de la educación, formación o experiencia apropiada. (N3 competencia).			Para planta se han identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se están avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios.

Tabla 19. Nivel de madurez percibido para la cláusula 7.2 Fuente (Autores)

El numeral 7.3 (Toma de conciencia), ordena que las personas trabajan bajo el control de la organización, quienes pueden tener impacto en el logro de los objetivos de la gestión de activos.

Requisitos	Promedio General	Gestión Humana	Laboratorio	Mantenimiento	Planta
Contribución a la eficacia del sistema de gestión de activos, incluyendo los beneficios de un desempeño mejorado. a) como se relacionan las actividades de trabajo, riesgos y oportunidades. c) Consecuencias de no cumplir con los requisitos del sistema de gestión de activos.	La encuesta genera un valor promedio de 2,7 esto corresponde a que en un gran porcentaje se está logrando un nivel de madurez 3; demostrando que cumple de manera sistemática y consistente con los requerimientos relevantes establecidos en la norma ISO 55001.	gestión humana evalúa el nivel de madurez como competente, relaciona las actividades de riesgo y oportunidades como procesos de mejora continua y requisito de la gestión de activos.	Laboratorio evalúa el nivel de madurez como competente, relaciona las actividades de riesgo y oportunidades como procesos de mejora continua y requisito de la gestión de activos.	Para el área de mantenimiento se ha identificado esta necesidad y otorga un nivel de madurez 2 (desarrollo).	Planta evalúa el nivel de madurez como competente, relaciona las actividades de riesgo y oportunidades como procesos de mejora continua y requisito de la gestión de activos.

Tabla 20. Nivel de madurez percibido para la cláusula 7.3 Fuente (Autores)

El numeral 7.4 (Comunicación) determina la necesidad de comunicaciones internas y externas relacionadas con el sistema de gestión activos.

Requisitos	Promedio General	Gestión Humana	Laboratorio	Mantenimiento	Planta
La organización ha considerado los requisitos de comunicación para los activos y / o el sistema de gestión de activos, o los requisitos para la comunicación relacionados con la gestión de activos no están documentados, o la organización no comunica información relacionada con la gestión de activos.	La encuesta genera un valor promedio de 2,8 esto corresponde a que en un gran porcentaje se está logrando un nivel de madurez 3; demostrando que cumple de manera sistemática y consistente con los requerimientos relevantes establecidos en la norma ISO 55001.	Para gestión humana este proceso es claro en cuanto a lo que se comunicará, cuándo se comunicará, quién lo comunica y cómo se comunicará.	Para Laboratorio este proceso es claro en cuanto a lo que se comunicará, cuándo se comunicará, quién lo comunica y cómo se comunicará.	Para mantenimiento la necesidad es identificada y existe conciencia sobre las falencias de comunicación.	Para planta este proceso es claro en cuanto a lo que se comunicará, cuándo se comunicará, quién lo comunica y cómo se comunicará.

Tabla 21. Nivel de madurez percibido para la cláusula 7.4 Fuente (Autores)

Para el numeral 7.5 (Requisitos de información), 7.6 (Información documentada), 7.6.2 (Creación y actualización) y 7.6.3 (Control de información documentada), se relacionan los requisitos que debe ejercer la organización para determinar información necesaria para apoyar la gestión de activos, su sistema de gestión de activos y el logro de sus objetivos organizacionales. se debe basar en el apoyo de la gestión de activos, y el logro de sus objetivos organizacionales.

Para esta clausulas todas las áreas a excepción de mantenimiento, consideran competente los requisitos de información con respecto a la importancia de los riesgos identificados, las funciones y responsabilidades para la gestión de activos, los procesos, procedimientos y actividades, intercambio de información con las partes interesadas, incluidos los proveedores y el impacto en la calidad, la disponibilidad y la gestión de la información sobre el proceso de la toma de decisiones. Además, se tiene consciencia los requisitos de calidad de la información cómo es recopilada, analizada y evaluada la información, existen unos lineamientos específicos en cuanto terminología y gestión transparente de la información financiera y no financiera de la empresa.

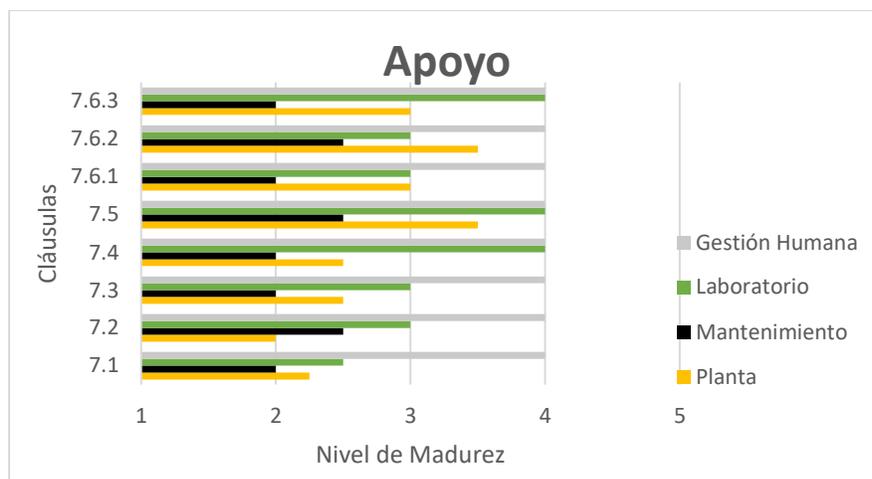


Figura 33. Percepción por departamentos con respecto a la Planificación del área de molienda. Fuente (Autores)

La empresa ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se está avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios para el desarrollo de la gestión del área de molienda.

Los recursos para mantener el área de molienda de la empresa, es la asignación de presupuesto para los siguientes temas:

- Proyectos de innovación o correctivos.
- Ejecución del plan de negocio.
- Planes de acción.
- Infraestructura, equipos, repuestos que mejoran las condiciones y contribuyen con el plan de mantenimiento.
- Designación de personal técnico involucrado, incluido contratistas.

- Los recursos son asignados a todas las áreas de proceso que conforman la planta, esto puede incluir hasta los proveedores, que pueden demandar recursos para el desarrollo conjunto o entrega de equipos y condiciones de fabricación. (Touchstone Gestión de mantenimiento preventivo y gestión humana integral).

La empresa por medio de Gestión Humana Integral proporciona la mayoría de personal técnico que interviene en los procesos de mantenimiento, y aplican las metodologías necesarias para cumplir con un proceso de selección objetivo del personal. Por otra parte, la empresa provee el personal capacitado contratista para la ejecución de diferentes actividades que contribuyen con el cumplimiento de los objetivos organizacionales. La competencia se refiere a la capacidad con la que las personas aplican los conocimientos y las habilidades para el logro de los objetivos planteados, para la aplicabilidad de este criterio al personal involucrado se plantea:

- La identificación de los perfiles de cargo, los planes de capacitación o entrenamiento, registros de formación y hojas de vida.
- La validación de las competencias necesarias para las tareas que demandan los procesos de molienda.
- Las competencias por medio de educación, formación y experiencia:
- Educación: Conocimiento académico previo a asumir el cargo.
- Formación: Preparación para asumir el cargo adquiriendo conocimiento al mismo tiempo que se ejecuta el cargo.
- Experiencia: Conocimiento y habilidad adquirida en el tiempo de realización del cargo.
- La determinación por parte de la empresa de las competencias para los cargos en las descripciones de los mismos. (Touchstone, pilar de vinculaciones y pilar de educación y entrenamiento).

Se cuenta con información documentada, pero es exclusiva de la empresa y se encuentra con disponibilidad para los usuarios de la empresa con intervención directa en la gestión, dicha documentación cuenta con fácil comprensión de su contenido y con adecuada protección que garantiza la confidencialidad, para evitar el uso incorrecto. (Touchstone area de TI, y control documental)

Operaciones: Es el control y criterios necesarios en los procesos para cumplir con los requisitos, e implementación del plan de gestión, y como sus acciones impactan en el logro de los objetivos del SGA.

Presenta un valor promedio de 2,6 esto corresponde a un nivel de transición de desarrollo a competencia. Es decir que los encuestados perciben que el área de molienda ha identificado la necesidad y su gestión se encuentra en desarrollo.

Para el numeral 8.1 (Planificación y control operacional), todas las áreas coinciden en un nivel competente, actúan de acuerdo al control de procesos de la organización, permitiendo

implementar las acciones de las cláusulas 6.1 y 6.2 con respecto al plan de gestión. De igual manera son correspondientes con los requisitos de las acciones correctivas y preventivas determinadas en 10.1 y 10.2 con respecto los riesgos asociados a los cambios planificados, que pueden tener un impacto en el logro de los objetivos de la gestión de activos.

Requisitos	Promedio General	Gestión Humana	Laboratorio	Mantenimiento	Planta
La organización debe planificar, implementar y controlar los procesos necesarios para cumplir con las cláusulas 6.1, 6.2 y las acciones correctivas y preventivas determinadas en 10.1 y 10.2 a) implementando el control de los procesos. b) documentando para tener confianza y evidencia de que los procesos que se han llevado a cabo según lo planeado. c) monitoreando los riesgos, utilizando el enfoque descrito en 6.2.2.	presenta un valor promedio de 2,6 esto corresponde a un nivel de transición de desarrollo a competencia. Es decir que los encuestados perciben que el área de molienda ha identificado la necesidad y su gestión se encuentra en desarrollo.	Para el numeral 8.1 (Planificación y control operacional), todas las áreas coinciden En un nivel competente, actúan de acuerdo al control de procesos de la organización, permitiendo implementar las acciones de las cláusulas 6.1 y 6.2 con respecto al plan de gestión. De igual manera son correspondientes con los requisitos de las acciones correctivas y preventivas determinadas en 10.1 y 10.2 con respecto los riesgos asociados a los cambios planificados, que pueden tener un impacto en el logro de los objetivos de la gestión de activos.			

Tabla 22. Nivel de madurez percibido para la cláusula 8.1 Fuente (Autores)

Para el numeral 8.2 (Gestión del cambio), el área de molienda debe tener conocimiento de los riesgos asociados con cualquier cambio planificado y el impacto de este en el logro de los objetivos de la gestión de activos.

Requisitos	Promedio General	Gestión Humana	Laboratorio	Mantenimiento	Planta
La organización debe asegurar que tales riesgos se gestionan de acuerdo con 6.1 y 6.2.2. La organización debe controlar los cambios planificados y revisar las consecuencias no esperadas de los cambios, tomando acciones para mitigar los efectos adversos, según sea necesario.	presenta un valor promedio de 2,6 esto corresponde a un nivel de transición de desarrollo a competencia. Es decir que los encuestados perciben que el área de molienda ha identificado la necesidad y su gestión se encuentra en desarrollo.	Para gestión humana existen controles y criterios que permiten asegurar que tales riesgos se gestionan de acuerdo con 6.1 y 6.2. La organización controla los cambios planificados y revisa las consecuencias no esperadas de los mismos, tomando acciones para mitigar las consecuencias.	Para laboratorio este nivel aún no se ha alcanzado y únicamente se ha identificado la necesidad.	Para mantenimiento este nivel aún no se ha alcanzado y únicamente se ha identificado la necesidad.	Para planta existen controles y criterios que permiten asegurar que tales riesgos se gestionan de acuerdo con 6.1 y 6.2. La organización controla los cambios planificados y revisa las consecuencias no esperadas de los mismos, tomando acciones para mitigar las consecuencias.

Tabla 23. Nivel de madurez percibido para la cláusula 8.2 Fuente (Autores)

El numeral 8.3 (Subcontratación), permite evaluar el impacto y riesgos asociados sobre la organización, al realizar cualquier labor o actividad subcontratada asegurando que se controlan los procesos y actividades contratados.

Requisitos	Promedio General	Gestión Humana	Laboratorio	Mantenimiento	Planta
<p>Cuando se subcontrata cualquier actividad, la organización se debe asegurar que:</p> <ul style="list-style-type: none"> — los recursos subcontratados cumplen los requisitos de 7.2, 7.3 y 7.6; — se realiza el monitoreo del desempeño de las actividades subcontratadas, de acuerdo con 9.1. 	<p>presenta un valor promedio de 2,6 esto corresponde a un nivel de transición de desarrollo a competencia. Es decir que los encuestados perciben que el área de molienda ha identificado la necesidad y su gestión se encuentra en desarrollo</p>	<p>Para gestión humana estos requisitos se cumplen, la información es documentada y su calificación es de competencia</p>	<p>Para laboratorio estos requisitos se cumplen, la información es documentada y su calificación es de competencia</p>	<p>Para mantenimiento este nivel aún no se ha alcanzado y únicamente se ha identificado la necesidad.</p>	<p>Para planta este nivel aún no se ha alcanzado y únicamente se ha identificado la necesidad.</p>

Tabla 24. Nivel de madurez percibido para la cláusula 8.3 Fuente (Autores)

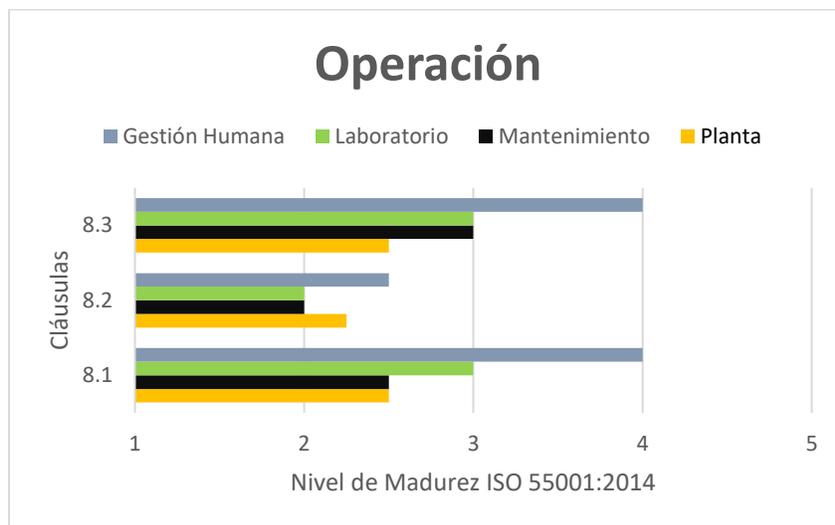


Figura 34. Percepción por departamentos con respecto a la Operación del área de molienda. Fuente (Autores)

La empresa ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencias de la intención de progresar. Se llevan a cabo los procesos y acciones necesarias para confrontar los planes de mantenimiento del área de molienda, para esto se establecen los criterios en relación a la gestión de mantenimiento, documentando que la gestión se ha desarrollado según lo planificado, controlando la implementación de los planes y su ejecución, teniendo en cuenta los siguientes requisitos:

- Plan de negocio.
- Plan de gestión de mantenimiento preventivo.
- Roles y responsabilidades.
- Procedimientos de ejecución.
- Asignación de recursos.
- Desarrollo de competencias.

Evaluación y desempeño: Es el monitoreo, medición, análisis, evaluación, auditoría y revisión por la alta dirección del desempeño de la gestión de activos.

La encuesta presenta un valor promedio de calificación de 2,6 esto corresponde a un nivel de transición de desarrollo a competencia. Es decir que los encuestados perciben que el área de molienda ha identificado los medios para alcanzar sistemática y consistentemente los requerimientos, con respecto al seguimiento, medición, análisis y evaluación. Auditoría interna y revisión por la dirección.

De acuerdo al numeral 9.1 (Monitoreo, medición, análisis y evaluación), el cual busca evaluar el desempeño financiero, no financiero, eficiencia en los procesos, riesgos y oportunidades de la organización en este caso el área de molienda.

Requisitos	Promedio General	Gestión Humana	Laboratorio	Mantenimiento	Planta
a) La organización debe determinar: a) qué necesita ser monitoreado y medido. b) los métodos para el monitoreo, medición, análisis y evaluación. c) cuándo deben ser analizados y evaluados los resultados del monitoreo y la medición. La organización debe evaluar e informar acerca de: — el desempeño de los activos; incluyendo el desempeño financiero y no financiero. La organización debe evaluar e informar sobre la eficacia de los procesos de gestión de riesgos y las oportunidades. La organización debe asegurar que sus actividades de monitoreo y medición permiten cumplir los requisitos de 4.2.	La encuesta presenta un valor promedio de calificación de 2,6 esto corresponde a un nivel de transición de desarrollo a competencia. Es decir que los encuestados perciben que el área de molienda ha identificado los medios para alcanzar sistemática y consistentemente los requerimientos, con respecto al seguimiento, medición, análisis y evaluación. Auditoría interna y revisión por la dirección.	Para esta cláusula todas las áreas evalúan en un nivel de competencia su gestión. Se debe evidenciar que existen métodos de monitoreo, medición, análisis y evaluación, que sustenten los resultados alcanzados, además de documentación sobre la eficacia de los procesos de gestión de riesgos y oportunidades.			

Tabla 25. Nivel de madurez percibido para la cláusula 9.1 Fuente (Autores)

La cláusula 9.2 (Auditoría), indica las nociones en cuanto a auditorías internas y la información proporcionada para apoyar el sistema de gestión de activos, en conformidad a los requisitos de la organización y la norma.

Requisitos	Promedio General	Gestión Humana	Laboratorio	Mantenimiento	Planta
planificar, establecer, implementar y mantener programas de auditoría, incluyendo la frecuencia, los métodos, las responsabilidades. debe definir los criterios de auditoría y el alcance para cada auditoría. Seleccionar los auditores y realizar las auditorías, asegurado la objetividad e imparcialidad. Retener información documentada como evidencia de los resultados de la implementación del programa de auditoría y los resultados de la auditoría.	La encuesta presenta un valor promedio de calificación de 2,6 esto corresponde a un nivel de transición de desarrollo a competencia. Es decir que los encuestados perciben que el área de molienda ha identificado los medios para alcanzar sistemática y consistentemente los requerimientos, con respecto al seguimiento, medición, análisis y evaluación. Auditoría interna y revisión por la dirección.	Para el área de gestión humana se cumple con un nivel competente con las auditorías relacionadas al sistema de gestión de activos.		Identifican un nivel de madurez 1, indica que las auditorías internas para la gestión de activos no se han considerado o no se reconoce como necesario.	

Tabla 26. Nivel de madurez percibido para la cláusula 9.2 Fuente (Autores)

La cláusula 9.3 (Revisión por la dirección), concierne que la alta dirección debe revisar el sistema de gestión de activos de la organización, de tal manera que se pueda asegurar su idoneidad, adecuación y eficacia.

Requisitos	Promedio General	Gestión Humana	Laboratorio	Mantenimiento	Planta
La revisión por la dirección debe incluir la consideración de: a) el estado de las acciones de las revisiones. b) los cambios en los aspectos internos y externos que son relevantes para el sistema de gestión de activos. c) información sobre el desempeño de la gestión de activos. i — las no conformidades y las acciones correctivas; — los resultados del monitoreo y la medición; — los resultados de las auditorías	La encuesta presenta un valor promedio de calificación de 2,6 esto corresponde a un nivel de transición de desarrollo a competencia. Es decir que los encuestados perciben que el área de molienda ha identificado los medios para alcanzar sistemática y consistentemente los requerimientos, con respecto al seguimiento, medición, análisis y evaluación.	Para el área de gestión humana la percepción del estado de las acciones de revisión por la alta dirección, se efectúan y se auditan aspectos internos y externos que son relevantes para el sistema de gestión de activos. La información emitida retroalimenta las no conformidades y las acciones correctivas, aportando al mejoramiento continuo.	Para el área de laboratorio la percepción del estado de las acciones de revisión por la alta dirección, se efectúan y se auditan aspectos internos y externos que son relevantes para el sistema de gestión de activos. La información emitida retroalimenta las no conformidades y las acciones correctivas, aportando al mejoramiento continuo.	se percibe un nivel de desarrollo, donde se ha identificado la necesidad.	se percibe un nivel de desarrollo, donde se ha identificado la necesidad.

Tabla 27. Nivel de madurez percibido para la cláusula 9.3 Fuente (Autores)

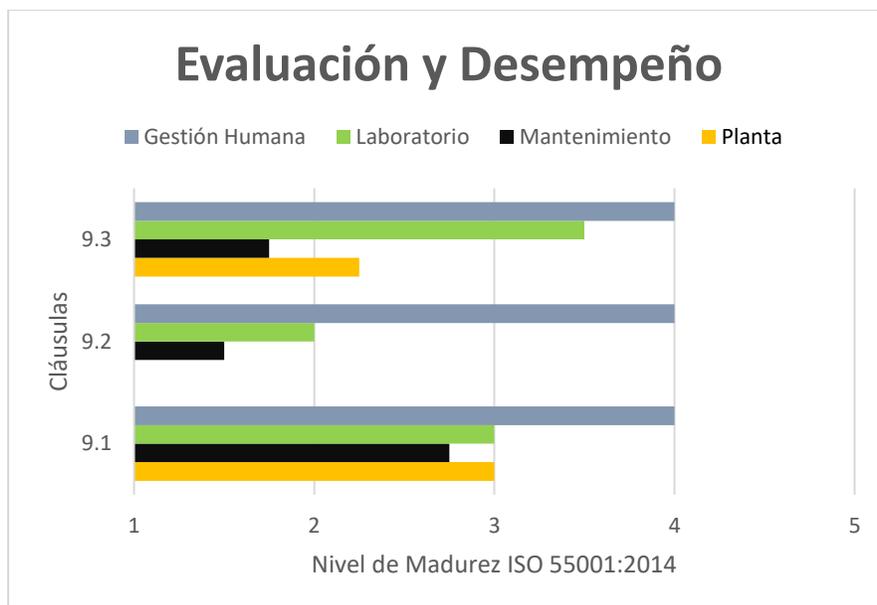


Figura 35. Percepción por departamentos con respecto a la Evaluación y Desempeño del área de molienda. Fuente (Autores)

La empresa ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar. Se ha determinado que sus procesos y procedimientos necesitan monitoreo y medición con respecto al desempeño del sistema de gestión, esto con la finalidad de alinear

los procesos con respecto a la política de gestión de activos y objetivos organizacionales, para esto la empresa ha considerado necesario tener:

- Métricas de rendimiento con resultados expuestos en indicadores.
- Confirmación del cumplimiento de los requisitos.
- Examen de la evidencia histórica.
- Uso de información documentada para facilitar acciones que contribuyan con el mejoramiento del desempeño. (Touchstone, Plan de mantenimiento preventivo y gerencia).

Mejora Continua: La organización debe establecer procesos para identificar y prevenir de forma proactiva, fallas, no conformidades o incidentes de los activos del SGA.

El valor promedio arrojado es 2,7 y corresponde a un nivel de transición de desarrollo a competencia. Para el numeral 10.1 (No conformidad y acción correctiva)

Requisitos	Promedio General	Gestión Humana	Laboratorio	Mantenimiento	Planta
a) reaccionar a la no conformidad o incidente y, según corresponda: — tomar acciones para controlarla y corregirla. b) evaluar la necesidad de acciones para eliminar las causas de la no conformidad. — revisar la no conformidad. c) implementar la acción necesaria; d) revisar la eficacia de la acción correctiva tomada. e) realizar cambios (8.2) en el sistema de gestión de activos. — los resultados de cualquier acción correctiva.	El valor promedio arrojado es 2,7 y corresponde a un nivel de transición de desarrollo a competencia.	Para el área gestión humana el nivel de madurez es competente, y se podría demostrar que existen procedimientos que controlan y corrigen aquellas desviaciones, además pueden hacer frente a las consecuencias, revisar la no conformidad o incidente y determinar las causas.	Para el área de laboratorio el nivel de madurez es competente, y se podría demostrar que existen procedimientos que controlan y corrigen aquellas desviaciones, además pueden hacer frente a las consecuencias, revisar la no conformidad o incidente y determinar las causas.	para las áreas de mantenimiento el nivel de madurez está en una etapa en la que el área de molienda no cuenta con procesos y / o los recursos necesarios para reaccionar a las no conformidades o incidentes que podrían ocurrir con sus activos o su sistema de gestión de activos.	para las áreas de planta el nivel de madurez está en una etapa en la que el área de molienda no cuenta con procesos y / o los recursos necesarios para reaccionar a las no conformidades o incidentes que podrían ocurrir con sus activos o su sistema de gestión de activos.

Tabla 28. Nivel de madurez percibido para la cláusula 10.1 Fuente (Autores)

El numeral 10.2 (Acción preventiva), establece procesos para identificar de forma proactiva, fallas potenciales en el desempeño de los activos y evaluar las acciones preventivas.

Requisitos	Promedio General	Gestión Humana	Laboratorio	Mantenimiento	Planta
Cuando se identifica una falla potencial la organización debe aplicar los requisitos de 10.1.	El valor promedio arrojado es 2,7 y corresponde a un nivel de transición de desarrollo a competencia.	Y para el área de gestión humana el área tiene reacción y aplica los requisitos de acuerdo al numeral 10.1.	Y para el área de laboratorio el área tiene reacción y aplica los requisitos de acuerdo al numeral 10.1.	De igual manera para el área mantenimiento el nivel de madurez actual, no ha reconocido la necesidad de monitorear proactivamente sus activos para posibles fallos.	De igual manera para el área de planta el nivel de madurez actual, no ha reconocido la necesidad de monitorear proactivamente sus activos para posibles fallos.

Tabla 29. Nivel de madurez percibido para la cláusula 10.2 Fuente (Autores)

Finalmente, para el numeral 10.3 (Mejora continua), La organización debe mejorar continuamente la adecuación y eficacia del SGA.

Requisitos	Promedio General	Gestión Humana	Laboratorio	Mantenimiento	Planta
Mejorar continuamente la idoneidad, adecuación y eficacia del sistema de gestión de activos.	El valor promedio arrojado es 2,7 y corresponde a un nivel de transición de desarrollo a competencia	para gestión humana el nivel es competente, se presenta continuamente un mejoramiento y se puede demostrar y sustentar las acciones de mejoramiento.	La organización no ha reconocido la necesidad de mejorar continuamente su sistema de gestión de activos.	La organización no ha reconocido la necesidad de mejorar continuamente su sistema de gestión de activos.	La organización no ha reconocido la necesidad de mejorar continuamente su sistema de gestión de activos.

Tabla 30. Nivel de madurez percibido para la cláusula 10.3 Fuente (Autores)

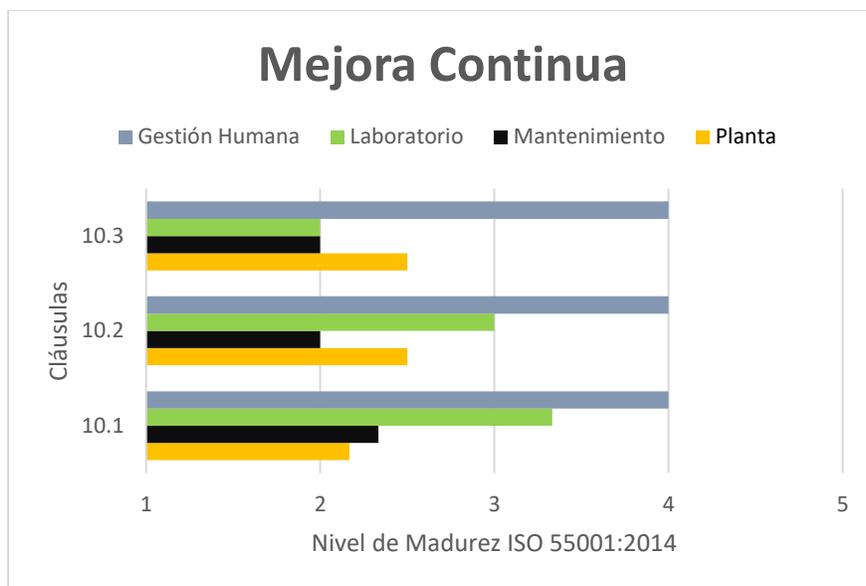


Figura 36. Percepción por departamentos con respecto a la Mejora Continua del área de molienda. Fuente (Autores)

La empresa ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y puede demostrar que se está avanzando con planes creíbles y con los recursos necesarios para el desarrollo de la gestión del área de molienda.

La organización es consciente de las no conformidades, por ejemplo; fallas en los activos físicos del área de molienda. Para efectuar control, la organización ha establecido planes y procesos para identificar y analizar las no conformidades, de tal manera que se pueda mitigar las causas y consecuencias que conllevan a dichas fallas; la organización ha documentado y revisado un historial de fallas para así lograr evitar el máximo posible las no conformidades con metodologías desarrolladas a partir de la evaluación de las consecuencias.

La organización ha afrontado por medio de estrategias acciones correctivas y preventivas que abordan las causas raíz de las fallas o incidentes registrados, y así, se contribuye a disminuir y evitar la probabilidad de ocurrencia. Se considera entonces, los siguientes aspectos para establecer y mantener planes de acción correctiva y preventiva:

- Identificación y ejecución de medidas correctivas y preventivas, tanto a corto como a largo plazo.
- Evaluación de cualquier impacto en la identificación de riesgos y los resultados de la evaluación, incluida la necesidad de actualizar la identificación de riesgos, la evaluación y los informes de control.
- Registro de cualquier cambio requerido en los procesos o procedimientos que resulte de la acción preventiva, correctiva o identificación de riesgos, evaluación y control, y la ejecución de estos cambios. (Touchstone, Gestion de mantenimiento pilar mantenimiento planificado y pilar de confiabilidad).

Las siguientes graficas muestran la percepción que arrojaron los resultados de las encuestas por departamentos con respecto a las secciones de la gestión de activos de la ISO 55001:2014



Figura 37. Percepción del área de planta con respecto a la gestión de activos y los requisitos de ISO 55001:2014 Fuente (Autores)

Como se puede observar para planta las secciones en las que más se percibe avance en la gestión de activos es en el contexto operacional, planificación y apoyo. Y donde se percibe menor desarrollo es en las áreas de mejora continua, evaluación y desempeño. Las personas encuestadas son líderes de proceso en la planta que permanecen continuamente en el área de molienda y están en constante comunicación e interacción con la gestión de mantenimiento. Sin ser una calificación muy alta sobre los temas evaluados, se percibe que la empresa ha identificado los medios para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos y

pueden demostrar que se está avanzando con planes creíbles y con la asignación de recursos. Con relación a la mejora y evaluación del desempeño. Con las menores calificaciones, se atribuye a que se ha identificado que no existe auditoria al sistema de gestión.

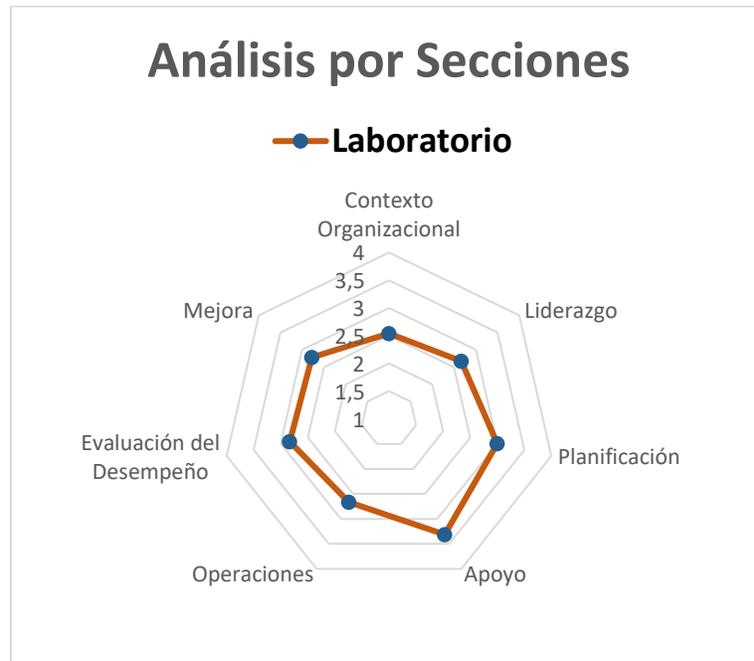


Figura 38. Percepción del área de laboratorio con respecto a la gestión de activos y los requisitos de ISO 55001:2014. Fuente (Autores).

Para el área de laboratorio es notable la percepción de desarrollo en las secciones correspondientes al planificación, apoyo y evaluación del desempeño. Mientras que, para contexto organizacional y liderazgo su calificación es baja. La persona encuestada, corresponde al líder del laboratorio, su interacción es constantemente con el área de molienda, debido a los análisis y procesamiento de datos, del área de operación del mineral en la molienda, y coincide con la percepción de los ingenieros de planta que en los requisitos de planificación y apoyo en la empresa, se han identificado para lograr de manera sistemática y consistente los requisitos de un sistema de gestión de activos, y se puede demostrar un cierto avance con planes creíbles y recursos asignados.



Figura 39. Percepción del área de gestión humana con respecto a la gestión de activos y los requisitos de ISO 55001:2014 Fuente (Autores)

Para gestión humana en general la percepción es que el área de molienda cumple con todos los requisitos, y existe un gran avance, sus calificaciones son altas para todas las cláusulas por cada sección como se refleja en la gráfica. La persona encuestada es la analista de gestión humana, aunque conoce el proceso de molienda su interacción con el área es baja, desde el departamento de gestión humana, apoyan los procesos transversales de la operación y tiene la percepción que la empresa identifica a las partes interesadas que son relevantes para el sistema de gestión de activos, y capta sus necesidades y expectativas, también tienen la percepción de que la gestión está alineada con los objetivos estratégicos de la organización.



Figura 40. Percepción del área de mantenimiento con respecto a la gestión de activos y los requisitos de ISO 55001:2014 Fuente (Autores)

Para el área de mantenimiento por el contrario las calificaciones fueron las más bajas, se puede considerar que perciben que se han identificado la mayoría de necesidades que documenta la norma ISO 55001:2014, pero aun la organización y específicamente en el área de molienda no se encuentran avances significativos y documentados para cumplir con los requisitos. Las personas encuestadas son líderes de la gestión de mantenimiento, está el planeador de mantenimiento y el supervisor mecánico, ellos interactúan con el área de molienda constantemente y su percepción es que la empresa ha identificado la necesidad de estos requisitos y hay evidencias de la intención de progresar. Sin dejar a un lado las demás áreas, el área de mantenimiento es la que más crítica y estricta, con respecto a los temas de la encuesta, se puede considerar, que es la que más acertada en la evaluación del sistema de gestión, como se había nombrado anteriormente la empresa no cuenta con un sistema de gestión de activos, ni política de gestión de activos, pero el área de mantenimiento tiene la intención de mejorar teniendo en cuenta los siete requisitos de la norma ISO55001:2014.

10. Evaluación del mantenimiento preventivo/ predictivo.

10.1 Análisis de fallas y planes de mantenimiento

Para la realización del análisis de fallas y planes de mantenimiento asociados, se toma como base las fallas presentadas en el área de molienda en el año inmediatamente anterior; es decir, 2021. Con un total de 213 registros y 1223,6 horas acumuladas de equipos fuera de servicio por mantenimiento se arrojan los siguientes indicadores:

- El 58% del tiempo en que los equipos del área de molienda estuvieron por fuera de servicio corresponden a falla; es decir, el mantenimiento fue correctivo. Esto corresponde a 705,1 horas frente a 518,5 horas (42%) de tiempo atribuido a mantenimiento preventivo.

% TIEMPO POR FUERA DE SERVICIO



Figura 41. % Tiempo Fuera de Servicio. Fuente (Autores)

- Teniendo en cuentas las causas a las que fueron atribuidas las fallas, se indica que el 66% corresponden a fallas por desgaste, 18% a diseño, 9% eléctricas, 5% por fatiga, 1% y 0% para abrasión y ensamble o montaje, respectivamente.

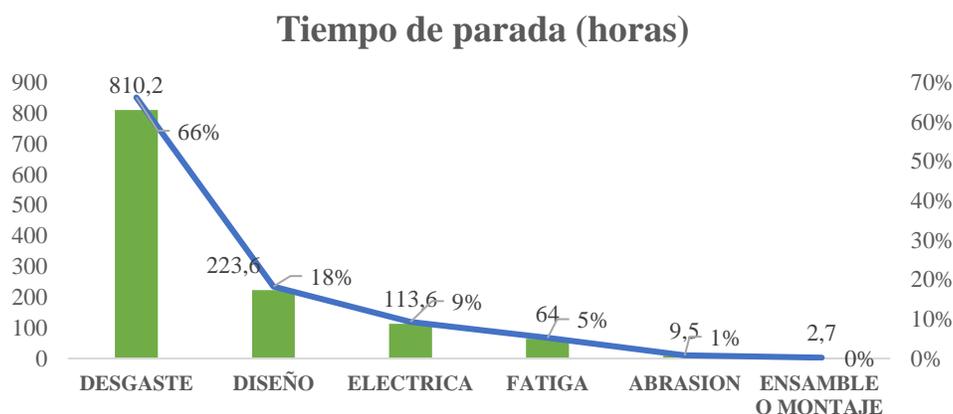


Figura 42. Tiempo de parada. Fuente (Autores)

Los equipos que presentaron dichas fallas (mantenimiento correctivo) se pueden ver en la siguiente relación con su respectivo tiempo por fuera de servicio:

EQUIPO EN FALLA	TIEMPO DE PARADA
MOLINO DE BOLAS N°2	328,2
BOMBA DE SOLIDOS N°1	124,1
GENERADOR DIESEL ENERMAX CUMMINS 1000 KVA (800KW)	68,5
MOLINO DE BOLAS N°1	61,1
LINEAS HIDRAULICAS DE ALIMENTACIÓN DE MOLINOS Y SALIDA BOMBA DE SOLIDOS	53,2
ENERGIA EPM	36,8
TRASNFORMADOR No.5	16
CHUTE DE ALIMENTACIÓN MOLINOS (DESCARGA HIDROCICLON)	7,6
BOMBA ALIMETADOR FLOTACION 2	4,6
BOMBA DE SOLIDOS N°2	2,3
PESOMETRO -SENSOR DE CARGA BANDA N°8	2,1
PESOMETRO -SENSOR DE CARGA BANDA N°9	0,6
Total general	705,1

Tabla 31. Tiempo de parada. Fuente (Autores)

11. Conclusiones

- El área de molienda de la planta de beneficio de mineral de la empresa es muy importante para llevar a cabo una producción las 24 horas los 365 días del año, es por esto que se debe garantizar la confiabilidad y continuidad de la producción; por eso es necesario desarrollar un sistema de gestión de activos enfocado al mantenimiento que permita administrar de forma eficiente los activos de esta área. La gestión debe tener en cuenta acciones de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo. Además, se determinó buscar acciones tempranas, procesos óptimos y seguros que ayudan a mitigar el riesgo dirigidos desde la planificación de las actividades de mantenimiento.
- Es importante conocer que el área de gestión de mantenimiento es nueva en la empresa, su implementación lleva dos años, y de acuerdo a la encuesta realizada sobre gestión de activos basada en la Normatividad ISO5000:2014 obtuvo un valor promedio de 2,5 en todas las secciones encuestadas de tres departamentos que tienen que ver directa e indirectamente con el área. Esto indica que la empresa está en nivel donde se ha identificado la necesidad de este requisito y hay evidencia de la intención de progresar.
- El desarrollo de la metodología para un sistema de gestión de activos enfocado al mantenimiento según normatividad ISO55000, permite a la empresa estandarizar el proceso de mantenimiento del área de molienda y sus demás procesos, integrar las áreas externas e internas de la empresa, trabajar en conjunto en desarrollar e implementar procesos que conecten los propósitos requeridos y el desempeño de los activos a los objetivos organizacionales de la empresa en beneficio de generar valor agregado.

12. Recomendaciones

- Se recomienda el establecimiento de una política de gestión de activos, la cual permita que las actividades de mantenimiento preventivo y predictivo se realicen de tal forma la empresa cuente con un sistema de gestión de activos para dirigir, coordinar y controlar las actividades de gestión de activo.
- En la sección 9 de evaluación y desempeño de la norma ISO55001:2014, en la encuesta realizada a la empresa se ha identificado la necesidad del requisito 9.2.1 donde la empresa debe llevar a cabo auditorías internas en intervalos planificados a fin de proporcionar información para colaborar en la gestión de activos. Implementado este requisito pueden trabajar en la mejora continua de la gestión de activos enfocado también en el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la empresa.

REFERENCIAS

Referencias

1. ACIEM. (11 de 05 de 2018). *Congreso Internacional de Mantenimiento y Gestión de Activos* . Obtenido de http://www.educacion.aciem.org/CIMGA/2018/Trabajos/2018-045%20TRA_PER_K_UCEDA_CIMGA2018.pdf
2. Agencia Nacional de Minería. (2021). *Colombia logró en 2020 la producción de oro más alta de los últimos cuatro años*. Obtenido de <https://www.anm.gov.co/?q=colombia-logro-en-2020-la-produccion-de-oro-mas-alta-de-los-ultimos-cuatro-a%C3%B1os>
3. Alex, B., Peter, P., & Victor, M. (2019). Implementación de una estrategia de mantenimiento mediante RCM II al área de molienda de una planta. Arequipa, Peru.
4. Asset Management Council. (04 de 2022). *Asset Management Council*. Obtenido de <https://www.amcouncil.com.au/knowledge/asset-management-body-of-knowledge-ambok/ambok-models.html>
5. Barroso, A. (2014). *Diseño de un sistema de evaluación en una organización de mantenimiento en base a la norma ISO 55000*. Obtenido de <https://rodin.uca.es/handle/10498/16705>
6. BBC. (2013). *BBC NEWS ECONOMIA*. Obtenido de https://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/12/131212_oro_valor_finde
7. BBC News. (17 de 11 de 1998). *Piper Alpha pair 'wrongly blamed'*. Obtenido de http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk_news/215866.stm
8. Caceres, A. M. (2020). *Sistemas de Gestión de Calidad*. Bogotá.
9. Catherine E. & Alan G. (2006). *Química Inorgánica 2. Edición*. Pearson.
10. Coronado GED Academy. (2019). *Blog Santillana*. Obtenido de <https://blog.santillana.com.ec/diagrama-de-caja-y-bigotes/>
11. Institute Of Asset Management. (2008). *Pass 55-1:2008*. Obtenido de <https://theiam.org/knowledge-library/bsi-pas-55/>
12. Institute of Asset Management. (2015). *Asset Management - An Anatomy*. Obtenido de <https://theiam.org/knowledge-library/asset-management-an-anatomy>
13. INVIMA. (2014). *PLAN ESTRATÉGICO* . Obtenido de file:///C:/Users/Asus/Downloads/plataforma-estrategica_2011-2014.pdf
14. ISO 55001. (2014). *ISO 55001:2014 - Gestión de activos — Sistemas de gestión - Requisitos*. Ginebra, Suiza: Secretaría Central de ISO.

-
15. Jorge, V., & Gaston, P. (13 de 11 de 2021). *Escuela Superior Politecnica del Litoral*.
Obtenido de
[https://www.academia.edu/25154081/EVALUACION_DE_UN_CIRCUITO_DE_MOLIE
NDA_Y_CLASIFICACION?bulkDownload=thisPaper-topRelated-sameAuthor-citingThis-
citedByThis-secondOrderCitations&from=cover_page](https://www.academia.edu/25154081/EVALUACION_DE_UN_CIRCUITO_DE_MOLIE_NDA_Y_CLASIFICACION?bulkDownload=thisPaper-topRelated-sameAuthor-citingThis-citedByThis-secondOrderCitations&from=cover_page)
 16. Miguel C. & José M. (2015). *Panorama de la minería en Colombia*. Obtenido de
<https://journal.universidadean.edu.co/index.php/plou/article/view/1386>
 17. National Council. (02 de 1988). *Fragile Foundations a report on America's Public Works* .
Obtenido de [https://www.infrastructurereportcard.org/wp-content/uploads/2017/03/1988-
Fragile-Foundations-ExSum.pdf](https://www.infrastructurereportcard.org/wp-content/uploads/2017/03/1988-Fragile-Foundations-ExSum.pdf)
 18. New South Wales Treasury . (6 de 2006). *Total Asset Management Guideline*. Obtenido de
<https://www.treasury.nsw.gov.au/documents-resources/documents-library>
 19. Robinson, M. (2019). *Biblioteca Digital Universidad de Antioquia*. Obtenido de
[https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/15653/1/MontoyaRobinson_2019_Im
plemetacionIso.pdf](https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/15653/1/MontoyaRobinson_2019_ImplemetacionIso.pdf)
 20. Sergio H. & Ana V. (2020). *Repositorio Digital Tecnológico de Antioquia*. Obtenido de
[https://dspace.tdea.edu.co/bitstream/handle/tdea/942/Comparacion%20metodo%20oro.pdf?
sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.tdea.edu.co/bitstream/handle/tdea/942/Comparacion%20metodo%20oro.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
 21. Zambrano C & Keyla E. López. (2020). Universidad San -francisco de Quito. *Extracción de oro a partir de la lixiviación con tiourea*. Obtenido de
<https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/9862>