

**GUÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE GESTIÓN DE  
MANTENIMIENTO BASADO EN LA NORMA ISO 55000 EN EL  
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO EQUIPO MÓVIL EN LA FLOTA DE  
CAMIONES CAT 793 DE LA EMPRESA DRUMMOND LTD.**

**LUIS RAFAEL GONZALEZ GONZALEZ  
JULIO CESAR MIRANDA FRIAS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARMANGA  
2016**

**GUÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE GESTIÓN DE  
MANTENIMIENTO BASADO EN LA NORMA ISO 55000 EN EL  
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO EQUIPO MÓVIL EN LA FLOTA DE  
CAMIONES CAT 793 DE LA EMPRESA DRUMMOND LTD.**

**LUIS RAFAEL GONZALEZ GONZALEZ  
JULIO CESAR MIRANDA FRIAS**

**Monografía de Grado para optar el título de  
“Especialista en Gerencia de Mantenimiento”**

**Director  
DANIEL ORTIZ PLATA  
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA**

**2016**

## AGRADECIMIENTOS

A Daniel Ortiz, director del proyecto, por su orientación, confianza y respaldo en la realización de esta monografía.

A Drummond Ltd. por su cordialidad y apoyo a este proyecto.

A nuestros compañeros y profesores con los cuales compartimos experiencias, enseñanzas y buenos recuerdos.

*A Dios por su ardua compañía e inagotable Amor,*

*A Jorge Miranda y Danieyi Frias,  
Mis padres por su colaboración y esfuerzo  
Por permitirme cumplir esta meta en mi vida,*

*A mi hermana y mi novia  
Por su gran comprensión y apoyo constante,*

*A mi familia y Amigos  
Por el apoyo y la confianza puesta en mí,*

*A todos Gracias.*

Julio Cesar

*A Dios todopoderoso,*

*A Luis y Cecilia mis padres por su inagotable  
Amor y esfuerzo en todos mis proyectos,*

*A mi Esposa Johanna por su gran amor y apoyo,*

*A mis hermanos Carlos y Andrés por brindarme  
Esas voces de aliento para salir adelante  
En las metas propuesta,*

*A mi familia y Amigos por los buenos recuerdos,*

*A todos Gracias.*

Luis Rafael

# CONTENIDO

<b>INTRODUCCION</b> .....	19
<b>1. DRUMMOND LTD.</b> .....	20
<b>1.1. MINAS PRIBBENOW Y DESCANSO</b> .....	23
<b>1.2. PROCESO PRODUCTIVO</b> .....	25
1.2.1 Exploración y Planeacion. ....	25
1.2.2 Perforación y Voladura. ....	26
1.2.3 Pilas de Acopio y Cargue de Trenes .....	27
1.2.4 Transporte Mina-Puerto .....	28
1.2.5 Cargue en Buques .....	29
<b>1.3. DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO EQUIPO MOVIL.</b> .....	30
1.3.1 Flota de Camiones 240 Ton, 793 & 830, 240 Ton.....	30
1.3.2 Flota de Camiones Medianos, 769, 777 & 785 .....	31
1.3.3 Flota de Cargadores.....	31
1.3.4 Flota de Tractores y Excavadoras.....	31
1.3.5 Flota de Equipo livianos y lubricación. ....	32
<b>1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	32
<b>1.5 OBJETIVOS</b> .....	34
1.5.1 Objetivo General .....	34
1.5.2 Objetivos Específicos.....	34
<b>1.6 JUSTIFICACION DEL PLAN PROPUESTO</b> .....	35
<b>2. GESTION DE ACTIVOS</b> .....	37
<b>2.1 EVOLUCION DE LA GESTION DE ACTIVOS (PAS 55 – ISO 55000)</b> 41	
<b>2.2 ESTRUCTURA DE LA GESTION DE ACTIVOS</b> .....	44
<b>2.3 EXPECTATIVAS DE LA NORMA</b> .....	44
<b>3. CONTEXTO DEL MANTENIMIENTO EN LA ORGANIZACIÓN</b> .....	46
<b>3.1 GESTION DE MANTENIMIENTO</b> .....	46
<b>3.2 INDICADORES DE GESTION</b> .....	47
3.2.1 Tiempo promedio entre paradas (MTBS) .....	48
3.2.2 Tiempo Promedio para Reparar (MTTR).....	49
3.2.3 Disponibilidad (A) .....	49
<b>3.3 ORGANIZACIÓN DE LOS TALLER DEL AREA DE MANTENIMIENTO</b> 50	

<b>3.4 MODOS DE GESTION DE MANTENIMIENTO EN EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE LA FLOTA CAT 793</b>	<b>51</b>
3.4.1 Mantenimiento Correctivo	51
3.4.2 Mantenimiento Preventivo	53
3.4.3 Mantenimiento Basado en Condición	55
<b>4. REQUISITOS DE IMPLEMENTACION DE LA NORMA ISO 55000 EN EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO MOVIL.</b>	<b>58</b>
<b>5. DIRECTRICEZ DE IMPLEMENTACION DE NORMA ISO 55000 EN EL DEPARTAMENTO MANTENIMIENTO DE LA FLOTA DE CAMIONES CAT 793D</b>	<b>62</b>
5.1.1 Comprensión de la organización y su contexto	63
5.1.2 Identificación de las necesidades y expectativas de las partes interesadas	65
5.1.3 Organización de activos	68
5.1.4 Portafolio de activos	69
5.1.5 Ciclo de vida de los activos	71
5.1.6 Determinación del alcance del sistema de gestión de activos	72
5.1.7 Definición del sistema de gestión de activo	74
5.1.8 Liderazgos y compromisos de la alta dirección	75
5.1.9 Definición de las políticas de la gestión de activos	76
5.1.10 Asignación de roles, responsabilidades y autoridades en la organización.	79
5.1.11 Acciones frente a riesgos y oportunidades para el sistema de gestión de activos	80
5.1.12 Objetivos de la gestión de activos	82
5.1.13 Planificación para lograr los objetivos de la gestión de activos.	86
5.1.14 Recursos	90
5.1.15 Toma de conciencia	92
5.1.16 Comunicación	94
5.1.17 Información documentada	95
5.1.18 Planificación y control operacional	97
5.1.19 Gestión de cambio	98
5.1.20 Contratación a terceros	99
5.1.21 Evaluación de desempeño	101
5.1.22 Evaluación del desempeño del portafolio de activos y de los procesos de gestión de activos	102
5.1.23 Auditoría interna	104

5.1.24	Revisión por la dirección.....	106
5.1.25	Mejora (No conformidades y acciones correctivas) .....	108
5.1.26	Acciones preventivas .....	109
5.1.27	Mejora continua .....	110
<b>6.</b>	<b>COSTO DE CICLO DE VIDA (CCV) .....</b>	<b>112</b>
<b>6.1</b>	<b>ANALISIS DE COSTO DE CICLO DE VIDA.....</b>	<b>114</b>
6.1.1	Conocimiento del Costo Capital. ....	116
6.1.2	Conocimiento de los costos operativos .....	117
6.1.3	Selección del Punto Óptimo de Reemplazo. ....	118
<b>7.</b>	<b>BENEFICIOS DE LA APLICACIÓN DE DIRECTRICEZ.....</b>	<b>119</b>
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>121</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>123</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>125</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fotografía tomada a Herman E. Drummond presidente fundador de la compañía .....	21
Figura 2. Destino de las principales exportaciones de la empresa Drummond ltd. ....	23
Figura 3. Mina Pribbenow .....	24
Figura 5. Remoción de capa de material estéril.....	26
Figura 4. Proceso de Extracción en minería a cielo abierto.....	26
Figura 6. Remoción del Carbón con Palas o Excavadoras.....	27
Figura 7. Cargue a los Vagones desde los depósitos.....	28
Figura 8. Transporte de Carbón por línea férrea.....	28
Figura 9. Cargue de los Buques .....	29
Figura 10. Camiones 793.....	30
Figura 11. Camiones 777.....	31
Figura 12. Tractor D11 .....	32
Figura 13. Evolución de la Gestión de Activos.....	38
Figura 14. Periodos de Responsabilidad del Ciclo de Vida de un Activo.....	40
Figura 15. Estrategias Básicas de mantenimiento .....	47
Figura 16. Indicadores de Gestión en Mantenimiento Camiones 793.....	50
Figura 17. Talleres de Mantenimiento, Flota de camiones 240T .....	51
Figura 18. Condiciones de operación en la mina.....	52
Figura 19. Patrón de falla en mantenimiento preventivo.....	54
Figura 20. Curva PF para el mantenimiento basado en condición.....	55
Figura 21. Equipo 793 en operación .....	57
Figura 22. Contexto de la organización .....	59
Figura 23. Requisitos de operación .....	60
Figura 24. Ciclo de vida de los activos.....	72
Figura 25. Consideraciones dentro de los alcances: .....	73
Figura 26. Consideraciones de compromisos por parte de la alta dirección en el departamento de mantenimiento.....	76
Figura 27. Compromisos que deberán ser incluidos en los principios de las políticas de gestión de activos. ....	78
Figura 28. Consideraciones en la elaboración de los objetivos del sistema de gestión de activos .....	84
Figura 29. Consideraciones en el desarrollo del plan de gestión de activos.....	87
Figura 30. Método de evaluación de riesgos .....	88
Figura 31. Metodología para documentación de riesgos .....	89
Figura 32. Toma de conciencia dentro del sistema de gestión de activos .....	93
Figura 33. Contenido del plan de comunicaciones .....	94
Figura 34. Requisitos de información de los activos en relación con las áreas .....	96
Figura 35. Consideraciones en la planificación y control .....	97
Figura 36. Cambios considerados en las organizaciones.....	99
Figura 37. Procesos para el seguimiento de desempeño .....	102
Figura 38. Verificaciones en la evaluación de los activos y actividades de gestión de activos .....	103

Figura 39. Parámetros claves en el proceso de registro de datos .....	104
Figura 40. Entradas para la revisión por la dirección .....	107
Figura 41. Consideraciones en la implementación de acciones preventivas. .	109
Figura 42. Mejora continua .....	111
Figura 43. Costos del ciclo de vida por bloques.....	112
Figura 44. Estudio de los CAPEX & OPEX dentro del ciclo de vida .....	115
Figura 45. Curva de vida económica .....	118

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Análisis de características del contexto externo .....	63
Tabla 2. Análisis de características del contexto interno. ....	64
Tabla 3. Necesidades y expectativas de las partes internas interesadas .....	67
Tabla 4. Necesidades y expectativas de las partes externas interesadas .....	67
Tabla 5. Registro de activos .....	69
Tabla 6. Tabla de Criticidad de Activos.....	70
Tabla 7. Consideraciones en la asignación de roles internos .....	79
Tabla 8. Matriz de riesgos actual del departamento .....	81
Tabla 9. Matriz de evaluación de riesgos.....	82
Tabla 10. Tablero balanceado de gestión.....	85
Tabla 11. Roles y responsabilidades en el sistema de gestión de activos.....	92
Tabla 12. Tabla de control de costos CAPEX.....	116
Tabla 13. Tabla de control de costos OPEX.....	117

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Registro del Contexto Externo .....	126
ANEXO B. Registro del Contexto Interno .....	127
ANEXO C. Registro de las Partes Internas Interesadas .....	128
ANEXO D. Registro de las Partes Externas Interesadas .....	129
ANEXO E. Registro de Activos .....	130
ANEXO F. Registro de Roles.....	131
ANEXO G. Matriz de Riesgo.....	132
ANEXO H. Registro de costos Capex.....	133
ANEXO I. Registro de costos Opex .....	134

## GLOSARIO

**ACTIVO:** Un activo es un elemento, cosa o entidad que tiene un valor actual o potencial de una organización.

**CICLO DE VIDA:** Etapas implicadas en la gestión de un activo.

**PEGA (Plan estratégico de la gestión de activos):** Información documentada que especifica cómo los objetivos de la organización han de ser convertidos en los objetivos de gestión de activos, el enfoque para el desarrollo de planes de gestión de activos, y el papel del sistema de gestión de activos en apoyar el logro de objetivos de gestión de activos.

**PORTAFOLIO DE ACTIVOS:** Activos que están dentro del alcance del sistema de gestión de activos.

**GESTIÓN DE ACTIVOS:** Actividades coordinadas de una organización para generar valor a los activos.

**SISTEMA DE GESTIÓN DE ACTIVOS:** conjunto de elementos de gestión cuya función es establecer las políticas y objetivos de la gestión de activos.

**ACTIVOS CRÍTICOS:** Activos que tiene el potencial de impactar significativamente en el logro de los objetivos de la organización.

**PARTES INTERESADAS:** Persona u organización que puede afectar, ser afectado por, o que crean que están afectadas por una decisión o actividad de las organización.

**OUTSOURCE:** hacer una disposición en la que una organización externa realiza parte de la función o proceso de la organización.

**ALTA DIRECCIÓN:** Persona o grupo de personas que dirigen y controlan una organización desde el más alto nivel.

**NOTAS:** Las definiciones incluidas en este glosario están fundamentadas en el estándar ISO 55000.

## RESUMEN

**TÍTULO:** Guía para la implementación de un modelo de gestión de mantenimiento basado en la norma ISO 55000 en el departamento de mantenimiento equipo móvil en la flota de camiones CAT 793 de la empresa Drummond ltd.

**AUTORES:** Luis Rafael Gonzalez Gonzalez, Julio Cesar Miranda Frias.

**PALABRAS CLAVES:** Gestión de activos, Partes interesadas, Activos, Ciclo de vida, Desempeños.

**CONTENIDO:** En la actualidad los procesos de globalización y competitividad empresarial han llevado a las organizaciones a concentrar sus esfuerzos en la optimización de sus procesos logrando incrementos de eficiencias en cada una de sus actividades particulares, todo esto a través del uso efectivo de estrategias que logran el cumplimiento de las metas en la organización y las expectativas de las partes interesadas.

Para tal hecho y como respuesta a la necesidad, nace una dinámica de procesos orientados de manera sistemática para todo tipo de organización, que busca interrelacionar características propias de una organización como; desempeños, mejoras, oportunidades, planes estratégicos, riesgos, recursos, valores de activos y análisis de todo su ciclo de vida del activo, entre otras cualidades; encaminadas a logro eficiente de los objetivos de la organización. Dinámica que hoy se denomina Gestión de Activos, para la cual se han establecido unas directrices de implementación de gestión de activos en el estándar ISO 55002.

La presente investigación centra sus directrices a través de una guía de implementación para el departamento de mantenimiento de equipo móvil de la empresa Drummond ltd, con lo cual busca brindar las pautas de organización de la gestión de activos; contemplando los procesos para evaluación de los contextos de la organización, las competencias para los roles, la planificación para el logro de objetivos, los recursos de implementación, los modelos de operación, el análisis del costo del ciclo de vida y la evaluación de desempeño y mejora continua; que le permitirán a la organización poseer una guía para el inicio en el proceso de cambio a un modelo de gestión de activos efectivo que mejore el cumplimiento de los objetivos bajo las expectativas de las partes interesadas.

---

\*Monografía

\*\* Facultad de Ingeniería Físico –Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento.

Director: Daniel Ortiz Plata

## ABSTRACT

**TITLE:** Guidelines for the implementation of a maintenance management model based on the ISO 55000 standard in mobile equipment maintenance department in the fleet of trucks CAT 793 Drummond Company Ltd.

**AUTHOR:** Luis Rafael Gonzalez Gonzalez, Julio Cesar Miranda Frias.

**KEYWORDS:** Asset Management, Stakeholders, Asset, Lifecycle, Performance.

**CONTENT:** Today the processes of globalization and competitiveness have led organizations to concentrate their efforts on optimizing its processes achieving increases in efficiencies in each of their particular activities, all through the effective use of strategies that achieve compliance goals in the organization and the expectations of stakeholders.

To this fact and in response to the need, born a dynamic process oriented systematically for all types of organization, which seeks to interrelate characteristics of an organization like; performance, improvements, opportunities , strategic plans, risks, resources , asset values and analysis of the entire lifecycle of assets, among other qualities; aimed at efficient achievement of the objectives of the organization. Dynamic is now called Asset Management, for which guidelines have been established for implementing asset management in the ISO 55002 standard.

This research focuses its guidelines through an implementation guide for the maintenance department mobile equipment company Drummond Ltd, which aims to provide guidelines for the organization of asset management; contemplating the processes for evaluating the contexts of the organization, powers for roles, planning for the achievement of objectives, resources, implementation, operation models, cost analysis life cycle and performance evaluation and continuous improvement; that will enable the organization to have a guide for the start in the change process to an effective asset management model to improve the achievement of the objectives under the expectations of stakeholders.

---

\*Monograph

\*\*Faculty of Mechanical Engineering and Physical. Specialization in Maintenance Management.

Director: Daniel Ortiz Plata

## INTRODUCCION

La empresa Drummond Ltd. es una compañía especializada en la extracción de carbón a cielo abierto, dispone de una de las flotas mas grades de camiones Cat 793 en la industria, con un negocio cada vez más competitivo, es necesario implementar estrategias que permitir administrar de forma efectiva los recursos, estas nuevas ideas permiten responder al cambio de las industrias, los negocios internacionales haciendo a una empresa avanzar y mantenerse, dejando atrás aquellas que no se adaptan a las nuevas políticas o tecnologías en los negocios.

*“No soy producto de mis circunstancias, soy producto de mis decisiones”*

*Steven Covey.*

Las decisión de implementar esta monografía está en la capacidad de adaptarse al cambio en el negocio, la industria de la minería actualmente atraviesa una situación internacional aguda, debido a los precios internacionales del carbón que han presentado una reducción considerable hasta del 50 % , dejando así una oportunidad de despertar y adaptarse al cambio redefiniendo los parámetros que regulan las actividades de mantenimiento que se desarrollan en la compañía a través de la implementación de una norma como la ISO 55000, que permita establecer directrices para gestionar los activos de una forma eficaz y segura, logrando optimizar los recursos obteniendo como resultado una reducción de los costos asociados al mantenimiento, con un aumento consiente de la disponibilidad de los activos en las mejores condiciones operación y confiabilidad, permitiendo a la empresa continuar sus operaciones de minería de clase mundial.

## 1. DRUMMOND LTD.

DRUMMOND COMPANY Inc., es una empresa familiar de sociedad limitada, la cual fue fundada por el Señor HERMAN E. DRUMMOND, Drummond comienza H.E. Drummond Coal Company en Sipse, Alabama, como un proveedor de carbón para granjas y hogares, convirtiéndose en una de las más grandes organizaciones de explotación minera, que opera únicamente en Colombia propiedad de Drummond International LLC, una compañía con sede en Alabama, Estados Unidos, la cual pertenece a Drummond Company, Inc. Y sus afiliados en el 80% y al ITOCHU Coal Americas, Inc. En el 20%.

La operación está basada en la exploración, la producción, el transporte y la exportación del carbón térmico como único producto, cubriendo mercados en Estados Unidos, Europa, Asia, Centro y Sur América.

La Operación minera de Drummond Ltd, está ubicada en el departamento del Cesar, donde opera dos minas a cielo abierto, Pribbenow y El Descanso. En cuanto a la operación portuaria, la única se encuentra en Ciénaga, departamento de Magdalena, a 14 Km de la ciudad de Santa Marta.

- **Reseña Histórica**

- En 1935 el señor Drummond toma un préstamo por 300 dólares de Walker County Bank en Jasper, Alabama, usando tres mulas como garantía.
- En el año 1956 H.E. Drummond fallece y su compañía de carbón pasa a la segunda generación de la familia Drummond. Don Drummond es nombrado presidente, Segal Drummond es nombrado vicepresidente de ventas y finanzas.
- La empresa es financiada a través de un pago de seguro de vida de 50.000 dólares y 240.000 dólares de un préstamo para asociaciones empresariales pequeñas.

**Figura 1. Fotografía tomada a Herman E. Drummond presidente fundador de la compañía**



Fuente: [en línea] Disponible <http://www.drummondco.com/acerca-de-nosotros/historia>

- En la década de los 70's la producción anual pasa de 200.000 toneladas anuales a 1.500.000 toneladas anuales. Drummond compra Kellerman Mining Co. y se establece el primer acuerdo comercial con Japón. Drummond penetra el mercado de la explotación de carbón y se afianza rápidamente en la industria creando oficinas comerciales en varios países europeos y asiáticos, en esta misma década Drummond firma un contrato de dos millones de toneladas anuales por 15 años con Alabama Power para la Planta Miller. Para cumplir con este contrato, la empresa adquiere tres dragalinas de 115 yardas cúbicas.
- En el año 1986 Drummond adquiere su primera concesión de carbón en Colombia, la cual eventualmente se convierte en mina Pribbenow, Drummond Company expande sus operaciones hacia Colombia y comienza la construcción de la mina en el centro del departamento del

Cesar y el puerto en la ciudad de Ciénaga, Magdalena. La primera producción internacional de carbón ocurre en 1995.

- En 1997, Drummond adquiere la concesión minera El Descanso, la cual incluye más de 1.700 millones de toneladas de reservas. Drummond inicia la fase de producción del bloque El Descanso en 2009 tras finalización de la debida diligencia y la preparación de la tierra.
- En 2011 ITOCHU Corporation se convirtió en socio del 20% en las operaciones de Drummond en Colombia,
- En el año 2014 Drummond Inició operaciones portuarias con el primer embarque de carbón a través del sistema de cargue directo, Puerto Drummond tiene una capacidad instalada de cargue de 60 millones de toneladas al año.
- Drummond vendió aproximadamente 25 millones de toneladas de carbón en 2015 y controla reservas de más de dos mil millones de toneladas. Además de carbón, Drummond es el principal productor mercantil de carbón coque en los EE.UU. y cuenta con una gran reputación en la industria de fundición por sus productos de gran calidad y confiabilidad en el proceso de suministro.

La cadena de valor de la empresa Drummond Ltd.<sup>1</sup> en el proceso de extracción de carbón está definida a través de una serie de pilares establecidos como:

- Estudios
- Diseño
- Proceso de extracción del carbón
- Exportación del carbón
- Transporte hasta las centrales termoeléctricas

---

<sup>1</sup> DRUMMOND LTD. Resumen Ejecutivo 2013-2014. Pg 2

- Generación de energía eléctrica

Algunas de principales compradores de la empresa están establecidas de la siguiente forma.

**Figura 2. Destino de las principales exportaciones de la empresa Drummond Ltd.**



Fuente: DRUMMOND LTD. Resumen Ejecutivo 2013-2014. Pg 6.

### 1.1. MINAS PRIBBENOW Y DESCANSO

Durante la década de 1980, Drummond adquiere los derechos mineros de importantes reservas de carbón en el norte de Colombia, cerca de La Loma, Cesar, e inicia su explotación a mediados de la década de 1990.

De los carbones que se exportan actualmente desde Colombia, el carbón térmico de Drummond tiene uno de los niveles más bajos de azufre y de ceniza. Este carbón cumple con las regulaciones internacionales de azufre, y también es muy bajo en emisiones de óxidos de nitrógeno, cualidades deseables para las plantas generadoras de energía que requieren disminuir emisiones a la atmósfera.

La operación minera en Colombia incluye las minas a cielo abierto Pribbenow y El Descanso, ubicadas en la cuenca de carbón del Cesar que en la actualidad disponen con reservas de aproximadamente 2 mil millones de toneladas de carbón en los proyectos La Loma, El Descanso, Rincón Hondo, Similoa y Cerrolargo; los dos primeros en explotación y los tres últimos se encuentran en el proceso de licenciamiento ambiental.<sup>2</sup>

**Figura 3. Mina Pribbenow**



Fuente: Google Maps.

La mina Pribbenow se conoce con este nombre en honor al antiguo funcionario de Drummond Co., Bert Pribbenow, quien sabia del yacimiento y firmo el primer contrato de la compañía con Colombia para firmar este proyecto.

Tiene reservas aproximadas de 300 millones de toneladas, con unos mantos entre 50 cms hasta 9 metros.

<sup>2</sup> Fuente: <http://www.drummondLtd.com/nuestras-operaciones/minas/>

La mina El Descanso, inicio en el año 1997, cuando Drummond firmo el contrato con Ecocarbón. Durante 12 años se efectuó la exploración del área y en septiembre del 2008 el Ministerio del Medio Ambiente otorgo la licencia ambiental, para las actividades de construcción, montaje y explotación.

En junio del 2009, se realizo la primera explotación de carbón en esta mina que cuenta con 1.760 millones de toneladas de reserva, prometiendo ser una de las minas a cielo abierto más grandes del mundo, proyectadas hasta el año 2032.

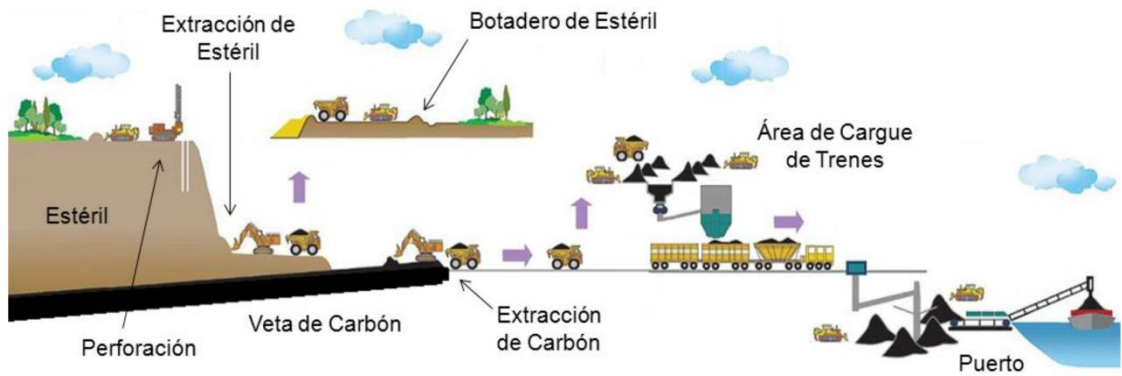
## **1.2. PROCESO PRODUCTIVO**

Para los clientes internacionales, el proceso inicia en una de la dos minas en Colombia. El carbón se origina desde la minas Pribbenow o El Descanso.

### **1.2.1 Exploración y Planeacion.**

Esta primera etapa de suma importancia ya que definirá el desarrollo del proyecto minero, es donde se realizan los estudios geológicos, geotécnicos y de ingeniería necesaria para indicar cada uno de los parámetros del mineral tales como: Ubicación, inclinación, espesor y calidad de los mantos de carbón, en esta importante etapa se definirán los frentes a intervenir para la explotación, el equipo necesario para la extracción, se establece los futuros centros de acopio de carbón y botaderos para el material estéril.

**Figura 4. Proceso de Extracción en minería a cielo abierto.**



Fuente: <http://www.itmg.co.id>

### 1.2.2 Perforación y Voladura.

A través de la perforación y voladura, el material estéril se afloja y se retira para que el carbón pueda ser más fácil de extraer. Palas y camiones Cat 793 con una capacidad de carga de 240 Ton, reubican el material estéril a sitios secundarios para su reutilización posterior.

**Figura 5. Remoción de capa de material estéril.**



Fuente: Drummond Ltd.

Para rocas que se encuentran en el rango de 50 metros de profundidad no necesita ser volada, se conoce con el nombre de material estéril aluvión, (sedimento aluvial) y puede ser retirado a través de una maquina de dragado, por debajo de 50 metros se encuentra un roca dura que para su remoción es necesario aplicar voladura, esta voladura consta de una mezcla de 50 % ANFO ( Nitrato de Amonio y combustible Diesel) y 50 % de Emulsión, cada voladura es diseñada según las especificaciones de la beta.

### **1.2.3 Pilas de Acopio y Cargue de Trenes**

Una vez retirado el material estéril utilizando los camiones de carga 793, es el turno de los camiones de carga 777, 785 que trabajando en conjunto con las palas hidráulicas Komatsu PC1000, DEMAG H285-H185 o cargadores de rueda Cat 992, son cargados con carbón para transportarlos al depósito de la mina y las estaciones de cargue.

**Figura 6. Remoción del Carbón con Palas o Excavadoras.**



Fuente: Drummond Ltd.

Utilizando técnicas propias establecidas por la empresa Drummond, el carbón se carga en vagones directamente desde el depósito de Drummond.

**Figura 7. Cargue a los Vagones desde los depósitos.**



Fuente: Drummond Ltd.

#### **1.2.4 Transporte Mina-Puerto**

Una vez cargados, los trenes mueven el carbón a Puerto Drummond, Ciénaga, Colombia, en donde se descarga en zonas de espera, este recorrido con una duración de aproximadamente 4 horas y 192 Km, se realiza a diario con cada una de las 35 locomotoras con que dispone la empresa para el proceso de transporte.

**Figura 8. Transporte de Carbón por línea férrea.**



Fuente: Drummond Ltd.

### 1.2.5 Cargue en Buques

Dos bandas transportadoras de 84 pulgadas y 8.000 toneladas por hora de capacidad cada una, trasladan el carbón desde los puntos de descarga de los trenes o desde los sistemas de reclamo del patio de acopio, hasta el muelle de cargue de buques.

Buques con capacidades que van desde 40.000 hasta 185.000 toneladas transportan el carbón a diferentes países en Europa, Asia y América. Estos viajes pueden tomar dos días si el destino es el Caribe o hasta 18 o 45 días si van a Medio o Lejano Oriente, respectivamente.

**Figura 9. Cargue de los Buques**



Fuente: Drummond Ltd.

### 1.3. DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO EQUIPO MOVIL.

El departamento de mantenimiento equipo móvil es el encargado de mantener una flota hasta de 622 equipo de maquinaria pesada y unos 532 equipos livianos de soporte a la operación. Cada uno de estos equipos estan distribuidos por flotas según sea el modelo de este, esta flotas están divididas de la siguiente forma:

- Flota de Camiones 240 Ton, 793 & 830
- Flota de Camiones Medianos, 769, 777 & 785
- Flota de Cargadores
- Flota de Tractores y Excavadoras
- Flota de equipo livianos y lubricación.

#### 1.3.1 Flota de Camiones 240 Ton, 793 & 830, 240 Ton

Esta Flota está conformada por 236 camiones de modelo 793 y 14 camiones 830E, es la flota más importante, siendo 40 % del total de equipos pesados.

**Figura 10. Camiones 793**



Fuente: Drummond Ltd.

### **1.3.2 Flota de Camiones Medianos, 769, 777 & 785**

Esta flota, no menos importante es la encargada de acarrear el carbón desde los tajos en el PIT, hasta los centros de acopio. Cuenta con 110 equipos en operación y con una capacidad de carga de 110 a 150 Ton,

**Figura 11. Camiones 777**



Fuente: Drummond Ltd.

### **1.3.3 Flota de Cargadores**

Es la Flota más variada del departamento, dentro de los equipos más representativos los cargadores modelo 988, 990, 992, Las monotiveladoras 24H & 16H, Camiones articulados D250, Tractores de llantas, minicargadores, entre otros. Esta flota cuenta con más de 130 equipo en operación.

### **1.3.4 Flota de Tractores y Excavadoras**

Esta flota está conformada por tractores para de producción y soporte así también como las excavadoras, los modelos que se encuentran en esta flota varían dentro de D11, D10, D9, D6 y Excavadoras modelos 350, 345, 330, 320 para un número de equipos mayor a 150.

**Figura 12. Tractor D11**



Fuente: Drummond Ltd.

### **1.3.5 Flota de Equipo livianos y lubricación.**

La flota de mantenimiento equipo liviano y lubricación es la encargada de manejar todas las camionetas marca Toyota y Ford, equipos livianos de soporte para la operación minera, esta flota también incluye equipos de soportes como luminarias, compresores y generadores Diesel,

## **1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la compañía Drummond Ltd, la toma de decisiones en una actividad del diario vivir, estas de poca o gran envergadura para un proyecto de minería pueden generar grandes pérdidas y fracasos.

En una industria cada vez más competitiva como la minería, ser la mejor empresa está ligado a la buena administración de los recursos disponibles, optimizando los procesos para lograr obtener la mejor rentabilidad y sobresalir frente a sus competidores, garantizando el éxito de la organización y cumplimiento de los objetivos con la comunidad y los accionistas.

La buena gestión y administración de los recursos que dispone una empresa deben estar basadas en una excelente metodología que permita identificar plenamente las condiciones actuales y sus posibles repuestas ante las decisiones que tome el grupo administrativo.

Actualmente la empresa Drummond Ltd, se encuentra en una situación de alerta debido a los precios internacionales del carbón, las decisiones como reducción de costos deben estar basadas en una metodología o estrategia que optimice la reducción y no simplemente esté en el concepto de reducir costos o recorte de presupuesto sin planificación alguna ni medición de las consecuencias, cambios de estrategias en proyectos como estos, son aquellas las cuales marcarán la diferencia entre sus competidores y permitirán a la empresa reafirmar su excelencia en situaciones adversas de la industria.

Indicadores de gestión en mantenimiento como Disponibilidad, Confiabilidad y mantenibilidad son herramientas que permite conocer el camino por la cual está marchando el departamento, tomar acciones que logren consolidar las metas propuestas es función de todo el grupo de administración de mantenimiento, identificando las oportunidades de mejoras en implementar proyectos que permitan establecer buenos métodos y estrategias de mantenimiento, mientras tanto, las acciones que se toman para superar esta situación no están siendo lo suficiente o no están basadas en una metodología que permita eliminar de raíz el problema, permitiendo que la situación continúe. Entonces para que el negocio continúe siendo rentable, se necesita una herramienta que permita optimizar los costos en mantenimiento, aumentando la disponibilidad y confiabilidad de los activos con los que dispone la compañía, convirtiendo más eficiente las actividades, continuando con la mejor eficacia que representa e identifica a la empresa Drummond Ltd. con sus clientes.

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 Objetivo General**

Desarrollar una guía modelo para la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento basado en la norma ISO 55000 para el departamento de mantenimiento equipo móvil en la empresa Drummond Ltd. Dirigido a la flota de camiones CAT 793.

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

- Identificar el modelo actual de gestión de activos implementado por el departamento de mantenimiento de camiones Cat 793 en la empresa Drummond Ltd.
- Definir los requerimientos necesarios para dar cumplimiento a los parámetros establecidos en la norma ISO 55000.
- Establecer las directrices para la implementación de la Norma ISO 55000 de Gestión de Activos en el departamento de mantenimiento de camiones Cat 793 en la empresa Drummond Ltd.
- Definir la estrategia de evaluación de los costos de ciclo de vida de los activos en la flota de camiones Cat 793.

## 1.6 JUSTIFICACION DEL PLAN PROPUESTO

Es necesario implementar una metodología que le permita a la compañía maximizar sus ganancias y aprovechar totalmente sus recursos y/o activos, objetivo que logra gracias a la integración completa de la empresa y el compromiso de los grupos de personas que estén involucrados en cada uno de los procesos que hacen parte de esta.

Estas metodologías de clase mundial fundamentadas en pilares que soporten cada proceso en la empresa, que sean conocidos por todas las personas empleadas en la compañía, en cada proyecto de implementación, asegurando que los objetivos serán alcanzados conscientemente y sean sostenible en el tiempo, ofreciendo y dejando métodos de control para la evaluación de su desempeño.

Identificando el departamento de mantenimiento de quipos móviles de la compañía Drummond Ltd, como una empresa dentro de una empresa, es necesario implementar Tecnologías y/o estrategias que permitan administrar los activos de forma eficiente y eficaz, orientando los objetivos del departamento con los objetivos de la compañía, generando ventajas competitivas y operacionales garantizando la disponibilidad de los activos con la mejor confiabilidad de operación.

Con la implementación de esta metodología de Gestión de Activos - ISO 55000 se espera obtener grandes beneficios como la optimización del retorno de la inversión de los activos, logrando una mejora de la eficiencia en la capacidad instalada y el control de los riesgos, alargando así la vida útil de estos, obteniendo ahorro en los costos de operación y mantenimiento de los activos, logrando crear una conciencia y/o conocimiento en la organización alrededor de los activos que dispone. La implementación de un estudio de los costos de ciclos de vida, en la cual se evalúen todas las etapas que el activo experimenta durante su vida, permitirá tener una clara visión de donde se viene y hacia

dónde va con cada uno de los activos a los cuales se presta el servicio de mantenimiento en la empresa generando conciencia del concepto de ahorro de costos planificado junto con una buena estrategia de mantenimiento y planeación, permitirán a la compañía destacarse y ser productiva disminuyendo los costos por hora de operación de los equipos generando mayor rentabilidad, afirmando a la empresa en situaciones adversas del mercado internacional.

## 2. GESTION DE ACTIVOS

Son múltiples definiciones que se le han asignado a la gestión de activos desde que se incubó el termino, algunas de ellas y más conocidas son: “ Actividades y practicas coordinadas y sistemáticas a través de las cuales una organización maneja optima y sustentablemente sus activos y sistemas de activos, su desempeño, riesgos y gastos asociados a lo largo de sus ciclos de vida con el propósito de lograr su plan estratégico organizacional”<sup>3</sup>. Esta definición fue adoptaba hace varios años, comenzando su proceso de evolución y desarrollo hasta donde hoy en día la Organización Internacional de Estandarización (ISO) la define como, “Actividades Coordinadas de una organización para materializar el valor de su activos”<sup>4</sup>.

La evolución de la gestión de activos ha sido de una forma en la que pasa por actividades de ejecución de un mantenimiento rutinario apuntando a la Confiabilidad de Intervenciones, siguiendo con la Ingeniería de Mantenimiento aplicando la confiabilidad de las técnicas, Ingeniería de confiabilidad es el siguiente peldaño enfatizando en la confiabilidad de la función, luego la Ingeniería de Activos incluyendo el concepto de ciclo de vida de estos y finalizando con la Gestión de Activos en un mayor alcance y tiempo, orientando las políticas y estrategias de las decisiones tomadas,<sup>5</sup> como se muestra en la figura 13.

La importancia de la Gestión de Activos radica en la necesidad de tener un balance óptimo entre el costo, el desempeño financiero y la exposición al riesgo en la vida del negocio.

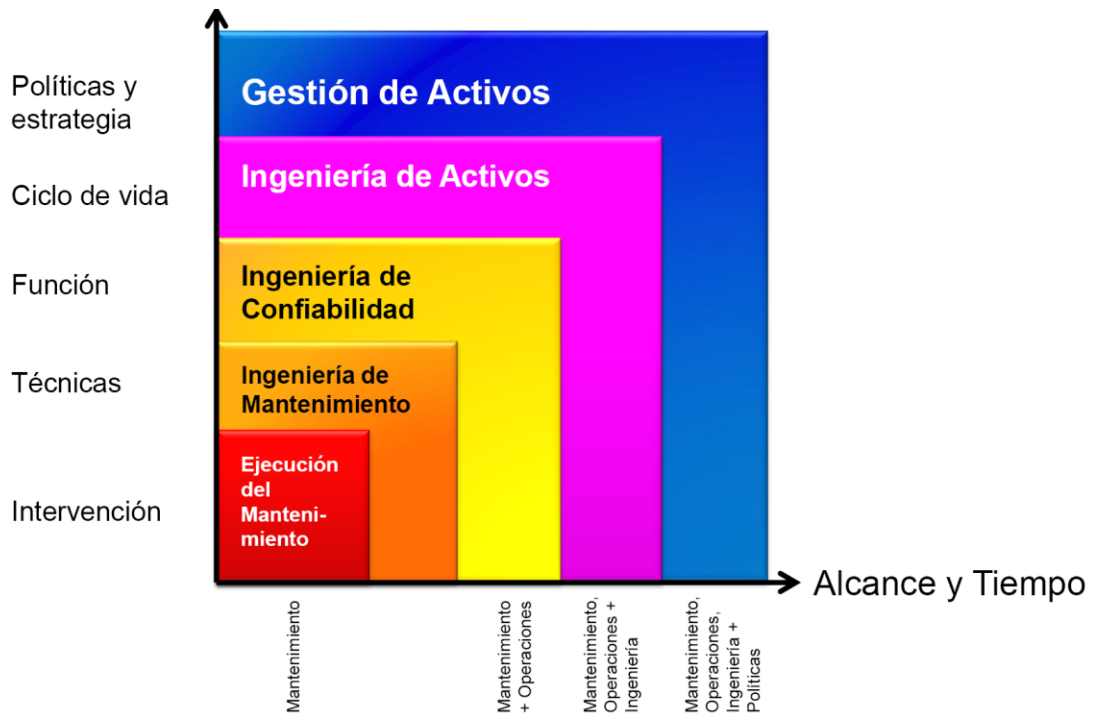
---

<sup>3</sup> BRITISH STANDARDS INSTITUTE. PAS 55-1:2008. Gestión de Activos “Asset Management”. Parte 1: Especificaciones para la Gestión de Activos Físicos. Of Asset Management

<sup>4</sup> INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION. Gestión de activos- Sistemas de Gestión- Directrices para la aplicación de la ISO 55001. BS ISO 55002:2014. 1 ed. Ginebra, Suiza. ISO, 2014.

<sup>5</sup> TRUJILLO, Gerardo. AMS Group Mexico, Gestión de Activos. Presentación Asociación Mexicana de Profesionales en Gestión de Activos A.C. Aplicación de la Norma ISO 55000 para la Gestión de Activos.

**Figura 13. Evolución de la Gestión de Activos.**



Fuente: aplicación de la norma ISO 55000, para la gestión de Activos Físicos, Gerardo Trujillo C<sup>6</sup>.

La gestión de activos ha sido estudiada e implementada en diferentes sectores de la industria, desde el sector financiero, el sector eléctrico, la manufactura, la ingeniería civil por parte de los estados unidos al hablar de mantenimiento de sus activos, el sector petrolero y gas, en la industria de la minería, entre muchos otros, identificando en cada uno casos de éxitos en los cuales se logró integrar todos y cada uno de los requerimientos establecidos para enlazar y obtener el mejor costo beneficio de los activos disponibles. En cada uno de los sectores en los que se ha implementado la gestión de activos exitosamente, se desarrollado mejoras innovadoras a través del estudio junto con la experiencia han permitido afianzar y reforzar la evolución de la gestión a través del tiempo motivando a las empresas a implementar la gestión de activos en sus principios

<sup>6</sup> TRUJILLO, Gerardo. AMS Group Mexico, Gestión de Activos. Presentacion Asociacion Mexicana de Profesionales en Gestión de Activos A.C. Apliación de la Norma ISO 55000 para la Gestión de Activos.

y políticas logrando obtener el mejor desempeño económico, entre otros aspectos importantes en el crecimiento y evolución de la empresa.

Es importante no confundir que la gestión de activos no trata de “hacerle cosas a los activos” sino sobre el uso de los mismos para ofrecer valor y lograr explícitamente los objetivos de la organización, tomando decisiones correctas y optimizando los procesos. Una buena gestión de activos por tanto, debe ser amplia, se debe aplicar a los activos (físicos e intangibles), sus propietarios, sus administradores, delegados y todo aquel que tenga que ver con ellos, debe también equilibrar los costos, los riesgos y el desarrollo en las diferentes escalas de tiempo sin discriminar ni al sector público ni al privado.<sup>7</sup>

La gestión de activos físicos va mucho más allá de la gestión de mantenimiento; implica todo el ciclo de vida del activo, desde que se genera la necesidad de él, su selección, diseño, desarrollo, compra, comisionamiento, operación y mantenimiento, hasta un punto económico óptimo que nos indique el momento de reparar, reemplazar o desincorporar. Por eso la gerencia de activos involucra a todos los departamentos: diseño, ingeniería, compras, instalaciones, comisionamiento, operaciones y mantenimiento.

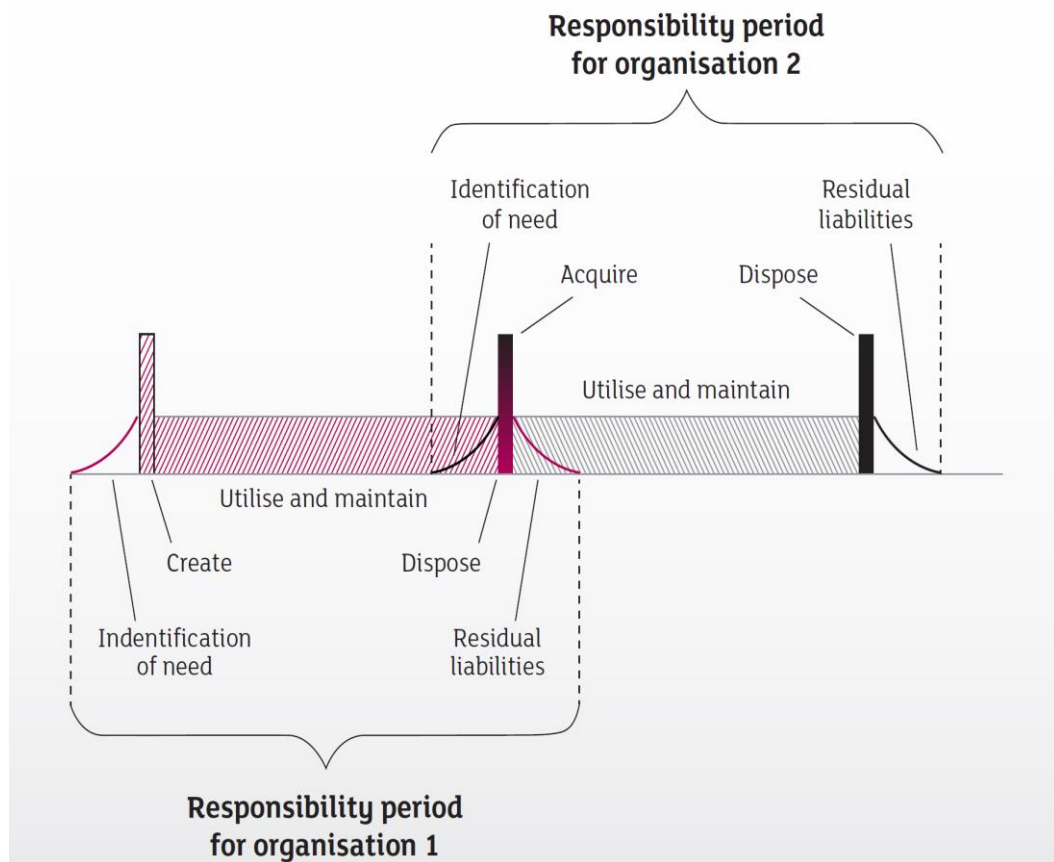
Mantenimiento es una pequeña pero importante parte de la gestión de activos. La gestión de activos debe abarcar todo el ciclo de vida: necesidad del activo, diseño y construcción, compra, comisionamiento, operación, mantenimiento y disposición. Tratar de convertir el mantenimiento en el responsable de la gestión de activos es un grave error, ya que desde su posición y por sus objetivos no puede intervenir en todo el ciclo de vida.<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> THE INSTITUTE OF ASSET MANAGEMENT. Asset Management – an anatomy. Febrero de 2012 Version 1.1. Bristol United Kingdom.

<sup>8</sup> TRUJILLO, Gerardo. La Gestión de Activos Tiene su Norma, Entrevista a Gerardo Trujillo. EN: Mantenimiento Productivo. Abril/Mayo 2014. Vol 86, p. 6-14.

**Figura 14. Periodos de Responsabilidad del Ciclo de Vida de un Activo.**



Fuente: The Meaning of Life (Cycle), por Jhon Woodhouse.

Encontrar la forma correcta de asimilar y enlazar todos los aspectos relacionados con la gestión de activos en una empresa, alineando sus objetivos con la visión general de esta, permitirá optimizar la administración de los activos, generando una mayor rentabilidad financiera, sin dejar a un lado el incremento en la calidad y mejoramiento del servicio prestado, disminuyendo el riesgo y aumentando el compromiso con la responsabilidad social corporativa junto con una buena sostenibilidad.

Estudiar cada uno de los aspectos claves en el ciclo de vida de un activo, como se menciona, es un aspecto de suma importancia ya que a través de este, se administrara de forma efectiva los recursos obteniendo un mayor retorno de estos, generando altas rentabilidades a la organización.

## 2.1 EVOLUCION DE LA GESTION DE ACTIVOS (PAS 55 – ISO 55000)

Desde hace varios años antes de la primera publicación en el 2004 de la PAS 55 por la Institución británica de Normalización como una norma oficial, la necesidad de la implementación de una estrategia que permitiera administrar de una forma eficiente los recursos que disponía una empresa, venia generando más fuerza. Solo hasta entonces en abril del 2004 fue publicada la primera edición de la norma PAS 55 estableciendo unos parámetros y directrices para la gestión de los activos, esta primera edición fue revisada por un panel internacional de organizaciones de diversos sectores, dando como resultado la actualización de esta publicación en una renovada norma PAS 55 – 2008, sin embargo la versión del 2004 no cayó en la obsolescencia sino hasta el 1 de marzo del 2010, sirviendo como base para la generación de la nueva norma, la propuesta estándar se compone de dos partes, esta nueva versión incluye la mayoría de los elementos de su antecesora, ordenándolos de una forma diferente y enriqueciendo su contenido.

- PAS 55-1 2008.- Especificaciones para la gestión optima de activos físicos
- PAS 55-2 2008.- Guía para la aplicación de las especificaciones PAS 55-1 2008.

Esta norma lista los elementos que componen las buenas prácticas de planificación, optimización costo riesgo y pensamiento integrado, como:<sup>9</sup>

- Requerimientos generales
- Políticas de gestión de activos
- Estrategia de gestión de activos
- Objetivos de la gestión de activos
- Planes de gestión de activos

---

<sup>9</sup> BRITISH STANDARDS INSTITUTION. PAS 55-1:2008. Gestión de Activos “Asset Management”. Parte 1: Especificaciones para la Gestión de Activos Físicos. Of Asset Managenet

- Planificación de contingencia
- Estructura, autoridad y responsabilidades
- Subcontratación de las actividades de la gestión de activos
- Adiestramiento, conciencia y competencia
- Comunicación, participación y consulta.
- Documentación de sistemas de gestión de activos
- Gerencia de manejo de riesgos
- Procesos de manejo de riesgos
- Metodología para el manejo de riesgos
- Evaluación e identificación de riesgos
- Uso y mantenimiento de la información de riesgos de los activos
- Requerimientos legales y otros requerimientos
- Manejo de cambio
- Actividades del ciclo de vida
- Herramientas, instalación y equipos
- Monitoreo del desempeño y la condición
- Investigación de fallas, incidentes y no conformidades asociadas a los activos
- Evaluación de cumplimiento
- Auditoria
- Acciones correctivas preventivas
- Mejora continua
- Registros
- Revisión de la gerencia

Con el surgimiento de nuevas necesidades a las que los activos están sometidas, y posterior al éxito que tuvo la implementación de la norma PAS 55, la organización internacional de normalización (ISO) por sus siglas en inglés, busca generalizar y reunir todos los elementos y componentes específicos de dicho estándar y otros conceptos que han venido a partir de este, de manera que pretende convertirse, en una norma fundamentada por la estructura de la gerencia de activos.

Identificada la necesidad, se solicita la participación de especialistas de varios países para conformar un grupo llamado "Comité TC/251", para que en un plazo de tres años, se definiera una norma que pueda ser aplicada por la industria, organizaciones de servicio y gobiernos de todo el mundo definiendo la estructura que podría ser aplicada en las diferentes empresas, extendiendo y mejorando el proceso iniciado con la PAS 55.

De esta forma surge o nace la nueva norma ISO 55000, conservando cuatro factores claves:

- Mantener la coherencia entre los objetivos organizacionales con los objetivos de la gestión de activos, sus planes y actividades.
- La importancia del ciclo de vida en la gestión de activos y la colaboración entre todas las disciplinas
- La importancia de una correcta gestión del riesgo y su utilización en la toma de decisiones.
- La existencia de un solo liderazgo con facilitadores para la integración de los departamentos de la empresa y la sostenibilidad del proceso.

Algunos de los beneficios que acuña esta norma a su implementación son:<sup>10</sup>

- Alineamiento de la visión de la empresa
- Menos barreras internas y más soporte corporativo
- Mejores resultados financieros
- Mejor administración del riesgo
- Mejores servicios y productos

---

<sup>10</sup> TRUJILLO, Gerardo. Asociación Mexicana de Gestión de Activos, Aplicación de la norma ISO 5500X para la Gestión de Activos Físicos. Consultada 01 de diciembre del 2015. Disponible en: <http://www.amga.org.mx/descargas/Conferencia-Asociacion-Mexicana-de-Profesionales-en-Gestion-de-Activos.pdf>.

- Cumplimiento con la responsabilidad social y corporativa
- Demostrar el cumplimiento con las regulaciones y requerimientos
- Mejor reputación
- Mejora en la sostenibilidad organizacional

## **2.2 ESTRUCTURA DE LA GESTIÓN DE ACTIVOS**

Las normas ISO 55000 (ISO 55000, ISO 55001 e ISO 55002) son una serie de normas que surgen de la necesidad de aquellas empresas cuyos resultados se ven fuertemente influenciados por el cuidado de los activos que operan, a largo plazo.

- La norma ISO 55000 da una descripción general, los principios y la terminología utilizados en la Gestión de Activos.
- La norma ISO 55001 especifica los requisitos necesarios para establecer, implementar, mantener y mejorar el Sistema de Gestión de Activos.
- La norma ISO 55002 es una guía para la implementación del sistema de Gestión de Activos de acuerdo a ISO 55001

## **2.3 EXPECTATIVAS DE LA NORMA**

Los casos de éxito documentados de la aplicación de la PAS 55 parecen de sueño. Los valores documentados son muy importantes desde varios enfoques como el económico, la gestión del riesgo, la ecología, la imagen, la transparencia, etc. La implementación puede llevar entre dos y tres años, y los beneficios dependerán del giro de la industria y de las brechas existentes.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> TRUJILLO, Gerardo. La Gestión de Activos Tiene su Norma. EN: Mantenimiento Productivo. Abril/Mayo 2014. Vol 86, p. 6-14.

Para la nueva norma ISO 55000 son pocos estos casos debido a su reciente publicación, sin embargo, existen documentos que relatan la importancia que esta norma tiene.

Con la implementación de esta norma en la industria de la minera se tendrá grandes ventajas competitivas que permitirán a la empresa continuar obteniendo una rentabilidad financiera, sin dejar a un lado los compromisos que tiene con la comunidad y el medio ambiente.

### **3. CONTEXTO DEL MANTENIMIENTO EN LA ORGANIZACIÓN**

#### **3.1 GESTION DE MANTENIMIENTO**

Identificando la Gestión como el conjunto de acciones que se llevan a cabo para la realización de diligencias en pro de determinar, administrar y organizar los recursos del mantenimiento, con un objetivo en común de establecer la máxima disponibilidad de los equipos con sano criterio económico, la gestión podría realizarse de forma científica o intuitiva<sup>12</sup>, siendo así, la gestión científica una ciencia mientras que la intuitiva es un arte.

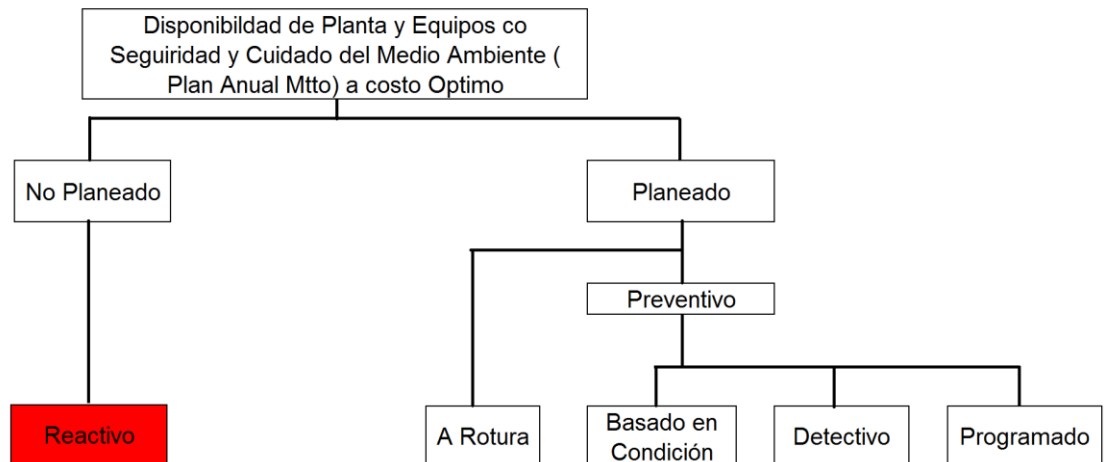
De alguna forma u otra, gerente de mantenimiento será la persona encargada de establecer las directrices que guiaran a su grupo de trabajo para resolver cada una de las situaciones que se presenta como actividades de mantenimiento. Este conjunto de procesos establece al mantenimiento dentro de la empresa como un sistema, que estaría constituido por una o varias formas de gestión, para diferentes equipos y aun para un mismo equipo, asignando actividades de mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo entre otras.

La mezcla idónea de todos los tipos de mantenimiento que sean establecidas por el gerente y su grupo de trabajo, estarán ligadas a la seguridad, impacto ambiental, costo de las pérdidas de producción en una parada del equipo, costo de la reparación y a la calidad del producto o servicio, etc.

---

<sup>12</sup> RAMON, Carlos. Mantenimiento Preventivo. Bucaramanga: Edición UIS, 2014.

**Figura 15. Estrategias Básicas de mantenimiento**



Fuente: Mantenimiento centrado en confiabilidad, Daniel Ortiz.<sup>13</sup>

### 3.2 INDICADORES DE GESTION

Como resultado de las actividades de mantenimiento establecidas por gerencia en el departamento se identifican notoriamente 4 modos de gestión, establecidos como se enuncia:

- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Basado En Condición

Cada una de estas estrategias definidas, son desarrolladas en las actividades de mantenimiento para la flota de camiones Cat 793, dentro de la empresa Drummon Ltd. diariamente, trazando unos horizontes que rigen las condiciones de operación y mantenimiento de los equipos, medidos a través de unos indicadores de gestión o *KPI* (Key Performance Indicator) por sus siglas en inglés, métricas para medir el desempeño o proceso, algunas de las características que estos indicadores deben tener se puede enunciar:

- Debe significar algo
- Debe ser conciso, definiciones comunes

<sup>13</sup> Ortiz, Daniel. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad [Diapositivas]. Bucaramanga: 2015. Diapositiva 14.

- Guiar acertadamente en desempeño de las actividades
- Ser capaz de tener una meta
- Debe ser medido efectivamente y con exactitud, basado en las operaciones que se realicen a diario
- El beneficio del KPI tiene que ser mayor al costo de obtenerlo
- Debe ser una herramienta para aumentar el desempeño y no para castigarlo.

En la cuantificación del desempeño de los equipos mineros, es necesario tener una clara visión de los parámetros a medir, debido a que sin estos indicadores la dirección de mantenimiento tendría que basarse en la intuición, las mediciones que se deben hacer en el mantenimiento de equipos mineros y que son calculadas por este departamento en la compañía son, Tiempo Promedio entre Paradas (Mean Time Between Shutdowns MTBS), Tiempo Promedio para Reparar (Mean Time to Repair MTTR) y Disponibilidad (Availavility A), sin el manejo adecuado de estos indicadores no sería posible una buena administración de las actividades de mantenimiento.

“No se puede administrar lo que no se puede controlar, No se puede controlar lo que no se puede medir, no se puede medir sin un objetivo y sin un objetivo no se puede mejorar”<sup>14</sup>

### **3.2.1 Tiempo promedio entre paradas (MTBS)**

Este indicador es de gran importancia al momento de medir la gerencia del mantenimiento para equipo de maquinaria pesada, siendo la frecuencia promedio de paradas de los equipo expresadas en términos de horas, su cálculo es obtenido dividiendo el número total de horas operadas sobre el número de paradas programadas o no que presento el equipo, las operaciones más exitosas que administran y mantienen equipos mineros, disponen de unos

---

<sup>14</sup> CATERPILLAR, Performance Metrics or Mobile Mining Equipment. Prioria: Caterpillar Inc, 2005. P.3.

largos tiempos o periodos de operación de los equipos de forma ininterrumpida, es decir, altos MTBS. Siendo este una medida que combina los efectos de la alta confiabilidad de los equipos y la efectividad de la gerencia del mantenimiento. La expresión de cálculo para este indicador es:

$$MTBS = \frac{\text{Horas Opeadas}}{\text{Numero de Paradas}}$$

### **3.2.2 Tiempo Promedio para Reparar (MTTR)**

Indica el tiempo promedio de parada de los equipos expresados en términos de horas, Todas las actividades de mantenimiento implican un tiempo para su ejecución, ya sean actividades planeadas o no, contribuyen a la duración de la parada de la máquina. El MTTR es un indicador que cuantifica el tiempo de todas las reparaciones, que tan rápidas o lentas son estas reparaciones en el tiempo de la parada de un equipo, este indicador se calcula de la siguiente manera.

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo Total de Reparaciones}}{\text{Numero de Paradas}}$$

Este Indicador combina los efectos de la mantenibilidad inherente de la máquina y la eficiencia de la organización de mantenimiento.

### **3.2.3 Disponibilidad (A)**

Este indicador es un resultado, expresado en términos porcentuales y definido como la probabilidad de que un equipo funcione en un periodo de tiempo

establecido. Este indicador de gran importancia es cálculo a través de la relación existente entre el MTBS y MTTR de la siguiente forma:

$$MTTR = \frac{MTBS}{MTBS + MTTR} \times 100$$

Todos estos mantenimientos expresados anteriormente son calculados en la empresa Drummond Ltd, por el departamento de mantenimiento como se muestra en la figura 16 la tendencia.

**Figura 16. Indicadores de Gestión en Mantenimiento Camiones 793**



Fuente: Área de Planeacion mantenimiento Camiones 793, Drummond Ltd.

### 3.3 ORGANIZACIÓN DE LOS TALLER DEL AREA DE MANTENIMIENTO

La infraestructura de los talleres de mantenimiento está organizada de una forma tal que se identifican de forma clara los procesos o gestiones de mantenimiento, estos talleres se encuentran seccionados como:

- Taller de mantenimiento preventivo (PM)
- Taller de mantenimiento basado en condición (MBC)
- Taller de remoción e instalación (R&I)

En cada uno de talleres se desarrollan las actividades de mantenimiento basados en la estrategia que se esté implementando en el equipo.

**Figura 17. Talleres de Mantenimiento, Flota de camiones 240T**



Fuente: Google Maps.

### **3.4 MODOS DE GESTION DE MANTENIMIENTO EN EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE LA FLOTA CAT 793**

#### **3.4.1 Mantenimiento Correctivo**

El mantenimiento correctivo por principio consiste en permitir que un equipo opere o funcione hasta el punto en que no puede desempeñar su función, luego de esto se somete a reparación hasta corregir el defecto y se desatiende hasta que vuelva a tener una falla completando nuevamente el ciclo,

El mantenimiento en la empresa Drummond Ltd. para la flota de camiones 793 se basa en gran parte de la estrategia correctiva. Como se indico en la figura 16, los altos tiempos de reparación se deben básicamente a las acciones correctivas imprevistas que generan daños catastróficos aumentando el costo de la reparación y el tiempo necesario para ejecutarla.

El mantenimiento correctivo puede tener algunas justificaciones como:

- El equipo en operación no pertenece a un punto crítico en el proceso y no ocasiona trastornos a la producción.
- Equipo en obsolescencia o desuso
- Equipo tiene un par
- Es fácilmente costeable un nuevo equipo

Sin embargo, las anteriores justificaciones deben revisarse periódicamente hasta comprobarse que efectivamente el paro imprevisto de este equipo no ocasiona pérdidas económicas mayores ni trastornos graves a la producción.

Para los equipos en operación minera no existe una condición de trabajo en la que se establezca que un equipo no es crítico para el proceso, ya sea equipo de apoyo a la producción o esté directamente relacionado con esta, es considerado como un equipo de gran importancia.

Las condiciones de operación inherentes a aspectos como el crecimiento de la mina, cambio y estado en las vías, temperaturas de operación, condiciones climáticas afectan de alguna forma de trabajo para cada equipo en particular.

**Figura 18. Condiciones de operación en la mina.**



Fuente: Drummond Ltd.

El departamento de mantenimiento dispone de un grupo de trabajo o personal encargado de dar soporte a la operación en campo cuando se registren reportes de equipos no operativos, este personal de amplia experiencia es quien sufre el mayor desgaste en la implementación de un mantenimiento correctivo, el equipo presentó un falla en operación y es necesario retornarlo a esta lo antes posible, estas condiciones de fallas se presentan debido a la no identificación del estado del componente que genero la parada del equipo.

Gran parte de las actividades del mantenimiento correctivo se desarrollan en el taller de remoción e instalación (R&I) en el caso que no se logren solucionar en el mismo campo, este taller dispone de 11 Hangares para efectuar las reparaciones planeadas o no, que no son consideradas en los procesos de mantenimiento preventivo y por condición.

Reparaciones de cualquier tipo son efectuadas en estos hangares, relacionadas a la remoción e instalación de componentes, tales como motores, transmisiones, diferenciales, entre otros componentes de maquinaria pesada, en la búsqueda de dar continuidad a la operación del equipo.

El desarrollo de estrategias que permitan reducir las paradas no planeadas o correctivas, es cada vez un tema más importante para la gerencia de mantenimiento.

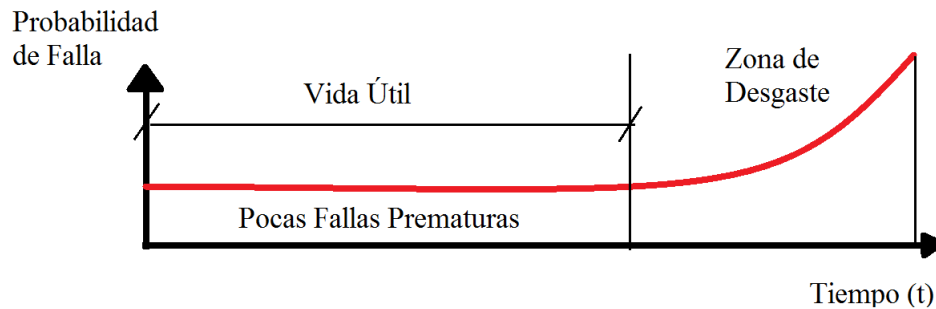
### **3.4.2 Mantenimiento Preventivo**

El mantenimiento preventivo consiste en la inspección periódica y armónicamente coordinada, de los elementos, equipos y procesos propensos a fallas y la corrección antes de que esto ocurra, haciendo énfasis en la seguridad de las personas y el impacto al medio ambiente.

La característica principal del este tipo de gestión de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos, detectar las fallas en su fase inicial y corregirlas en el momento oportuno, con un buen programa de mantenimiento preventivo se

obtiene experiencia en diagnóstico de fallas y del tiempo de operación seguro de un equipo.

**Figura 19. Patrón de falla en mantenimiento preventivo.**



En la anterior figura se muestra uno de los patrones de falla, en el que al término de la vida se presenta un alto crecimiento en la probabilidad de falla y es donde el mantenimiento preventivo entra en acción antes de que esta falla ocurra.

Para el departamento de mantenimiento de camiones Cat 793, establece un programa de rutinas de inspección y cambio, basados inicialmente en los documentos que el fabricante establece para la manutención de este tipo de equipos, en la medida que se ha adquirido la experiencia y conocimiento de las condiciones de operación locales, se han ajustado algunos de los parámetros establecidos por los fabricantes en estas rutinas.

Actualmente estas actividades se desarrollan en dos talleres exclusivos de mantenimiento preventivo, como lo indica la figura 15, estos dos talleres suman un número total de 9 hangares, en estos hangares se desarrollan todas las actividades de mantenimiento preventivo en horario diurno y nocturno.

El personal administrativo de mantenimiento es el encargado de definir el “cuando, como y que” actividades de manutención se ejecutaran en cada unos de los equipos. Este personal de planeación de mantenimiento establece y programa todas las actividades de mantenimiento preventivo, para cada uno de los 250 camiones que pertenecen a esta flota, estableciendo a través de una lista de chequeo todas las actividades a realizar por el personal de ejecución.

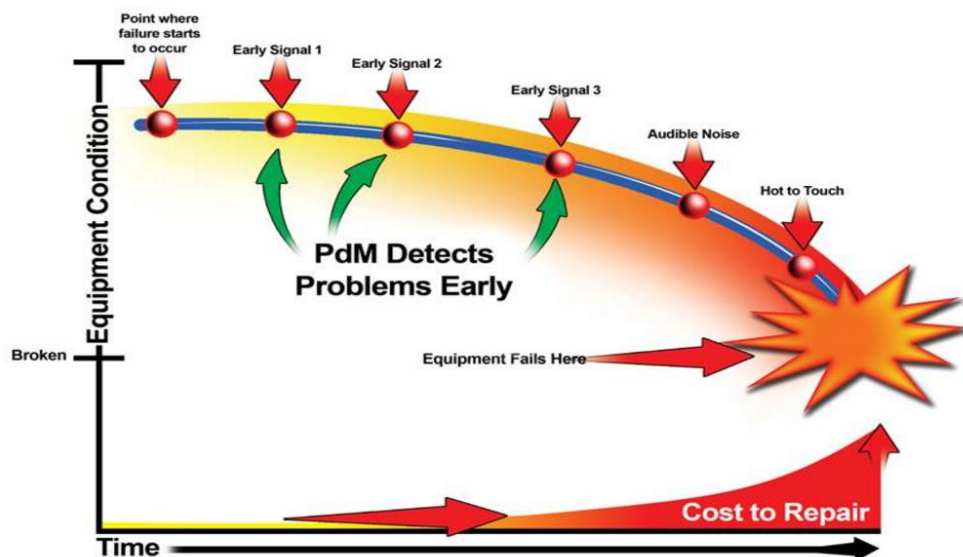
En la actualizada existen 8 tipos de mantenimiento preventivos diferentes, cada equipo debe seguir el ciclo normal de los mantenimiento nombrados desde la letra “A” hasta la letra “H” respectivamente, en un intervalo de 4,000 horas de operación se ejecuta en los equipos todos estos mantenimiento en intervalos iguales de tiempo de 500 horas de operación.

### 3.4.3 Mantenimiento Basado en Condición

Los programas de monitoreo de condición de los equipos, se basan en que todas las fallas están precedidas de signos o síntomas, también llamadas: “Fallas Potenciales”, detectar a tiempo esos síntomas constituyen la esencia del mantenimiento basado en condición. En el caso de no lograrlo, se llegaría tarde a la falla y se convertiría en mantenimiento correctivo.

Una manera de representar estos indicios y también la posible tendencia, es mediante la denominada curva PF, obtenida a partir de diagramas de control de variables o derivadas del control estadístico de procesos.

**Figura 20. Curva PF para el mantenimiento basado en condición**



Fuente: consultado en [maintenancephoenix.com/pf-curve](http://maintenancephoenix.com/pf-curve), Enero del 2016

La construcción de esta curva se puede realizar basándose en:

- La observación continua
- La definición de intervalos cortos para conocer el equipo extendiéndolos poco a poco
- La investigación propia o con entidades especializadas
- La consulta con expertos en el tema.

Para cualquier decisión relacionada con la implementación de este tipo de mantenimiento se debe anteponer un estudio de viabilidad tecnico-economica que incluya algunos aspectos como:

- Estudio del contexto operacional
- Listado de equipos del programa
- Estudio de las causas y los modos de fallas posibles
- Variables o condiciones a monitorear
- Tecnologías más apropiadas

El área de planeación de mantenimiento de los camiones 793 es el encargado de monitorear las condiciones de operación de cada equipo que pertenece a esta flota, 250 en total, este grupo de monitoreo de condiciones identifica a través de metodologías y herramientas tecnológicas, el estado de operación de los componentes y arroja como resultado algunas actividades de mantenimiento relacionadas con la falla presente, que aún no es catastrófica como se indicó en la figura anterior.

Las oportunidades para desarrollar estas actividades sin afectar considerablemente la operación, son en las paradas que realizan los equipos para la ejecución del mantenimiento preventivo, sin embargo en algunas ocasiones es necesario llamar a taller el equipo retirando a este del ciclo productivo, debido al alto grado de criticidad de la condición evitando una falla mayor.

El monitoreo de la condición de los equipos se establece principalmente en dos bloque de entradas, el monitoreo a través del estudio o análisis de los aceites

de cada uno de los componentes que dispone el equipo y la información registrada en el computador del equipo, VIMS (Vital Information Management System) el cual es un dispositivo que dispone cada equipo que permite controlar y registrar cada uno de los parámetros que se presentan en la operación.

**Figura 21. Equipo 793 en operación**



Fuente: Drummond Ltd

#### **4. REQUISITOS DE IMPLEMENTACION DE LA NORMA ISO 55000 EN EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO MOVIL.**

Los modelos actuales competitivos de las empresas, conlleva a las organizaciones a tomar un modelo de cambio en la planeación estratégica de la gestión de sus activos de tal manera que se busquen los objetivos visionados de las partes interesadas en la compañía. Para tal proceso de implementación de gestión de activos es necesario inspeccionar la compañía en su entorno global, contemplando los beneficios y dificultades que se han presentado en los procesos de mejora implantados en la empresa durante los procesos de gestión de sus activos.

Es pertinente aclarar que la norma está destinada en particular a usarse en activos físicos, pero además puede aplicarse a otros tipos de activos, contemplando los factores claves de la organización que se proponen como requisitos de la implementación de la norma ISO 55001.

El sistema de gestión de activos incluye<sup>15</sup>:

- a) La política de gestión de activos
- b) Los objetivos de la gestión de activos
- c) El plan estratégico de la gestión de activos (PEGA)
- d) El plan de gestión de activos.

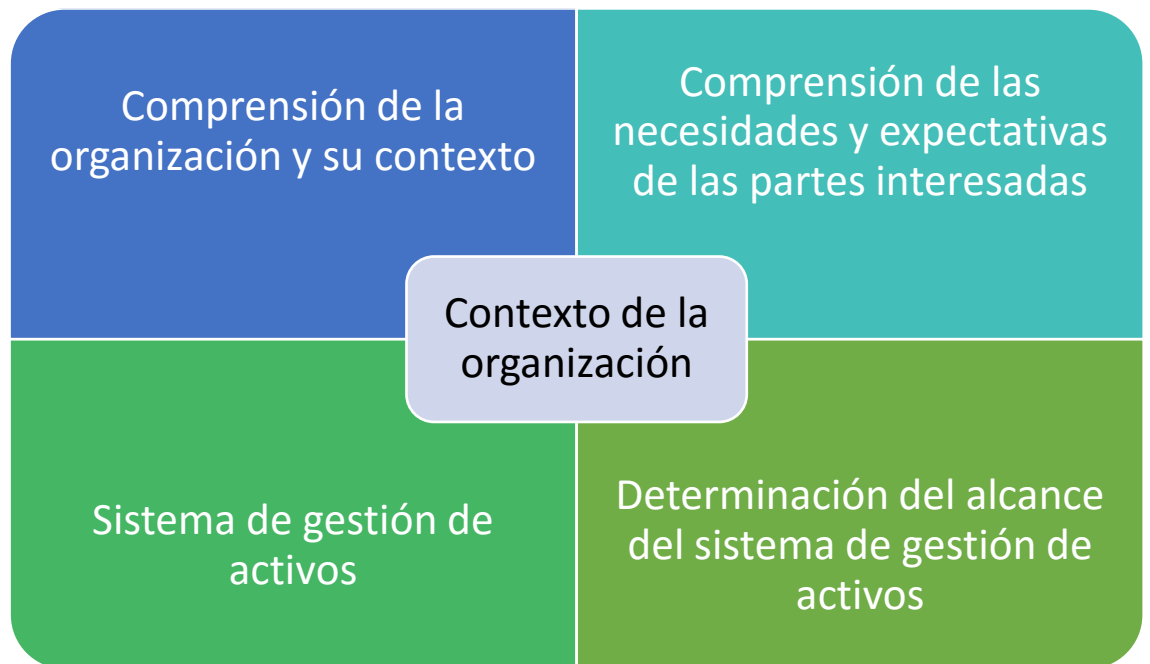
Dentro de los parámetros necesarios para la implementación de gestión de activos bajo el estándar ISO 55001; se debe contemplar.

- Contexto de la organización: el sistema de gestión de activo debe preestablecer los objetivos, las políticas y el plan de la gestión de activos que deberían estar alineados y en plena coherencia con los objetivos y el plan de la organización.

---

<sup>15</sup> INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION. Gestión de activos- Sistemas de Gestión- Directrices para la aplicación de la ISO 55001. BS ISO 55002:2014. 1 ed. Ginebra, Suiza. ISO, 2014.

**Figura 22. Contexto de la organización**



Fuente: autores con base en el estándar ISO: 55002. Directrices para la aplicación de la ISO 55001

- Liderazgo: el grupo de personas que hacen parte de la alta dirección deben mostrar liderazgo con respecto al sistema de gestión de activos de tal manera que influyan positivamente a la organización, además está en manos de la alta dirección designar los roles de supervisión, implementación, operación y mejora continua del sistema de gestión de activos; considerando la evaluación a nivel general del sistema de gestión de activos por parte de la alta gerencia.
- Planificación: la organización debe identificar y determinar las acciones ante los eventos de riesgos y las oportunidades de mejora del sistema de gestión de activos, con tal de mitigar los efectos no deseados para así lograr los objetivos plasmados en el plan de gestión de activos; estos objetivos deben ser específicos, medibles, alcanzables, realistas y acotados en el tiempo, de tal manera que la empresa pueda realizar seguimiento, análisis y evaluación de sus

metas con tal de posibilitar la realización de acciones de mejora que faciliten el logro de los objetivos de la organización.

- Recursos de respaldo: es importante que en la planificación se contemple los recursos de implementación del sistema de gestión de activos; entre estos recursos están : roles y personal competentes a las tareas asignadas, toma de conciencia del sistema de gestión de activos por parte del personal ( contratista, prestadores de servicios internos o externos y proveedores), plan de comunicación e información documentada completan el grupo de recursos que permite seguridad en la ejecución de procesos continuos y preparación antes los eventos de riesgos.
- Operación: la organización establece los procesos de planificación y control operacional con tal de brindar un apoyo efectivo en el grupo de actividades involucradas en el plan de gestión de activos.

**Figura 23. Requisitos de operación**



Fuente: autores con base en el estándar ISO: 55002. Directrices para la aplicación de la ISO 55001

- Evaluación de desempeño: la empresa debe realizar procesos que permitan la medición, seguimiento, análisis y evaluación de los activos de la empresa, del sistema y de las actividades de la gestión activos, para esto debe realizar auditorías internas planificadas que permitan asegurar el cumplimiento de los requisitos plasmados en el estándar ISO 55001, mostrando así a la alta dirección la oportunidad de evaluar la continua pertinencia, adecuación y eficacia de los activos, de la gestión de activos y del sistema de gestión de activos.
- Mejora continua: se deben contemplar planes y procesos que permitan controlar las no conformidades con tal de minimizar cualquier efecto adverso para la organización y expectativas de las partes interesadas, la mejora continua se debe considerar una actividad con el propósito último de lograr los objetivos de la organización.

## **5. DIRECTRICEZ DE IMPLEMENTACION DE NORMA ISO 55000 EN EL DEPARTAMENTO MANTENIMIENTO DE LA FLOTA DE CAMIONES CAT 793D**

Para la realización de la guía de implementación de un sistema de gestión de activos con base en el estándar ISO 55000 es importante estructurar las directrices de la guía en los requisitos que contempla la norma, tales como: contexto organizacional, liderazgo, planificación, apoyo, operación, evaluación de desempeño y mejora. De esta manera se contribuye a la implementación de un sistema de gestión de activo bajo los parámetros establecidos por el estándar.

Para la respectiva ejecución de la guía en la organización es indispensable que se realice la asignación de un orientador de la guía de implementación, que está comprometida y sea el responsable de garantizar el cumplimiento de las directrices implantadas en la guía bajo el estándar ISO 55000.

La alta dirección interesada en la implementación del sistema de gestión de activos designa al personal orientador de la guía de implementación y permite el acceso a la información necesaria para el estudio de los activos, lo cual requiere la comunicación de los procesos de diferentes segmentos de la gestión de activos en la empresa, incluyendo áreas de interés como:

- Estrategias y planificación
- Proceso y procedimientos relacionados con los activos
- Propiedades técnicas y físicas de los activos
- Prestación del servicio y operaciones
- Gestión de mantenimiento
- Gestión e información de desempeño
- Gestión financiera y de recursos
- Gestión de riesgos
- Planificación de contingencias y continuidad

- Gestión de contratos


Teniendo en cuenta cada una de las áreas relacionadas con los activos se manifiesta el respectivo sistema de gestión bajo los parámetros del estándar ISO 55002.

### 5.1.1 Comprensión de la organización y su contexto

**Requisito:** En el establecimiento de un sistema de gestión de activos es necesario que su enfoque sea coherente y este alineado con el contexto interno y externo de la organización ya que esta condición puede influenciar de manera relevante el diseño y los alcances del sistema de gestión de activos.

**Modelo:** Desde el punto de vista del contexto externo el sistema de gestión puede incluir los siguientes tópicos de la siguiente tabla, sin estar limitados solo a estos. La disposición de la tabla mostrada a continuación se encuentra bajo los parámetros de documentación implantada en la empresa DRUMMOND LTD.

**Tabla 1. Análisis de características del contexto externo**


	MANTENIMIENTO EQUIPO MOVIL		Código: X-XX-00X		
	REGISTRO DEL CONTEXTO EXTERNO		Version 01 Enero 2016 Página 1 de 1		
Mina Pribbenow:		Mina El Descanso:		FECHA GENERACION: <input type="text"/>	
ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL CONTEXTO					
NUM	ASPECTOS RELACIONADOS	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS DE INFORMACION	CRITICIDAD	ESTABILIDAD
1	Sociales y Culturales				
2	Políticos				
3	Legales				
4	Regulatorios				
5	Financieros				

Fuente: autores con base en el estándar ISO: 55002. Directrices para la aplicación de la ISO 55001

Para una mejor apreciación de la tabla y lectura completa del documento diríjase al anexo A.

Para la evaluación del contexto interno de la organización se puede incluir los siguientes aspectos, sin limitarse solo a estos.

**Tabla 2. Análisis de características del contexto interno.**

	MANTENIMIENTO EQUIPO MOVIL		Código: X-XX-00X		
			Versión 01		
	REGISTRO DEL CONTEXTO INTERNO		Enero 2016		
				Página 1 de 1	
Mina Pribbenow: <input type="text"/>		Mina El Descanso: <input type="text"/>		FECHA GENERACION: MES DIA AÑO	
ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL CONTEXTO					
NUM	ASPECTOS RELACIONADOS	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS DE INFORMACION	CRITICIDAD	ESTABILIDAD
1	Requisitos de la Direccion				
2	Estructura, roles, responsabilidades y autoridades de la organización				
3	Estructura, roles, responsabilidades y autoridades de la organización				
4	Capacidades, entendidas en términos de recursos y conocimiento				

Fuente: autores con base en el estándar ISO: 55002. Directrices para la aplicación de la ISO 55001

Para una mejor apreciación de la tabla y lectura completa del documento diríjase al anexo B.

A través de estas tablas de análisis de contextos se pueden describir los aspectos a través de cada una de las casillas en las tablas:

- **Características:** Se brinda una descripción detallada del aspecto en estudio

-**Medidas de información:** unidades de medidas del aspecto en estudio, que modelan el valor de un indicador para las empresas.

Ejemplo: en el aspecto económico; la estimación de la disminución del precio del carbón.

**-Críticidad:** describe desde el punto de vista de los objetivos de la organización el nivel de importancia del estado del aspecto en estudio

Ejemplo: en el aspecto económico; la estimación de la disminución del precio del carbón, es un aspecto crítico debido a la reducción del uso de recursos en la empresa

**-Estabilidad:** hace referencia al estado de variabilidad que puede tener el aspecto en estudio para la empresa.

Ejemplo: la variaciones del precio del carbón es un indicador de alta criticidad y de alta frecuencia de cambios para lo cual es un aspecto de gran interés en la compañía para revisión permanente y estudios detallado para planificación de los activos en la empresa.

### **5.1.2 Identificación de las necesidades y expectativas de las partes interesadas**

**Requisito:** La organización debe reconocer y examinar las partes interesadas que son pertinentes para la gestión de activos y las necesidades y expectativas de esas partes interesadas<sup>16</sup>.

**Modelo:** Dentro del sector de la minería de carbón a cielo abierto se destaca la interrelación de las partes interesadas tanto internas como externas, en la cuales se prevalecen las respectivas subdivisiones de los departamentos integrados en la compañía Drummond Ltd, como lo son los departamentos de producción, mantenimiento, compras, logística, finanzas entre otros segmentos. Para indicar un uso adecuado del estándar se deben integrar en una matriz las características de las

---


<sup>16</sup> INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION. Gestión de activos- Sistemas de Gestión- Directrices para la aplicación de la ISO 55001. BS ISO 55002:2014. 1 ed. Ginebra, Suiza. ISO, 2014.

necesidades y expectativas de las partes interesadas a nivel interno o externo, a través de la cual se destacaran los requisitos obligatorios de las partes, estos modelos de expectativas y necesidades requeridas de las partes pueden ser plasmadas en el Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA).

Consideraciones en la trazabilidad de las expectativas y necesidades de las partes interesadas.

- ✓ Desarrollo de necesidades y expectativas con base en los aspectos relacionados con el contexto organizacional **5.1.1**.
- ✓ La organización debe cuantificar el grado de servicio de sus activos de tal manera que estos suplan de manera coherente las necesidades y expectativas de las partes interesadas.
- ✓ La visión de las partes interesadas, las políticas de la gestión de activos y la actitud de la organización ante el riesgo debe tener un alto impacto sobre las decisiones de la organización en relación a los activos.
- ✓ La terminología usada en la comunicación con las partes interesadas debe ser coherente y alineada con otras funciones en la organización y en concordancia con los requisitos legales donde sea aplicable.


**Tabla 3. Necesidades y expectativas de las partes internas interesadas**

 <b>DRUMMOND LTD.</b> COLOMBIA	MANTENIMIENTO EQUIPO MOVIL		Código: X-XX-00X					
	REGISTRO DE LAS PARTES INTERNAS INTERESADAS		Versión 01					
				Enero 2016				
				Página 1 de 1				
Mina Pribbenow: <input type="text"/>		Mina El Descanso: <input type="text"/>		FECHA GENERACION: MES DIA AÑO				
ANALISIS, DEFINICION Y ESPECTATIVAS DE LAS PARTES INTERNAS INTERESADAS								
NUM	PARTES INTERESADAS	DEFINICION	CONCEPCION DE LA EMPRESA	NECESIDADES	EXPECTATIVAS	COMPLEJIDAD DE LA DECISION	CARACTERISTICAS DE INTEGRACION	PRIORIZACION
1	Propietario							
2	Empleados de la organización							
3	Dpto. Mantenimiento							
4	Dpto. producción							
5	Dpto. ingeniería							

Fuente: autores con base en el estándar ISO: 55002. Directrices para la aplicación de la ISO 55001

Para una mejor apreciación de la tabla y lectura completa del documento diríjase al anexo C.

**Tabla 4. Necesidades y expectativas de las partes externas interesadas**

 <b>DRUMMOND LTD.</b> COLOMBIA	MANTENIMIENTO EQUIPO MOVIL		Código: X-XX-00X					
	REGISTRO DE LAS PARTES EXTERNAS INTERESADAS		Versión 01					
				Enero 2016				
				Página 1 de 1				
Mina Pribbenow: <input type="text"/>		Mina El Descanso: <input type="text"/>		FECHA GENERACION: MES DIA AÑO				
ANALISIS, DEFINICION Y ESPECTATIVAS DE LAS PARTES EXTERNAS INTERESADAS								
NUM	PARTES INTERESADAS	DEFINICION	CONCEPCION DE LA EMPRESA	NECESIDADES	EXPECTATIVAS	COMPLEJIDAD DE LA DECISION	CARACTERISTICAS DE INTEGRACION	PRIORIZACION
1	Proveedores							
2	Prestadores de servicio							
3	Organizaciones no gubernamentales							
4	Organizaciones gubernamentales							
5	Inversores o contribuyentes impositivos							

Fuente: autores con base en el estándar ISO: 55002. Directrices para la aplicación de la ISO 55001

Para una mejor apreciación de la tabla y lectura completa del documento diríjase al anexo D.

En la matriz anterior se proponen una serie de partes interesadas tanto internas como externas para la empresa Drummond Ltd, de las cuales se utilizan las necesarias para la implementación de la norma en la organización, las modificaciones de las partes interesadas pueden ser realizadas acorde a las necesidades de la empresa.


### **5.1.3 Organización de activos**

**Requisito:** Es necesario en las empresas desarrollar estrategias con base en la organización de los activos, de tal manera que se genere la identificación de las responsabilidades sobre los activos con tal de direccionarlos hacia los objetivos de la empresa.

La organización de los activos se considera desde el punto de vista individual, por tipos de activos, sistema o portafolio de activos, o a partir de la criticidad de los activos; todos estos parámetros se toman en cuenta bajo las necesidades de la empresa.

**Modelo:** La definición de la agrupación en las empresas tienden a ser diferentes, en el sector de minería cielo abierto la clasificación va de mano de la caracterización del activo en su base funcional, por la clase equipo o componente y ante todo por su valor crítico para la empresa, no obstante la clasificación no necesariamente está limitada a estos parámetros.

**Tabla 5. Registro de activos**

 <b>DRUMMOND LTD.</b> COLOMBIA	MANTENIMIENTO EQUIPO MOVIL						Código: X-XX-00X	
	REGISTRO DE ACTIVOS						Versión 01	
							Enero 2016	
						Página 1 de 1		
Mina Pribbenow:			Mina El Descanso:			FECHA GENERACION		
						MES	DIA	ANO
IDENTIFICACION DE LOS ACTIVOS								
NUM	UBICACIÓN / DEPARTAMENTO	CODIGO	NOMBRE	DETALLES	CATEGORIA	RESPONSABLES	TIPO DE ACTIVOS	VALOR EMPRESARIAL
1								
2								
3								
4								
5								

Fuente: autores con base en el estándar ISO: 55002. Directrices para la aplicación de la ISO 55001

Para una mejor apreciación de la tabla y lectura completa del documento diríjase al anexo E.

Los parámetros impuestos en la tabla como; detalle y valor empresarial redefinen la criticidad del activo en la obtención de los objetivos de las empresas; sus medidas se pueden estipular de manera cuantitativa en valores financieros, o cualitativa a través de órdenes de caracterización de los activos.

#### 5.1.4 Portafolio de activos

**Requisito:** Para los activos que se encuentran dentro del alcance del sistema de gestión es necesario definir a través de un portafolio unos grupos o clasificación de activos en donde se identifique algunos aspectos como criticidad y riesgo, así de esta forma los recursos y las estrategias de mantenimiento implementadas estarán basadas en la optimización de la inversión del capital definiendo las acciones del departamento a favor del retorno de la inversión de sus activos.

Un portafolio generalmente se establece y se asigna con propósitos de control de gestión, definiendo a los activos en categorías como las mencionadas anteriormente.

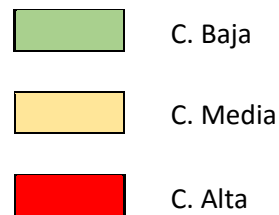
**Modelo:** En el departamento de mantenimiento de la empresa Drummond Ltd. se deberán establecer o identificar los activos a con la metodología que se indicó en el numeral 4.2.3, terminado este proceso incluirán el algún grupo dentro del portafolio de activos ya se por su criticidad o riesgo, grupos definidos por:

- **Grupo de Activos Críticos para el Sistema de Gestión:** Son activos que tiene potencial para impactar significativamente en el logro de los objetivos de la organización. Los activos pueden ser críticos desde el punto de vista de la seguridad, del ambiente o del desempeño y pueden relacionarse a requisitos legales, regulatorios o estatutarios dependiendo de la consecuencia que generen.

La definición de los activos críticos estará basada en una matriz de criticidad en la que se establezca una relación de la frecuencia de las fallas, los costos asociados a estas y las consecuencias que genere estas fallas. Finalmente se establecerá este criterio para cada uno de los activos que se incluyan en el sistema de gestión.

**Tabla 6. Tabla de Criticidad de Activos**

Frecuencia de Falla	6					
	5					
	4					
	3					
	2					
	1					
Consecuencia de Falla	1	2	3	4	5	



C. Baja  
C. Media  
C. Alta

- **Grupo de Activos de Alto Riesgo Para el Sistema de Gestión:** El propósito de la clasificación de riesgo del activo es proveer las bases

para tener una idea de la inspección directa de riesgo donde los recursos de mantenimiento (tiempo y dinero) se pueden optimizar en el programa de inspección. Esto da como resultado operaciones más seguras y fiables, mientras se controlan los recursos.

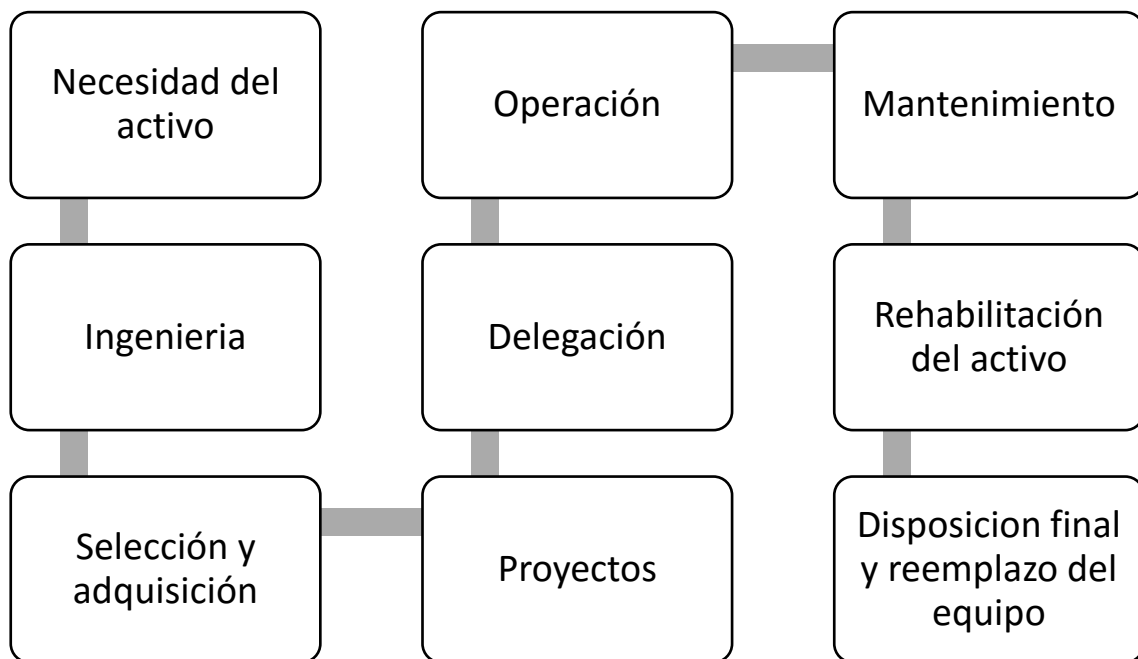
El término de Riesgo es de naturaleza probabilística siendo definido como definido como la probabilidad de tener una pérdida, Los artículos con alta probabilidad y consecuencias de falla, es decir, de alto riesgo se les da una mayor prioridad para la inspección que los artículos con baja probabilidad de falla o sea que tiene consecuencias bajas. Esta estrategia permite una inversión racional de los recursos de inspección.

#### **5.1.5 Ciclo de vida de los activos**

**Requisito:** La definición del ciclo de vida de los activos parte de evaluar las fases de vigencia del activo bajo las necesidades y rendimientos solicitados por la organización, y el modo en que este activo se contemple dentro de las estrategias y medida de decisión de la empresa.

**Modelo:** La variación del ciclo de vida de los activos en Drummond Ltd pueda variar desde el punto de vista de utilización de los activos y desde la solicitud de rendimientos en las estrategias empresariales.

**Figura 24. Ciclo de vida de los activos**



En cada una de las fases del ciclo de vida del activo, se deben tener en cuenta las personas a cargo de las fases, con sus respectivas competencias para la labor, los objetivos de cada proceso, los procedimientos de cada fase y su respectiva documentación. De esta manera se prevalece el fortalecimiento estratégico financiero de la organización y se fomenta la toma de decisiones adecuadas dentro del plan de sistema de gestión de activos.

Dentro del capítulo 6 se realizarán las apreciaciones específicas del ciclo de vida de los activos del modelo en estudio.

### **5.1.6 Determinación del alcance del sistema de gestión de activos**

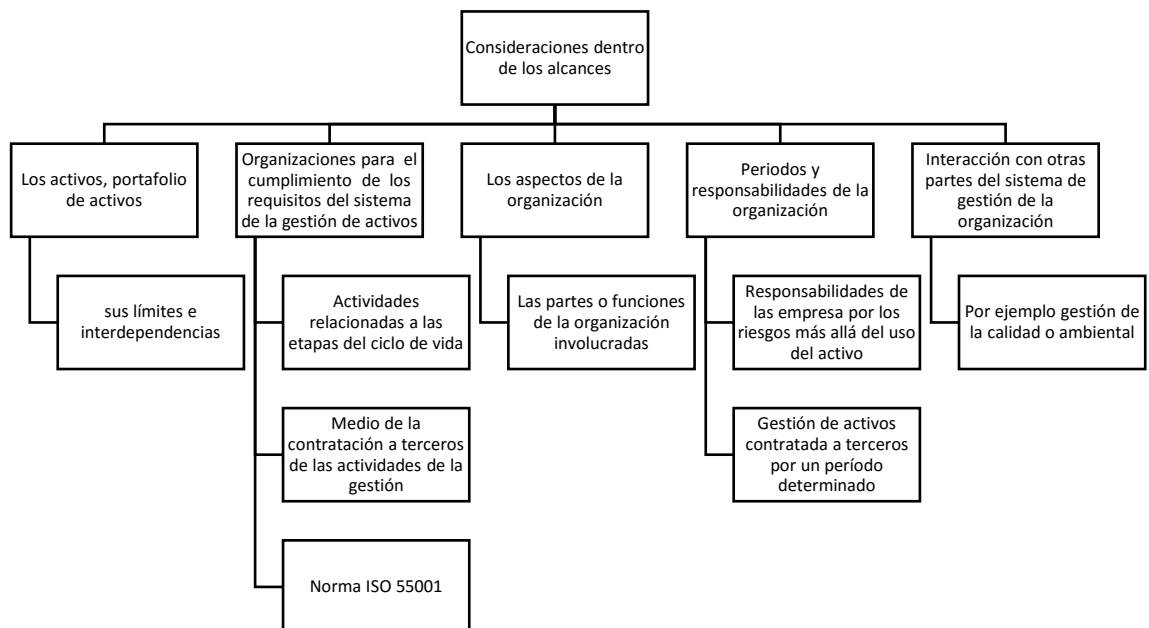
**Requisito:** En plena integración con los resultados del contexto y partes interesadas, la organización define los límites del sistema de la gestión de activos y establece su alcance.

**Modelo:** considerando que el estudio se aplicara al departamento de mantenimiento, es pertinente precisar los objetivos del segmento y su plena coordinación con los objetivos organizacionales.

Una vez identificado los activos que contribuirán en el alcance de la gestión de activos, se realiza el establecimiento del portafolio de activos en donde se organizaran por ubicación, categorías, criticidad, etc.

Los alcances y la aplicabilidad del sistema de la gestión de activos deben estar documentados en el Plan Estratégico de la Gestión de Activos (PEGA), considerando la responsabilidad de comunicarse a todas las partes interesadas pertinentes, tanto internas como externas a la organización.

**Figura 25. Consideraciones dentro de los alcances:**



Fuente: autores con base en el estándar ISO: 55002. Directrices para la aplicación de la ISO 55001

### 5.1.7 Definición del sistema de gestión de activo

**Requisito:** Dentro del sistema de gestión de activos la organización incluye la manera en que se establecen, se implementan, se mantiene y mejora el sistema, llevando a cabo un estudio detallado de los requisitos de la norma ISO 55001, en los cuales reconocerá los departamentos de la organización que soliciten un mejor desarrollo para el buen funcionamiento del sistema de gestión de activos.

El sistema de gestión de activos debe integrar los procesos de gestión de activos con otras funciones de la organización como lo son la calidad, contabilidad, riesgos, recursos humanos entre otros.

Un punto de partida adecuado es establecer una política de gestión de activos, que generalmente ayude con frecuencia a proporcionar un foco a la organización e identificar sus intenciones. Sobre esta base, la organización debería desarrollar su PEGA<sup>17</sup>.

**Modelo:** Este punto de partida para la implementación del sistema de gestión de activos en el departamento de mantenimiento de la empresa Drummond Ltd. al definir PEGA es documentar de forma especificada de qué manera los objetivos del departamento se convierten en objetivos de gestión de activos que están direccionados a los objetivos de la compañía, establecer respuestas a preguntas como ¿cuál es el enfoque para desarrollar los planes de la gestión de activos? y ¿cuál es el rol del sistema de gestión de activos como apoyo para alcanzar los objetivos de la gestión de activos?. Aspectos principales como los nombrados son de gran importancia en la implementación del sistema de gestión.

El departamento deberá establecer planes de gestión, definiendo las actividades, recursos, plazos de ejecución para que un activo o grupo

---

<sup>17</sup> INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION. Gestión de activos- Sistemas de Gestión- Directrices para la aplicación de la ISO 55001. BS ISO 55002:2014. 1 ed. Ginebra, Suiza. ISO, 2014

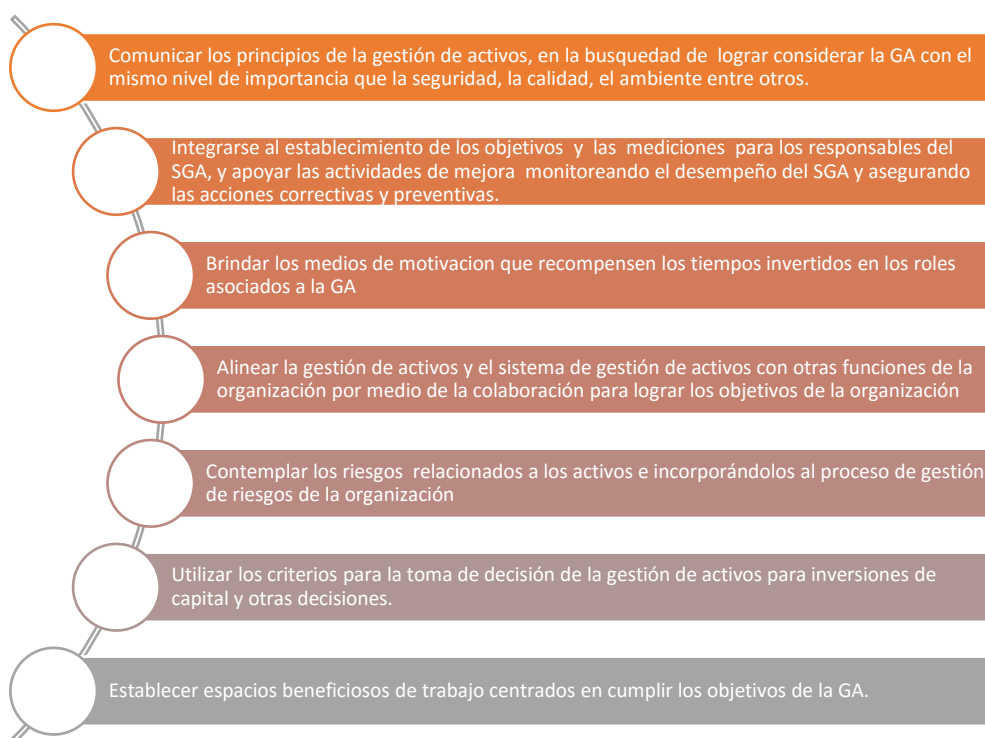
dentro del portafolio de activos logren los objetivos de la gestión de activos de la organización

#### **5.1.8 Liderazgos y compromisos de la alta dirección**

**Requisito:** La alta dirección debe mostrar liderazgo promoviendo en la organización el cumplimiento de los requisitos plasmados en la norma ISO 55001, ya sea bajo su responsabilidad o a través de la asignación de una persona competente para la revisión del desarrollo, la implementación, la operación y la mejora continua de un sistema de gestión de activos, considerando que la apropiación y rendición de cuentas de la gestión de activos proceda del nivel de la alta dirección.

**Modelo:** Los Jefes del departamento de mantenimiento o las personas a cargo de liderar o revisar el proceso del sistema de gestión de activos en la empresa Drummond Ltd, deberán contemplar dentro de sus funciones una serie de compromisos para la dirección del sistema de gestión de activos. Estas consideraciones se muestran a continuación.

**Figura 26. Consideraciones de compromisos por parte de la alta dirección en el departamento de mantenimiento.**



Fuente: autores con base en el estándar ISO: 55002. Directrices para la aplicación de la ISO 55001

### 5.1.9 Definición de las políticas de la gestión de activos

**Requisito:** En la política de la Gestión de Activos se instauran los principios con los cuales la organización se propone aplicar la gestión de activos para alcanzar los objetivos de la organización. La alta gerencia deberá facultar la política de gestión de activos y además mostrar su responsabilidad hacia la gestión de activos.

**Modelo:** La política debería establecer los compromisos y expectativas del departamento de mantenimiento para las decisiones, actividades y comportamiento relacionados con la gestión de activos. Deberá estar alineada y demostrar apoyo a los objetivos de

la organización. Por ejemplo, un objetivo organizacional de reducir la inversión de capital podría resultar en un enunciado de política de gestión de activos para adoptar enfoques basados en riesgo para inversiones de capital<sup>18</sup>.

Características que deberá incluir la política son:

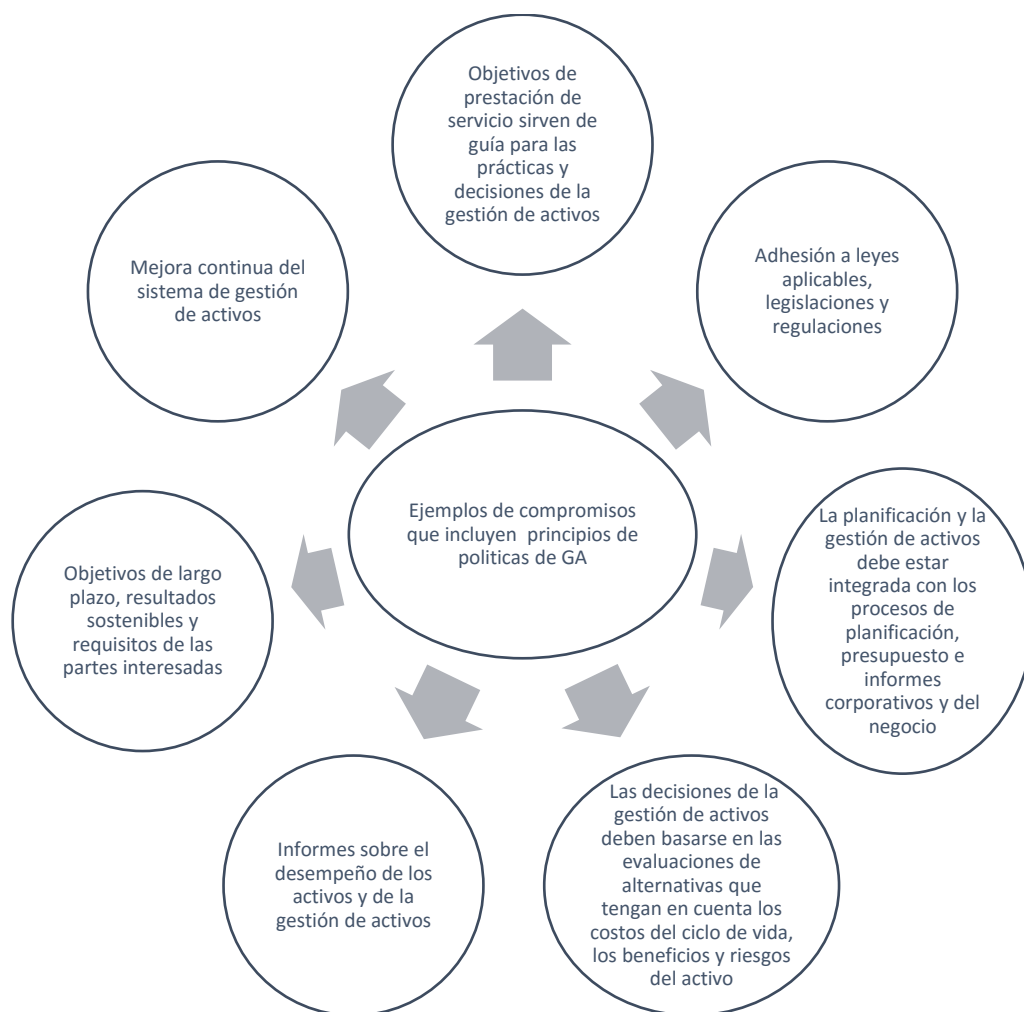
- Coherencia con los objetivos, política de la organización, naturaleza y alcance de los activos.
- Comunicación ante todas las partes interesadas y niveles de la organización
- De aplicación, revisión y actualización constante (mejora continua)
- Debe establecer los compromisos del departamento de mantenimiento con relación a la gestión de activos.

No obstante, la política debe regirse al cumplimiento de la legislación vigente, la provisión de recurso, la integración de procesos de la organización, los principios para la toma de decisiones, etc.

---

<sup>18</sup> INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION. Gestión de activos- Sistemas de Gestión- Directrices para la aplicación de la ISO 55001. BS ISO 55002:2014. 1 ed. Ginebra, Suiza. ISO, 2014

**Figura 27. Compromisos que deberán ser incluidos en los principios de las políticas de gestión de activos.**



Fuente: autores con base en el estándar ISO: 55002. Directrices para la aplicación de la ISO 55001


Es importante recalcar que las políticas de gestión de activos no es un documento aislado, puede estar dentro de otras políticas de la empresa o documentos de alto nivel de la organización, o incluso en el PEGA. La parte esencial de estas políticas es su comunicación en la organización y las respectivas actualizaciones acorde con los cambios de los contextos de la organización.

### 5.1.10 Asignación de roles, responsabilidades y autoridades en la organización.

**Requisito:** Dentro del proceso de implementación de gestión de activos es indispensable definir las responsabilidades y autoridad de las funciones clave, para lo cual se debe incluir tanto los roles y responsabilidades internas como las contratadas a terceros.

**Modelo:** Cada uno de los roles asignado en el departamento de mantenimiento deben estar claramente identificado sobre qué actividad son responsables, lo cual se puede alcanzar a través de las descripciones detalladas de los cargos, incluyendo responsabilidades de la gestión de activos a las establecidas en los puestos ya existentes.

**Tabla 7. Consideraciones en la asignación de roles internos**

 <b>DRUMMOND LTD.</b> COLOMBIA	MANTENIMIENTO EQUIPO MOVIL		Código: X-XX-00X					
	REGISTRO DE ROLES		Versión 01					
			Enero 2016					
				Página 1 de 1				
Mina Pribbenow: <input type="text"/>		Mina El Descanso: <input type="text"/>		FECHA GENERACION		MES	DIA	AÑO
CRITERIOS EN LA ASIGNACION DE ROLES INTERNOS								
NUM	DESCRIPCION DEL ROL	RESPONSABLE	DEPARTAMENTO	EXPERIENCIA Y COMPETENCIA	APOYO AL ROL (Informacion y Mentoría)	CARGA DE TRABAJO Y VARIABILIDAD	APTITUD DE LA PERSONA ANTE EL ROL	
1								
2								
3								
4								
5								

Fuente: autores con base en el estándar ISO: 55002. Directrices para la aplicación de la ISO 55001

Para una mejor apreciación de la tabla y lectura completa del documento diríjase al anexo F.


#### **5.1.11 Acciones frente a riesgos y oportunidades para el sistema de gestión de activos**

**Requisito:** La planificación de un sistema de gestión de activos incluye el grupo de acciones pertinente para afrontar los riesgos; considerando el evento riesgo como una oportunidad de mejora, para lo cual es indispensable conocer la causa, efecto y posibilidades de eventos adversos que ocurran para gestionar dichos riesgos dentro de los niveles aceptables de tal manera que se generen indicadores de auditoría para la gestión de riesgos. De esta manera el sistema de gestión de activos asegura que la organización alcance sus objetivos, prevenga y reduzca las consecuencias indeseadas, identifique oportunidades y logre una mejora continua.

**Modelo:** Para la evaluación de riesgos la organización debe determinar los criterios de evaluación de los riesgos con lo cual podría generar la toma de decisión del sistema de gestión de activos. Lo cual se podría realizar a través de una matriz de riesgo.

El departamento de mantenimiento equipo móvil de la compañía se diseñó una matriz de riesgo para la gestión de la seguridad y salud en el trabajo identificando riesgo físico, químico, biológico, ergonómico, de seguridad y ambiental, tal como se muestra a continuación:

**Tabla 8. Matriz de riesgos actual del departamento**

		MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, VALORACION DE RIESGOS Y DETERMINACION DE CONTROLES						SG-FOR-SST-001 Versión 04 Octubre 2015 Página 1 de 1	
SEDE:	MINA PRIBBENOW, EL DESCANSO								
DEPARTAMENTO:	MANTENIMIENTO EQUIPO MOVIL								
AREA:	MANTENIMIENTO CAMIONES 240, CAMIONES CARBONEROS Y AUXILIARES, CARGADORES, TRACTORES Y EQUIPO LIVIANO.								
ACTIVIDADES DEL SUBPROCESO Y LUGAR DE EJECUCION:	MANTENIMIENTO: Mantenimientos Correctivos, Mantenimientos Preventivos, Mantenimientos en campo						Taller Principal 793 y 777 / Cargadores / Tractores / Liviano, Taller Playa Alta y Playa Baja para 793 Areas de operación de la mina		
ACTIVIDAD CUBIERTA POR EL PANORAMA:	OCUPACIÓN USUAL	TURNO	TOTAL	Operaciones Mineras					
PERSONAS CUBIERTAS POR EL PANORAMA (número por turno, número total y nombre de los cargos)	Trabajadores			Mecánicos 1, 2 y 3					
	Supervisores (como viajante)			Supervisores Mayores, Senior y de Línea					
	Contratistas usuales			Rolanz, MTM, MASA, TECNOFUEGO, MONTEJO, MRL, ICC, AIRE					
	Visitantes usuales			Supervisor de seguridad Industrial, Higienista Industrial, Sys, GAF, Ivakan,					
TOTAL TRABAJADORES									
Fecha de la última revisión:	Octubre 2015						Revisado por: José Arzuaga / Juan José Morroy / Pablo Lacouture / José Arturo Colpas / Eliana Chacón / Yaiseth Luque / Yenny Navarro / Alfonso Lopez		


Peligro	Efectos probables	C	P	R	Evaluación del Riesgo antes de controles	Valoración del Riesgo antes de controles	Controles Operacionales existentes					C <sub>4</sub>	P <sub>4</sub>	R <sub>4</sub>	Evaluación del riesgo después de los controles	Valoración del riesgo después de los controles	
							Ingeniería	Administrativos	Programas y EPP	Gestión administrativa	Formación y TC						Procedimientos
FISICO Ruido																	
FISICO Vibración																	
FISICO Iluminación																	
FISICO Radiación no ionizante																	
FISICO Temperatura																	
QUIMICO Material particulado																	
QUIMICO Gases, vapores y líquidos																	
QUIMICO Humos metálicos																	
QUIMICO Productos de combustión de los motores																	
BIOLOGICO Flora y fauna																	
ERGONOMICO Carga estática																	
ERGONOMICO Carga dinámica																	
PSICOSOCIAL Contenido de la tarea Organización del tiempo de trabajo																	
DE SEGURIDAD Mecánico																	
DE SEGURIDAD Eléctricos																	
DE SEGURIDAD Localivo																	
DE SEGURIDAD Incendio y explosiones																	
DE SEGURIDAD Tránsito																	
DE SEGURIDAD Espacios confinados																	
DE SEGURIDAD Trabajo en alturas																	
DE SEGURIDAD Izaje de cargas																	
DE SEGURIDAD Público																	
AMBIENTAL Naturales																	

Fuente: Drummond Ltd.

El direccionamiento de la gestión de riesgos del sistema de gestión de activos deberá estar asociado al enfoque de gestión de riesgo de la

organización con lo cual se podría considerar la relación existentes entre la gestión de riesgos de la organización y el sistema de gestión de activos.

**Tabla 9. Matriz de evaluación de riesgos**

	MANTENIMIENTO EQUIPO MOVIL		Código: X-XX-00X							
	MATRIZ DE RIESGO		Versión 01 Enero 2016 Página 1 de 1							
Mina Pribbenow:		Mina El Descanso:		FECHA GENERACION	MES	DIA	ANO			
MATRIZ DE EVALUACION DE RIESGOS										
NUM	RIESGO	UBICACION	POSIBILIDAD	CONSECUENCIA	ACTITUD FRENTE AL RIESGO	ACCIONES PLANIFICADAS ANTE EL RIESGO	RECURSOS ADECUADOS PARA AFRONTAR EL RIESGO	CRITICIDAD	EVALUACION DE LA EFICACIA EN LA GESTION DEL RIESGO	RIESGO REMANENTE ESPERADO
1										
2										
3										
4										
5										

Fuente: autores con base en el estándar ISO: 55002. Directrices para la aplicación de la ISO 55001

Para una mejor apreciación de la tabla y lectura completa del documento diríjase al anexo G.

A través del análisis de la gestión de riesgo la organización puede evaluar su eficacia a la hora de afrontar los riesgos de tal manera que se generen acciones de mejora para actualizar el plan de gestión de riesgos en el sistema de gestión de activos.

### 5.1.12 Objetivos de la gestión de activos

**Requisito:** Para la elaboración de los objetivos de la gestión de activos se deben tener en cuenta las necesidades de la organización, que pueden destacarse desde los objetivos del sistema de gestión de activos, el portafolio de activos, el sistema de activos o a nivel de activos, considerando las variaciones en el cumplimiento de los requisitos de las partes interesadas. Además se deben tener en cuenta

la información suministradas por fuentes internas y externas de la organización.

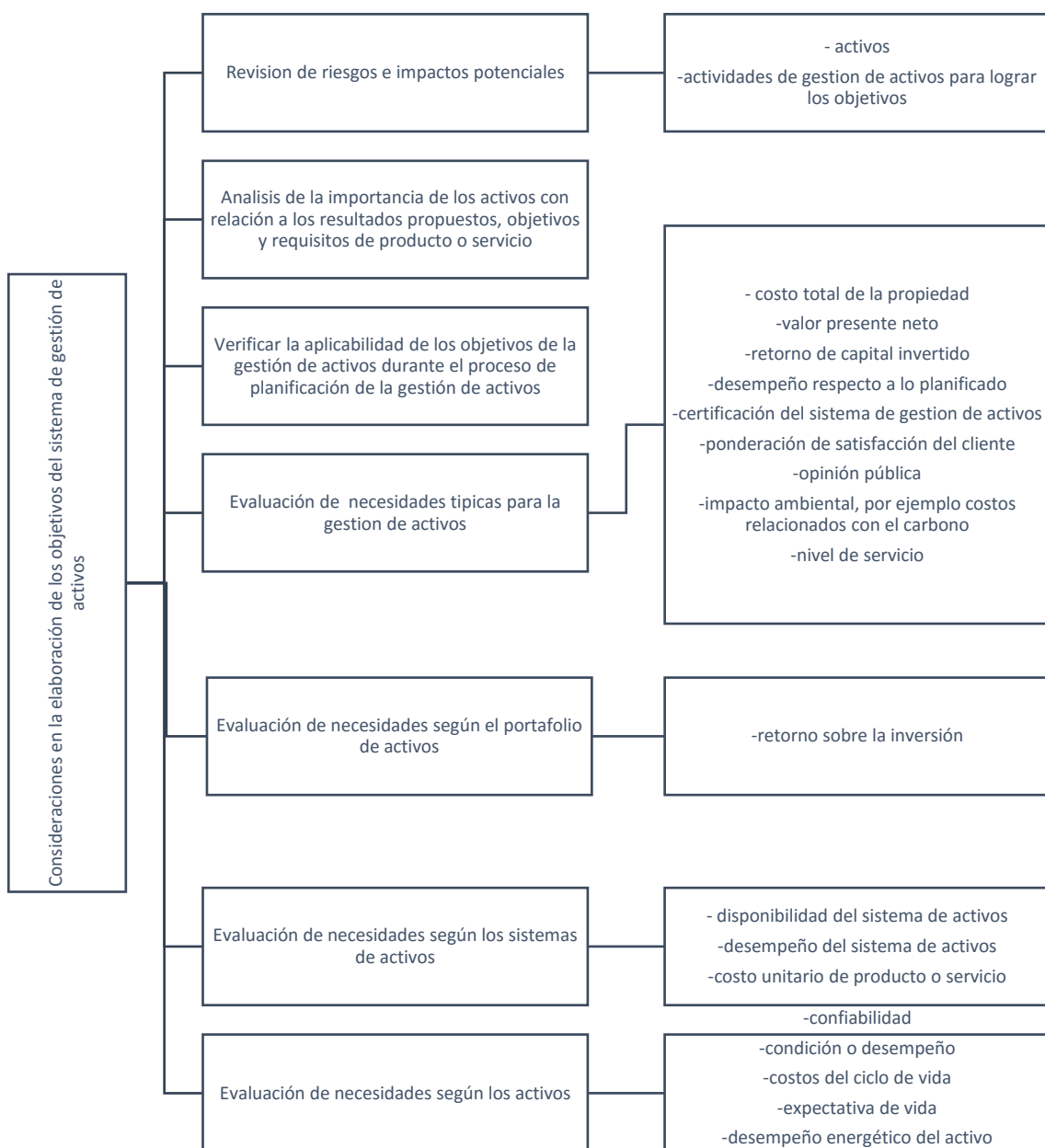
**Modelo:** Los objetivos de la gestión de activos deberán ser específicos, medibles, alcanzables, realistas y acotados en el tiempo (es decir, objetivos “SMART”). Pueden tratarse tanto de mediciones cuantitativas (por ejemplo tiempo medio entre fallas) como mediciones cualitativas (por ejemplo satisfacción del cliente)<sup>19</sup>.

El departamento de mantenimiento deberá contemplar el seguimiento, medición, análisis y evaluación necesaria para administrar y apoyar la toma de decisiones sobre las acciones de mejora. De tal manera que los objetivos de gestión de activos estén totalmente alineados con los objetivos de la organización.

---

<sup>19</sup> INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION. Gestión de activos- Sistemas de Gestión- Directrices para la aplicación de la ISO 55001. BS ISO 55002:2014. 1 ed. Ginebra, Suiza. ISO, 2014

**Figura 28. Consideraciones en la elaboración de los objetivos del sistema de gestión de activos**



Fuente: autores con base en el estándar ISO: 55002. Directrices para la aplicación de la ISO 55001

La revisión del desempeño de la gestión de activos, se debe realizar en términos de evaluación de cumplimiento de los objetivos de la gestión de activos y a la vez de la organización, las desviaciones en este

desempeño deben ser indicadores para revisión de los objetivos de la gestión de activos, lo cual debe ejecutar la dirección de manera regular generando de esta manera una banco de información para los procesos de mejora continua. Para tal seguimiento el departamento deberá emplear un modelo de tablero de gestión en el cual se faciliten los procesos de revisión de indicadores de gestión.

**Tabla 10. Tablero balanceado de gestión**

PERSPECTIVA DEL SISTEMA	OBJETIVOS ESTRATÉGICO	INDICADOR DE RESULTADO	META			INICIATIVAS ESTRATÉGICAS
			Años			
FINANCIERA						
CLEINTES						
PROCESOS INTERNOS						
APRENDIZAJE ORGANIZACIONAL						

El presente tablero reorientara el sistema de gestión para el departamento de mantenimiento, interrelacionando las metas a corto plazo con las estrategias a largo plazo. El manejo eficaz de los indicadores en las perspectivas en estudio mostrara logros técnicos

financiero que maximicen el valor creado por el departamento a las partes interesadas del sistema de gestión.

#### **5.1.13 Planificación para lograr los objetivos de la gestión de activos**

**Requisito:** La empresa debe desplegar un plan de gestión de activos dentro del cual se pronostiquen las actividades y los recursos de implementación para lograr los objetivos de la gestión de activos y a la vez los de la organización. Dentro del plan de gestión se documenta todo el modelo de procesos de los activos y sus expectativas.

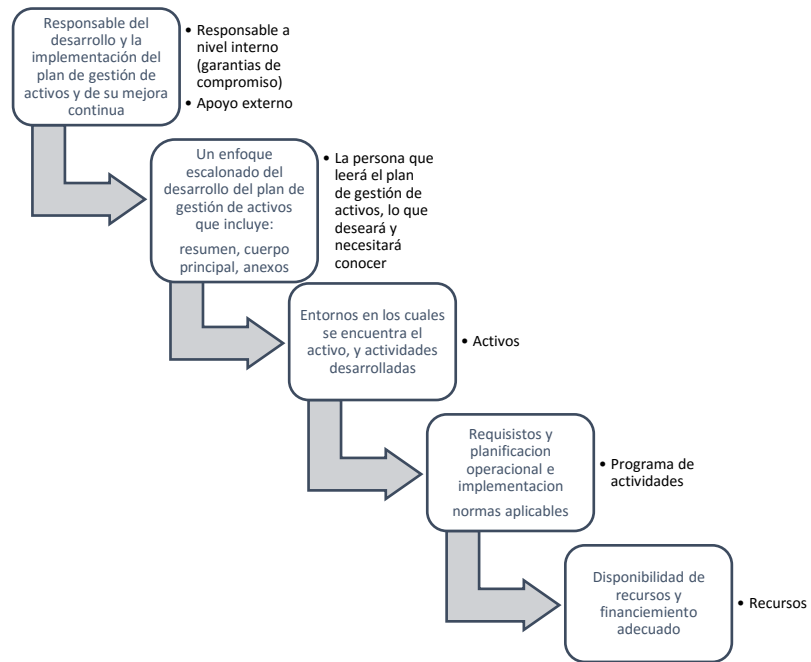
**Modelo:** El plan de gestión de activos para el departamento de mantenimiento de Drummond Ltd deberá estar en plena coherencia con:

- Los horizontes de tiempo del departamento de mantenimiento
- Las necesidades del departamento
- El periodo de responsabilidad
- La vida de sus activos

La elaboración del plan de gestión de activos puede partir de la información documentada hasta el momento en la empresa, con tal de conocer el estado actual de la empresa y proponer la mejora de debilidades existentes en la empresa a través del acondicionamiento de las fortalezas para afrontar promesas futuras bajo las condiciones de necesidades existentes y los planes financieros de la organización.

El plan de gestión de activos considera la plena alineación con los objetivos de la gestión de activos examinando los requerimientos de activos adicionales dentro de los aumentos de demandas de productos o servicios en la empresa y la clasificación de activos según el riesgo.

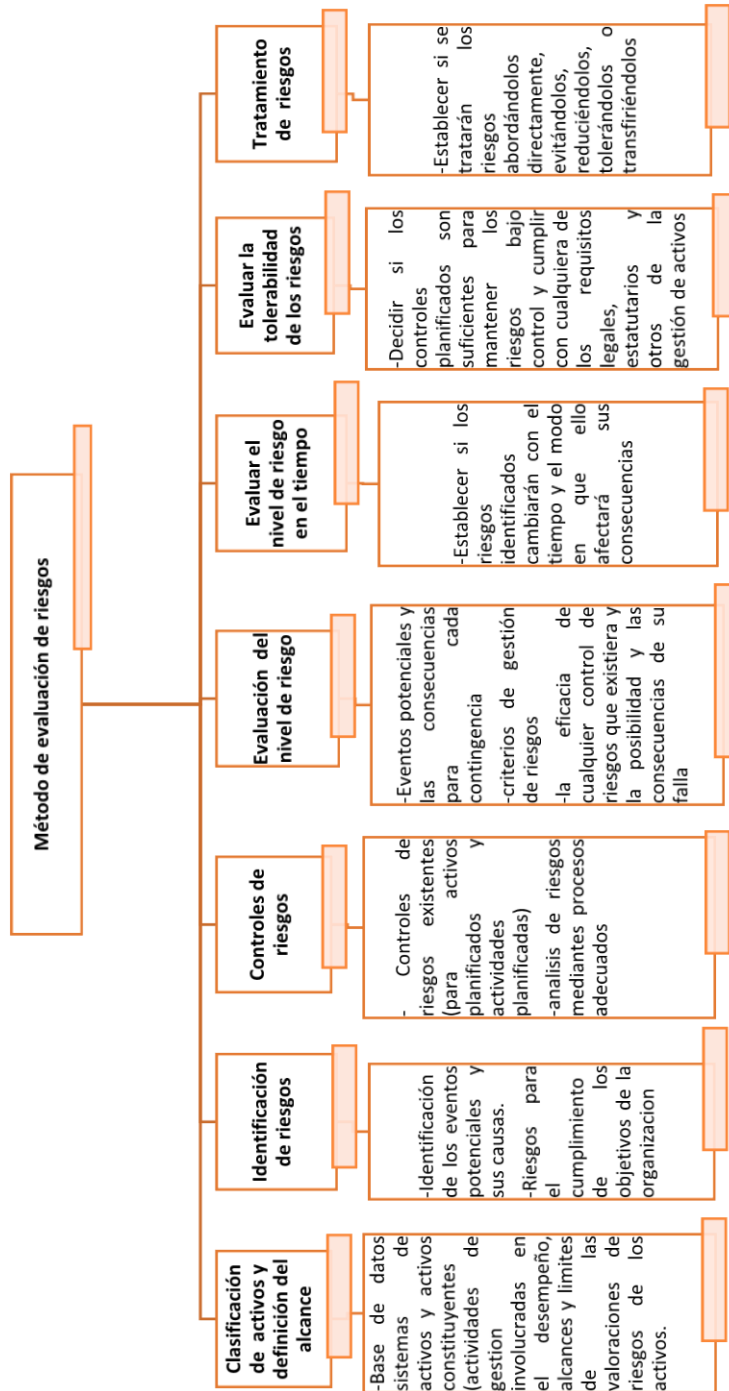
**Figura 29. Consideraciones en el desarrollo del plan de gestión de activos**



Fuente: autores con base en el estándar ISO: 55002. Directrices para la aplicación de la ISO 55001

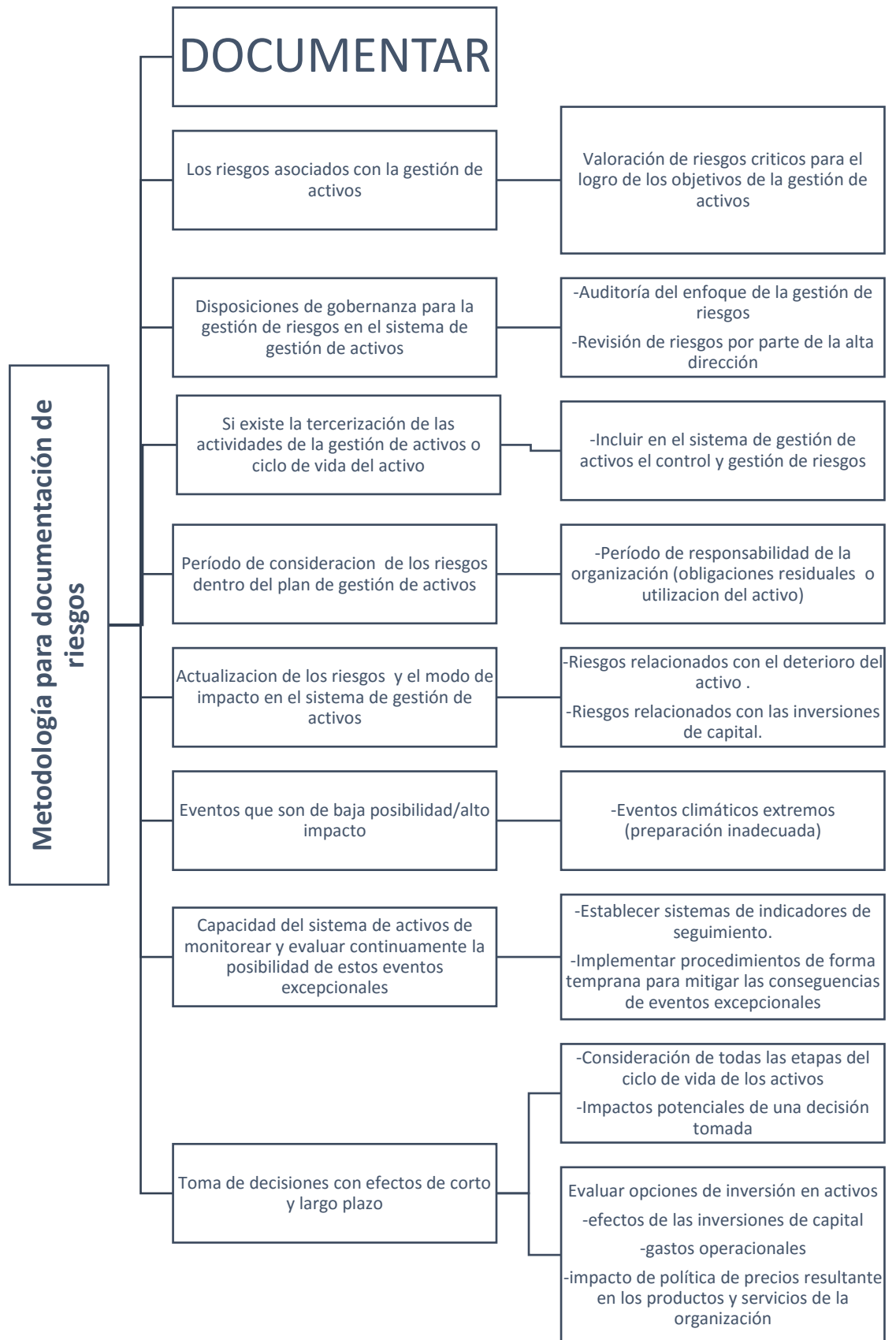
El departamento de mantenimiento dentro de los procesos de gestión de riesgos en el sistema de gestión de activos debe estructurar un plan para identificar, analizar y evaluar el riesgo, en el cual se logre vincular las acciones que abordan los riesgos con el enfoque de la gestión de riesgos en la organización y la planificación de la continuidad del negocio.

**Figura 30. Método de evaluación de riesgos**



Fuente: autores en base a estándar ISO: 55002. Directrices para la aplicación de la ISO 55001

**Figura 31. Metodología para documentación de riesgos**



### 5.1.14 Recursos

**Requisito:** La determinación adecuada y pertinente de los recursos en la implementación del sistema de gestión de activos es una tarea indispensable para la financiación de la actividades de gestión de activos, en donde se priorizan la realización de actividades para su respectiva asignación de presupuesto en los momentos indicados y bajo las proporciones adecuadas.

El recurso humano resulta de gran interés en las organizaciones, ante todo en el modo de asegurar la alineación entre roles y niveles dentro de la organización, con tal de determinar las competencias necesarias para todos los roles y responsabilidades de la gestión de activos y la toma de conciencia, conocimiento, comprensión, habilidades y experiencia necesarias para cumplirlos.

Entre las competencias actuales y las requeridas para el sistema de gestión de activos existen una serie de diferencias que son pertinentes para un análisis de mejoras en competencias y el desarrollo de planes de formación. Dentro del análisis se comprenden los siguientes puntos de interés<sup>20</sup>:

- Evaluación de competencias para los roles, las responsabilidades y las obligaciones de rendición de cuentas que asumirán todas las partes interesadas.
- Alineación con los objetivos de la organización así como con su política de gestión de activos, objetivos de gestión de activos, PEGA y plan de gestión de activos.
- Creación de programas de desarrollo personal que identifiquen la formación, educación, desarrollo y otros apoyos necesarios para alcanzar la competencia requerida.

---

<sup>20</sup>INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION. Gestión de activos- Sistemas de Gestión- Directrices para la aplicación de la ISO 55001. BS ISO 55002:2014. 1 ed. Ginebra, Suiza. ISO, 2014

- Provisión de formación y mentoría, incluyendo la selección de métodos y materiales adecuados.
- Compartir conocimientos y trabajo; planes de sucesión y gestión del conocimiento; empleo o contrato de personas competentes.
- Formación de grupos específicos; documentación y el seguimiento de la formación recibida.
- Evaluación de la formación recibida comparada con las necesidades y requisitos de formación definidos.

Existen situaciones en que las organizaciones poseen gestores de activos competentes que están desconectados de su planificación de negocio y su función presupuestaria, lo que podría impedir su planificación a largo plazo y la toma de decisiones de inversiones, para lo cual se deberá<sup>21</sup>:

- Establecer procesos adecuados y eficaces para gestionar la competencia de las personas que ejecutan trabajos de gestión de activos que afecta el desempeño de sus activos y de la gestión de activos.
- vincular todos los procesos con su gestión de recursos humanos y sus procesos de mejora de la competencia existente.
- establecer procesos para revisar y actualizar periódicamente la mejora de la competencia de la gestión de activos y los planes de formación.

**Modelo:** Para la definición de los roles en el departamento de mantenimiento se establecerá la documentación de las diferentes funciones del personal asignado, con lo cual se evaluará las competencias pertinentes para la generación del organigrama del sistema de gestión activos.

---

<sup>21</sup> INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION. Gestión de activos- Sistemas de Gestión- Directrices para la aplicación de la ISO 55001. BS ISO 55002:2014. 1 ed. Ginebra, Suiza. ISO, 2014

**Tabla 11. Roles y responsabilidades en el sistema de gestión de activos**

Roles y responsabilidades en el sistema de gestión de activos						
N°	Detalles de la función	Responsable de la función	Sección de mantenimiento	Competencias requeridas	Producto entregado	Nivel superior
1						
2						
3						

Dentro del departamento de mantenimiento de equipo móvil hay una serie de grupo de trabajos para cada una de las secciones de mantenimientos, desde el área de reconstrucción de motores, sistemas de transmisiones, sistemas hidráulicos, etc., entre otros segmentos que componen el grupo funcional del departamento de mantenimiento.

#### **5.1.15 Toma de conciencia**

**Requisito:** Todas las personas en la empresa, contratistas, prestadores de servicios tanto internos como externos y proveedores deberían tomar conciencia de los sistemas, políticas y actividades de la gestión de activos.

**Modelo:** El departamento de mantenimiento con el fin de estimular la generación de conocimiento del proceso de gestión de activos a implementar, deberá generar actividades que conlleven a promover el vínculo informativo de los procesos de gestión de activos a través de secciones informativas en las cuales se tengan en cuenta las siguientes consideraciones.

**Figura 32. Toma de conciencia dentro del sistema de gestión de activos**



Fuente: autores con base en el estándar ISO: 55002. Directrices para la aplicación de la ISO 55001

En los casos en que la toma de conciencia no sean las esperadas se deben realizar medidas para mejorar el nivel de toma de conciencia.

- Consultas al personal acerca del establecimiento, la operación, la mejora y cambios en el sistema de gestión de activos.
- Programas orientativos de la gestión de activos en el portafolio de comunicaciones internas de la organización.
- Comunicados de las reuniones de equipo personal y la dirección
- Secciones informativas de la gestión de activos para la alta dirección, clientes y los distribuidores claves.

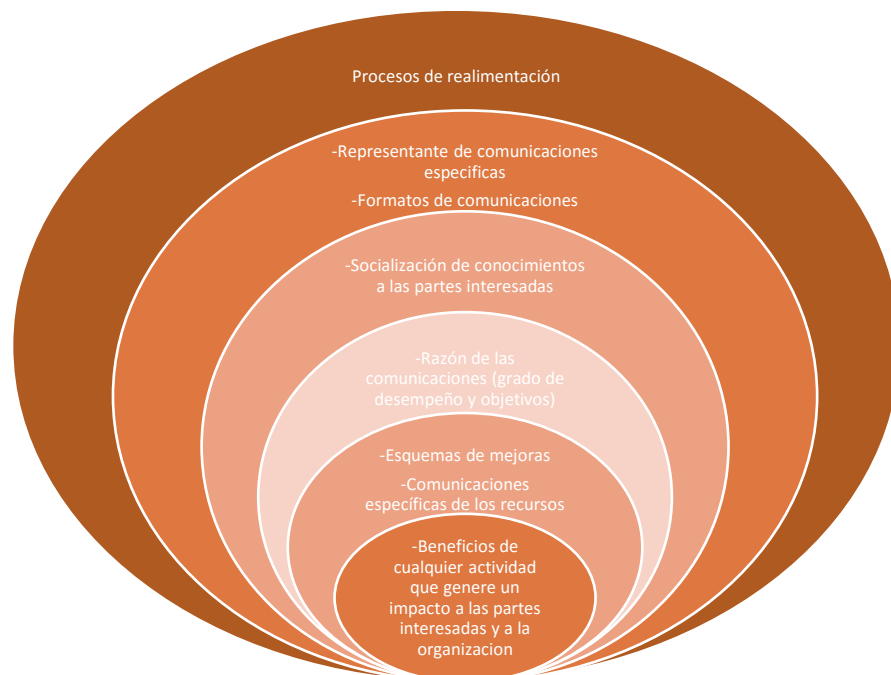
### 5.1.16 Comunicación

**Requisito:** La comunicación periódica de las actividades de gestión en la organización es un tema importante para las partes interesadas, y hacen parte integral del sistema de gestión de activos.

Un plan de comunicación debe dirigir sus intenciones a:

- Generar conciencia de los requisitos y las expectativas de la gestión de activos
- Desarrollar conocimiento sobre el modo en el que la implementación del sistema de gestión de activos.
- Promover el compromiso con las partes interesadas para adoptar transparencia y generar responsabilidad para el sistema de gestión de activos.
- Gestionar, informar e influenciar a las partes interesadas que puedan tener impacto directo en los planes de gestión de activos y en el logro de los objetivos de la gestión de activos.

**Figura 33. Contenido del plan de comunicaciones**



Fuente: autores con base en el estándar ISO: 55002. Directrices para la aplicación de la ISO 55001

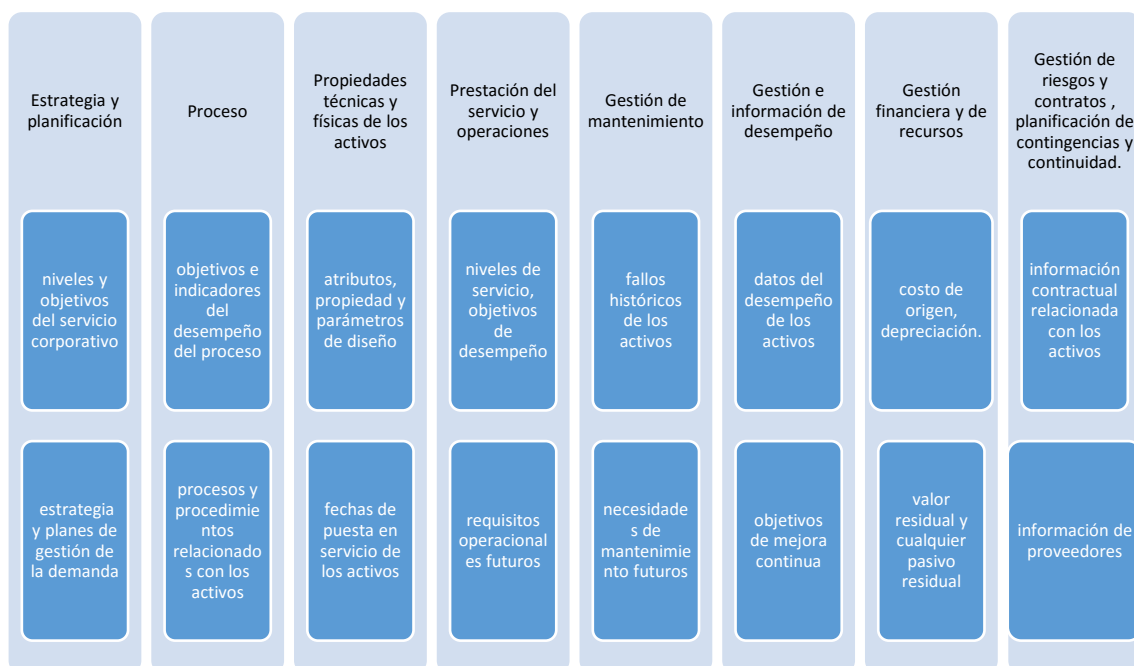
**Modelo:** Dentro del departamento de mantenimiento de Drummond Ltd. Las comunicaciones se realizan bajo parámetros informativos de la empresa, ya sean estos a través de revistas informativas, tableros de información o a través de medios digitales como correos. Independientemente de estos medios de comunicación, el departamento de mantenimiento de la empresa deberá generar la documentación y publicación del plan estratégico de la gestión de activos, el plan de la gestión de activos y los informes técnico financieros con sus respectivos responsables, con el fin de generar conocimiento y compromiso a personal interesado en los procesos de implementación del sistema de gestión de activos.

#### **5.1.17 Información documentada**

**Requisito:** En las organizaciones es pertinente establecer las necesidades de información de sus activos, su gestión de activos y del sistema de gestión de activos.

**Modelo:** Dentro del departamento de mantenimiento de equipo móvil se deberá considerar el establecimiento de la información pertinente a los activos en estudio, considerando de manera minuciosa la información del activo asociada a las diferentes áreas en la empresa.

**Figura 34. Requisitos de información de los activos en relación con las áreas**



Fuente: autores con base en el estándar ISO: 55002. Directrices para la aplicación de la ISO 55001

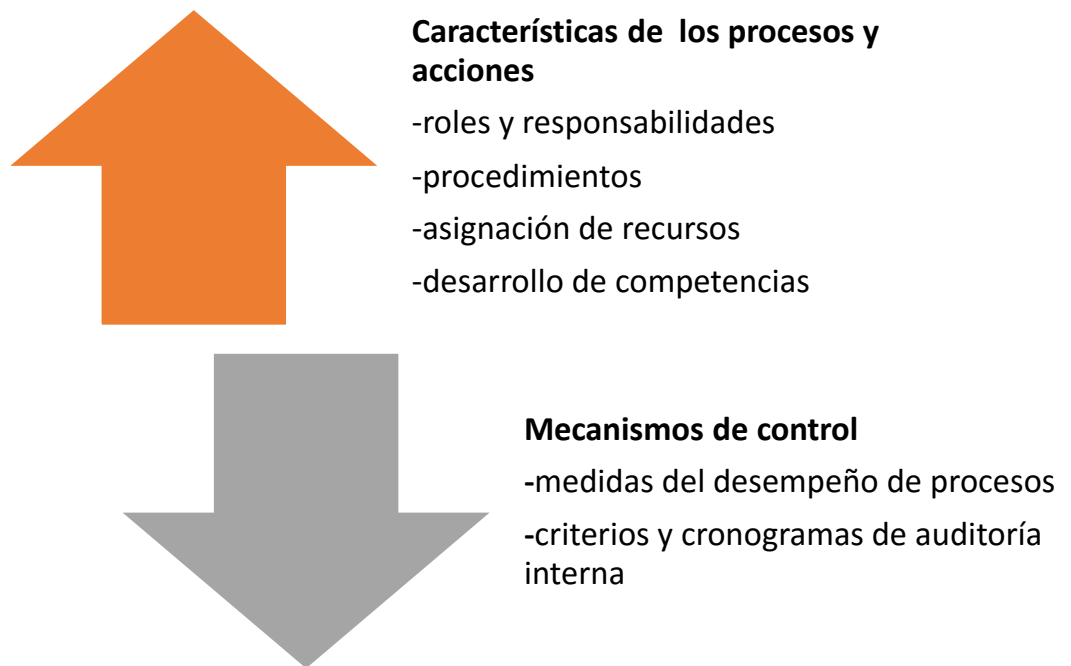
Una vez determinados los requisitos se deben tener en cuenta que la información documentada debe ser certera y en plena participación con las partes interesadas para así ejercer una mejor toma de decisiones frente a la gestión de los activos, garantizando el establecimiento de las competencias requeridas para interpretar y comunicar información desde la alta gerencia hasta las áreas operacionales. También se debe considerar la alineación en la terminología financiera de los activos con tal de optimizar el flujo de datos y la integración de fuentes de información para sistemas tecnológicos de planificación y operación acorde a las capacidades de la organización.

Dentro del periodo de documentación y actualización de la información la organización dispondrá de los controles adecuados para garantizar la certeza de la información de tal manera que esta pueda apoyar las actividades de gestión de activos con el uso de información precisa y actualizada.

### 5.1.18 Planificación y control operacional

**Requisito:** En las organizaciones es importante establecer procesos de planificación y control de operaciones con tal de apoyar las actividades del plan de gestión de activos, identificando los responsables de la planeación de cada uno de los procesos, y los medios de gestión y control de los riesgos durante la ejecución del plan.

**Figura 35. Consideraciones en la planificación y control**



Fuente: autores con base en el estándar ISO: 55002. Directrices para la aplicación de la ISO 55001

En el curso de la implementación se logra un proceso interactivo en el cual se equilibran los costos, riesgos y desempeño con tal gestionar las diferencias entre lo que se planifica y lo que se logra en la organización teniendo en cuenta cada una de sus limitaciones en los procesos.

**Modelo:** El departamento de mantenimiento deberá definir y establecer las acciones de mantenimiento a realizar, generando las directrices para la planeación y control de los programas generados a

través del establecimiento de los responsables de los procesos, la asignación de recursos y los medios de evaluación de desempeño de forma documentada.

#### **5.1.19 Gestión de cambio**

**Requisito:** Unos de los impactos prevalecientes en la gestión de activos va de la mano con los cambios internos o externos de la organización, que afectan el alcance de los objetivos de la gestión de activos, para lo cual las empresas deben evaluar dichos cambios, sus consecuencias y estudiar medios de mitigación a estos antes de la implementación del sistema de gestión.

**Modelo:** Dentro de los procesos productivos de minería a cielo es muy común afrontar cambio en la naturaleza del negocio, para lo cual el departamento de mantenimiento deberá prepararse y estudiar de manera planificada cada una de las situaciones presentes en la industria, identificando las nuevas estrategias de acción en mantenimiento que se basen en los pilares mostrados a continuación.

**Figura 36. Cambios considerados en las organizaciones**



Fuente: autores con base en el estándar ISO: 55002. Directrices para la aplicación de la ISO 55001

Una vez evaluados los cambios el departamento debe estar en la posibilidad de tomar decisiones basadas en evidencias de cambios propuestos y la aptitud del departamento para afrontar las situaciones indeseadas.

### **5.1.20 Contratación a terceros**

**Requisito:** Cierta número de actividades de gestión de activos son desarrolladas por parte de servicios internos o externos, las cuales son consideradas dentro de la contratación a terceros. Sus modelos de contratación deben estar documentados y formalizados dentro del sistema de gestión de activos siempre y cuando influyan en el logro de los objetivos de la gestión de activos.

La formalización de la contratación se debe realizar a través de un contrato, acuerdo de nivel de servicio u otros mecanismos en actividades como:

- La gobernanza de las actividades contratadas a terceros, incluyendo responsabilidades y autoridades dentro de la organización para gestionar los procesos y actividades tercerizadas de gestión de activos.
- Los procesos y actividades que están contratadas a terceros, con una descripción del alcance y los límites, sus interfaces con la organización y su control, calidad, cronogramas, requisitos de consulta, financiamiento, realimentación y oportunidades de mejora.
- Los procesos para el intercambio (bidireccional) de información, conocimiento, personas, procesos y tecnología en el comienzo del período acordado.
- Los procesos para el seguimiento de las actividades de los proveedores asignados para el servicio.
- Los procesos para compartir conocimiento, información y datos, entre la organización y sus proveedores de servicio.
- El proceso de devolución de la actividad de la gestión de activos por parte de los proveedores del servicio, incluyendo el estado requerido de los activos y la información relacionada<sup>22</sup>.

**Modelo:** Es indispensable que el departamento de mantenimiento de equipo móvil controle todos los procesos relacionados con contratación a terceros de tal manera que se evalúe el desempeño de los procesos contratados con respecto a las actividades planificadas dentro del sistema de gestión de activos y los análisis de la gestión de riesgos asociados a los activos.

---

<sup>22</sup> INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION. Gestión de activos- Sistemas de Gestión- Directrices para la aplicación de la ISO 55001. BS ISO 55002:2014. 1 ed. Ginebra, Suiza. ISO, 2014

### 5.1.21 Evaluación de desempeño

**Requisito:** Para las respectivas evaluaciones de las condiciones del sistema de gestión de activos en la empresa, se debe facilitar la medición, seguimiento, análisis y evaluación sistemática de los activos de la organización teniendo en cuenta:

- Seguimiento de metodologías de medidas de desempeño establecidas en la empresa y sus indicadores asociados
- Evaluación de base de datos de activos
- Revisión de información documentada para facilitar las acciones correctivas y toma de decisiones.

**Modelo:** El departamento de mantenimiento deberá realizar el seguimiento, análisis y evaluación de los activos a su cargo a través del análisis detallado del desempeño del activo en cada una de las etapas del ciclo de vida del mismo y los modos de operación de la empresa. Para tal análisis se considera guiarse del siguiente procedimiento de seguimiento de desempeño.

**Figura 37. Procesos para el seguimiento de desempeño**



Fuente: autores en base a estándar ISO: 55002. Directrices para la aplicación de la ISO 55001

Tras la realización del seguimiento de los indicadores específicos en el departamento, se posibilita la evaluación del cumplimiento de las políticas y objetivos de la organización con tal de identificar las acciones correctivas y los aspectos a mejorar.

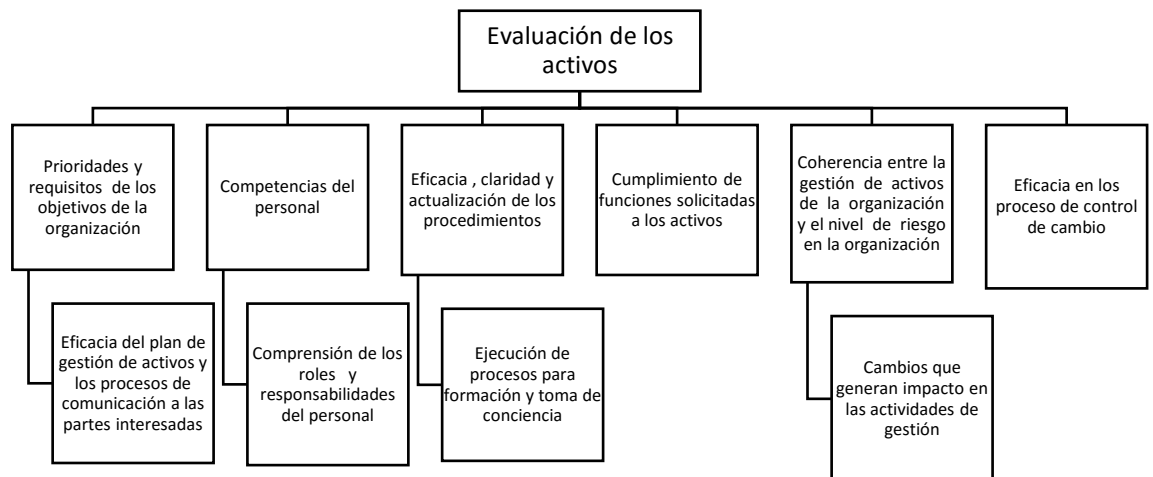
### **5.1.22 Evaluación del desempeño del portafolio de activos y de los procesos de gestión de activos**

**Requisito:** En la búsqueda de procesos eficaces en las organizaciones se realiza la evaluación continua de los activos y las actividades de gestión de activos que contemplen las necesidades de cambios frente a

valores como los objetivos, las políticas y estrategias del sistema de gestión de activos.

**Modelo:** Para estudiar el desempeño del portafolio de activos dentro del departamento de mantenimiento se realizara una serie de evaluaciones a través de entes internos o externos, que siguen las frecuencias o momentos estipulados por la organización o por leyes y regulaciones según las características de la organización.

**Figura 38. Verificaciones en la evaluación de los activos y actividades de gestión de activos**



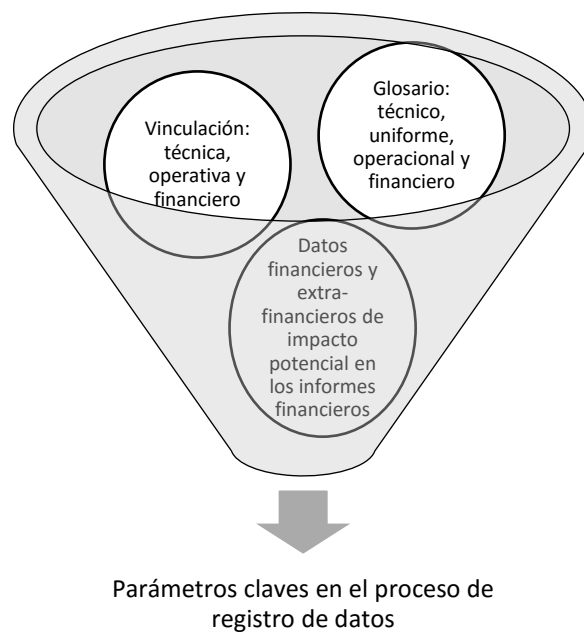
Fuente: autores en base a estándar ISO: 55002. Directrices para la aplicación de la ISO 55001

Dentro de los contextos evaluativos de los activos debe existir una coherencia en las terminologías financieras y extra-financieras de los informes, a causa de que los costos es una variable de gran importancia en la evaluación de desempeño del activo, para lo cual se debe

implementar sistemas de clasificación y estructuras jerárquicas de los activos, sistemas de activos y portafolios de activos en la organización con la intención de estructurar los procesos de gestión de ciclo de vida.

No obstante, en la evaluación de los activos en el futuro se contemplan los cambios y el perfil de riesgos en los contextos financieros y no financieros, incluyendo las áreas pertinentes de las partes interesadas, de esta manera se considera las importancias de los componentes en los activos y se determinan las diferencias entre la vida económica y técnica de los componentes.

**Figura 39. Parámetros claves en el proceso de registro de datos**



Fuente: autores en base a estándar ISO: 55002. Directrices para la aplicación de la ISO 55001

### 5.1.23 Auditoría interna

**Requisito:** En las organizaciones se deben realizar auditorías internas a intervalos planificados con la intención de ratificar el cumplimiento de los

objetivos y planes e identificando las oportunidades de mejora del sistema de gestión de activos en especial los activos críticos.

**Modelo:** Los procesos de auditoría internas se basaran en la evaluación pertinente de actividades concernientes al departamento de mantenimiento, evaluaciones de los riesgos, resultados de auditorías anteriores y entre otros factores, conservando características en los procesos tales como:

- Las auditorias pueden tener un alcancen competo del sistema de gestión de activos o dividirse en pequeños programas de auditorías que contemplen todas las unidades, funciones, actividades, alcances y elementos del sistema de gestión de activos en el departamento dentro de los periodos instituidos.
- Los resultados de las auditorias del sistema de gestión de activos son de gran uso para corregir o prevenir las no conformidades, como aporte a la mejora continua y como base de datos para la revisión de la gestión.
- La realización de las auditorias se realiza por parte de personal interno o externo que presente las competencias para la labor y se muestre de manera imparcial y objetiva ante la realización de la labor.
- Las auditorias deben focalizarse en el desempeño de los procesos del sistema de gestión de activos con tal de apoyar al aprendizaje y la mejora del sistema de gestión de activos.

Es importante promover en el departamento los procesos de autoevaluación para la identificación de oportunidades de mejora continua, ante todo cuando esta se realiza con la participación activa de los empleados de la organización en la evaluación de la viabilidad y pertinencias de la política, objetivos y planes de la gestión de activos.

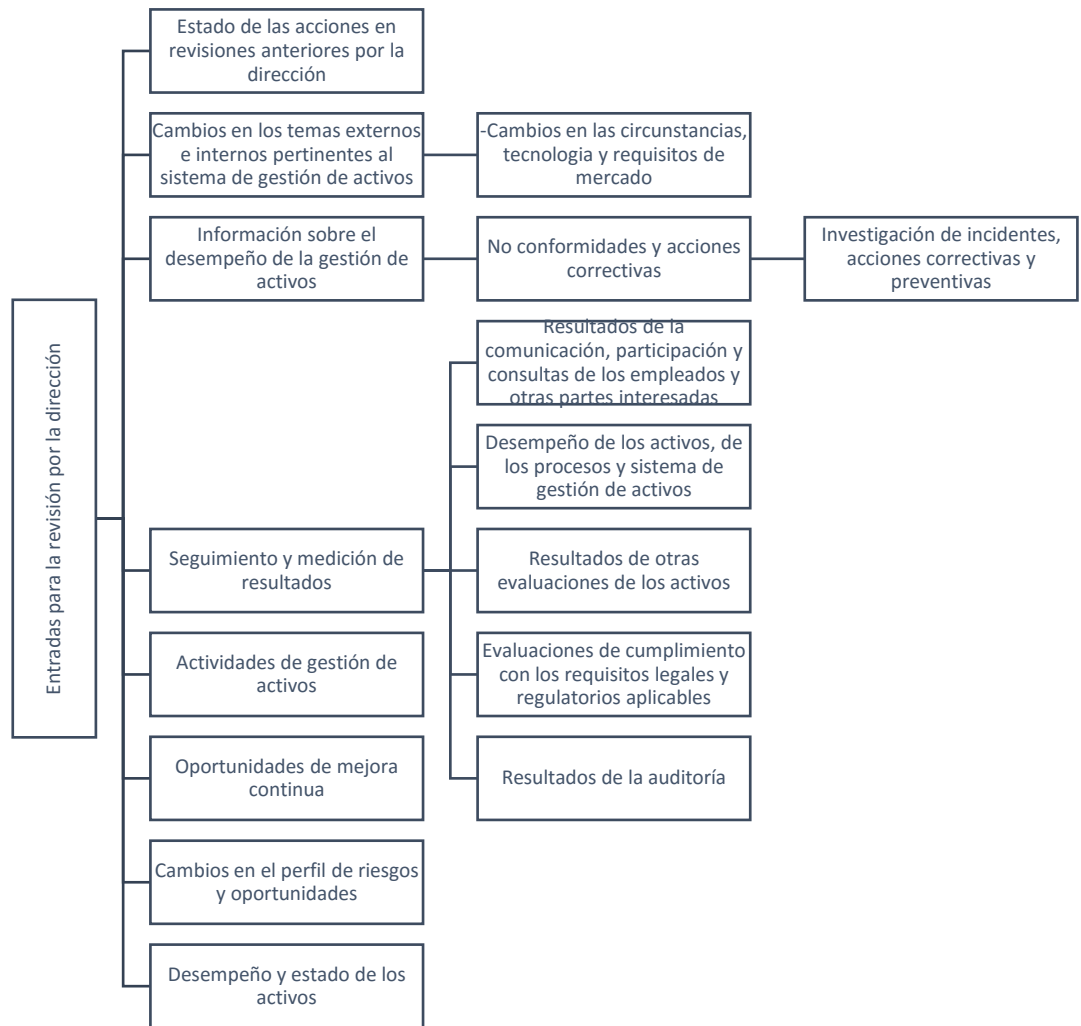
#### 5.1.24 Revisión por la dirección

**Requisito:** Es compromiso de la alta dirección examinar:

- Los activos
- Sistema de gestión de activos
- Actividades de gestión de activos
- Operatividad de la política, objetivos y planes a intervalos planificados
- Actualización de políticas y objetivos del sistema de gestión de activos para la mejora continua

**Modelo:** La alta dirección en el departamento de mantenimiento deberá asegurar su compromiso con los procesos del sistema de gestión de activos en los cuales está involucrado. Los resultados de informes del sistema de gestión de activos, los resultados de auditorías deben ser revisados minuciosamente por las altas directivas, entre estos y otros aspectos que se muestran a continuación deben ser revisados por las directivas del departamento.

**Figura 40. Entradas para la revisión por la dirección**



Fuente: autores en base a estándar ISO: 55002. Directrices para la aplicación de la ISO 55001

Una vez analizadas las entradas por la dirección, esta debe generar unos resultados que incluyan decisiones y acciones relacionadas con las mejoras en el sistema y actividades de la gestión de activos que contemplen variaciones del alcance, política y objetivos; juicios para toma de decisiones; renovación de requisitos de desempeño; apoyos financieros, humanos y físicos; modificaciones en los controles de medidas de eficacia.

En el caso de existir actividades tercerizadas estas deben ser contempladas dentro de las revisiones por la alta dirección, y el resultado del análisis debe comunicarse a empleados específicos, a los

proveedores de servicios externos o partes interesadas. Sin olvidar documentar la información pertinente a las revisiones y plena comunicación a las partes interesadas ya sean internas o externas.

#### **5.1.25 Mejora (No conformidades y acciones correctivas)**

**Requisito:** Es común encontrar en todas las organizaciones la posibilidad de la existencia de no conformidades en los activos, las actividades de la gestión de activos o el sistema de gestión de activos, para lo cual se implementan planes y procesos para controlar las no conformidades y las consecuencias de las mismas ante las expectativas de la organización.

**Modelo:** Para el departamento de mantenimiento se deberán contemplar las acciones correctivas como actividades que retoman la causa raíz de las no conformidades con tal de estudiar las consecuencias y prevenir las posibilidades de recurrencia.

Aspectos a considerar en el establecimiento de acciones correctivas

- Caracterización y ejecución de medicadas correctivas en el corto y largo plazo.
- Estimación de los impactos en la examinación de los riesgos y resultados de evaluaciones.
- Documentación de cambios requeridos en los procesos resultantes de acciones correctivas, o dentro del análisis de los riesgos y la ejecución de los cambios.

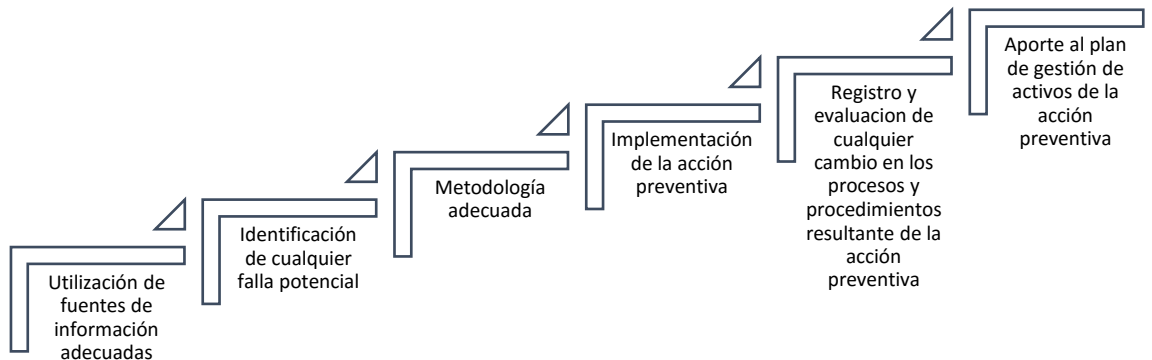
Todas las acciones correctivas deben estudiarse bajos los riesgos afrontados, realizando un respectivo control de las actividades del ciclo de vida de los activos y evaluando desde el punto de vista del riesgo antes de la implementación de algún cambio. Además el departamento deberá revisar el cierre y la eficacia de las acciones correctivas, documentando todas las acciones tomadas.

### 5.1.26 Acciones preventivas

**Requisito:** Todo aquel número de acciones que se realicen de una manera proactiva para afrontar las causas raíz de los fallos potenciales se denominan acciones preventivas.

**Modelo:** Dentro del departamento de mantenimiento se deberá contemplar el establecimiento e implementación de procesos para iniciar las acciones preventivas o predictivas. Para lo cual es pertinente considerar ciertos detalles que prevalecen a la efectividad de las acciones.

**Figura 41. Consideraciones en la implementación de acciones preventivas.**



Fuente: autores en base a estándar ISO: 55002. Directrices para la aplicación de la ISO 55001

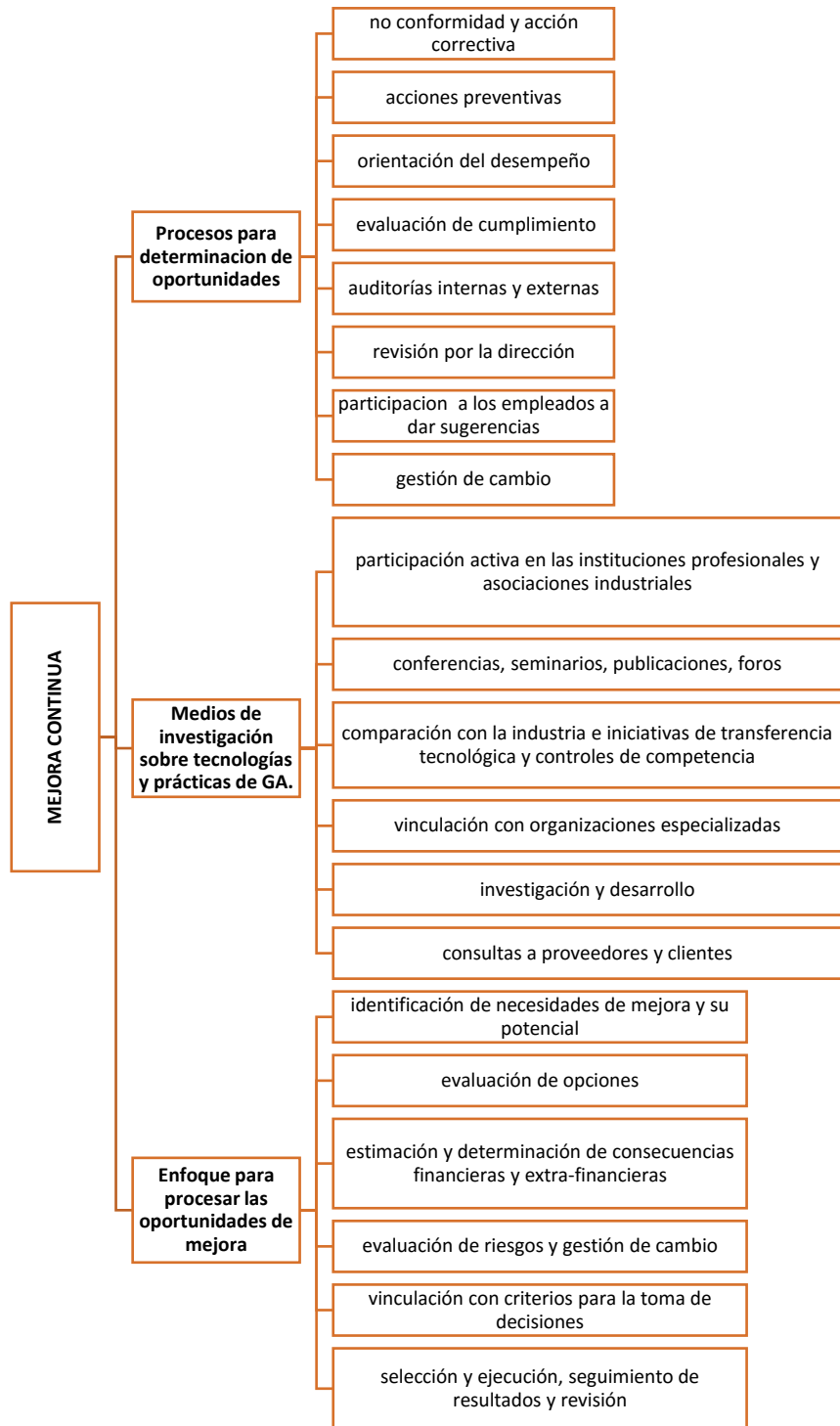
### 5.1.27 Mejora continua

**Requisito:** Cuando en las empresas se producen fallos, se deben considerar estos como oportunidades de mejora a los cuales se les debe realizar su respectiva identificación, evaluación e implementación. La mejora continua involucra el seguimiento y las acciones correctivas para los activos, la gestión de activos y el sistema de gestión de activos.

**Modelo:** El proceso de mejora continua para el departamento de mantenimiento equipo móvil dentro del sistema de gestión de activos deberá ser un aspecto clave en el éxito de la implementación de cada una de las directrices que regula la norma ISO 55000, los modelos de gestión que aplican y se controlan con el ciclo del planear, hacer, verificar y actuar (PHVA) están en proceso del mejoramiento continuo.

El departamento de mantenimiento deberá establecer, implementar y mantener procesos en la búsqueda de las oportunidades, evaluación e implementación de actividades de mejora continua, generar entrenamientos para promover el conocimiento en el personal administrativo y operativo relacionado con las áreas afines, mantenerse en constante actualización de ejecución de actividades de mantenimiento mundiales. Estableciendo programas de entrenamiento apoyados por la gerencia que acojan a todo el personal.

**Figura 42. Mejora continua**

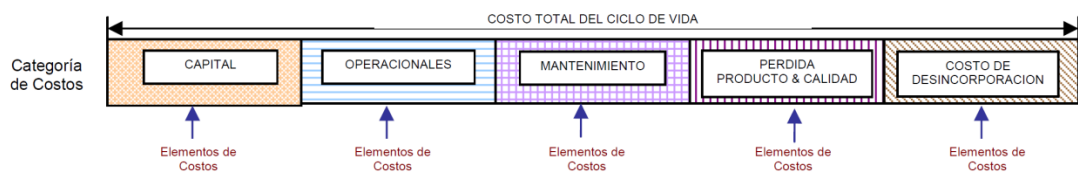


Fuente: autores en base a estándar ISO: 55002. Directrices para la aplicación de la ISO 55001

## 6. COSTO DE CICLO DE VIDA (CCV)

El objetivo principal de un análisis del Costo del Ciclo de Vida (CCV) de un activo es, cuantificar la totalidad de los gastos (directos o indirectos, fijos o variables) asociados a este a lo largo de su vida útil, incluyendo los costos generados en las diferentes etapas que conforman la vida del activo tales como: investigación y desarrollo, adquisición, construcción, operación, mantenimiento y desincorporación o disposición final. El manejo de esta información es de gran importancia para soportar técnicamente las decisiones (basado en un análisis económico) de compra de equipos, optimización y re-diseños, programación de mantenimientos y re-potenciación o sustitución de un activo.

**Figura 43. Costos del ciclo de vida por bloques**



Fuente: Tomada de *The Woodhouse Partnership Ltd*<sup>23</sup>

Cálculo del costo del ciclo de vida es una técnica valiosa que se utiliza para predecir y evaluar el desempeño de los costos de los bienes construidos en un periodo de tiempo. El cálculo del costo del ciclo de vida es una forma de análisis para determinar si un proyecto cumple con los requisitos de rendimiento del cliente.

La Norma BS ISO 15686-5 define que el costo de ciclo de vida es “El costo de una activo o parte de este a lo largo de su ciclo de vida, cumpliendo los requerimientos de diseño<sup>24</sup>”.

<sup>23</sup> Harry Riddell, y José Duran. Curso de Adiestramiento Costos de Ciclo de Vida. THE WOODHOUSE PARTNERSHIP LIMITED. 2008. www.twpl.com

<sup>24</sup> INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION. Buildings and constructed assets — Service-life planning. Life-cycle costing. Part 5. BS ISO 15686-5, 3.1.1.7, Ginebra, Suiza. ISO, 2008.

El CCV suele estar soportado por una serie de análisis complementarios como: Análisis de Confiabilidad-Disponibilidad-Mantenibilidad, análisis económicos y análisis de riesgos entre otros. El análisis de costo de ciclo de vida es normalmente aplicado para:

- Evaluación y comparación de diseños alternativos.
- Estudios de viabilidad económica.
- Proyectos de optimización de costos operacionales.
- Evaluación y comparación de estrategias de uso, operación y mantenimiento.
- Evaluación y comparación de reemplazos, rehabilitación o desincorporación de equipos.
- Optimización en la asignación de recursos para actividades de mejoras de equipos.
- Planificación financiera de largo plazo.

Es fácil entender que el total de los CCV de un activo no solo comprende los costos de adquisición sino también los costos de producción como: Costos de construcción, operaciones, mantenimiento, logística y otros, los cuales suelen ser más alto que los primeros. Típicamente los costos de producción están entre un 60% a 80% del costo total del ciclo de vida útil de un activo, es por eso la importancia y la necesidad de establecer estrategias para minimizar en lo posible estos costos en las etapas tempranas de la vida de los activos.

Para generar información acertada en el momento de cálculo del costo de ciclo de vida es necesario establecer y disponer con claridad un perfil de costo que incluya los siguientes pasos listados, y de esta forma evitar concluir con acciones erradas debido al cálculo de los datos.

- Identificar todas las actividades que a lo largo del ciclo de vida de un activo generen costos de un tipo u otro.

- Relacionar cada actividad realizada con una categoría específica en el ciclo de vida.
- Establecer para cada actividad los factores apropiados del costo a valor constante de la moneda.

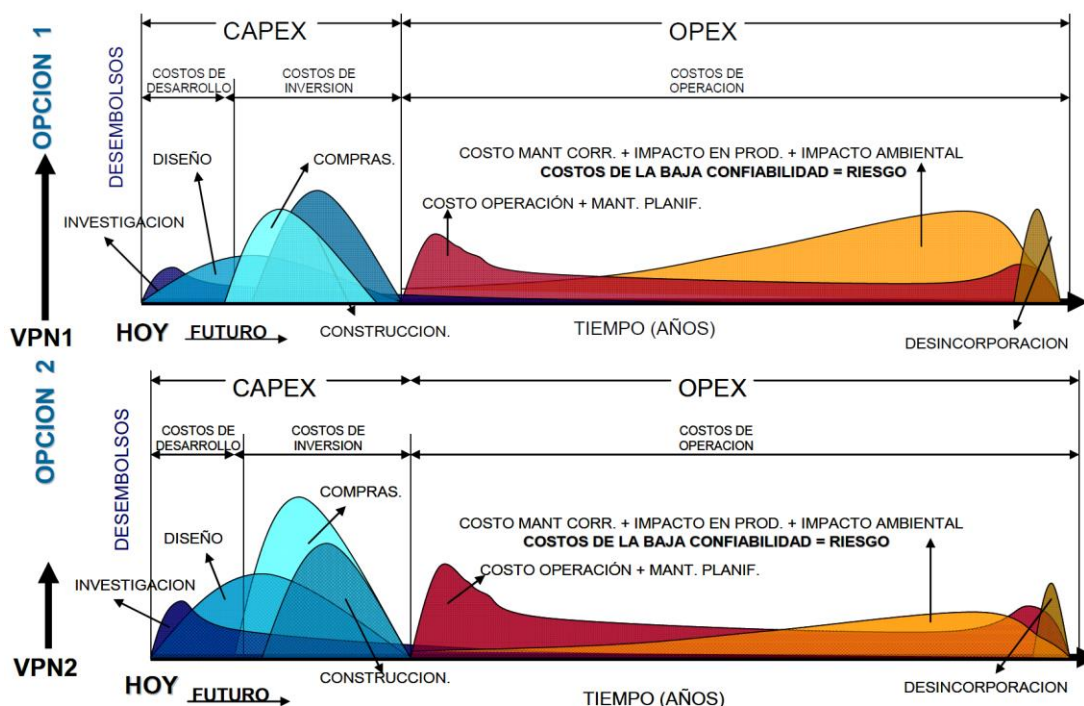
## **6.1 ANALISIS DE COSTO DE CICLO DE VIDA**

El Análisis de Costo de Ciclo de Vida, asegura la combinación óptima de los costos de capital, costos operativos, así como de los riesgos al establecer un sistema para identificar, evaluar, corregir y documentar, de las distintas alternativas en el tiempo esperado de vida.

Costos de Capital, (CAPEX se refiere a los costos de diseño, construcción e instalación) y Costos de Operación (OPEX se refiere a los costos incurridos para operar y comprende los costos de energía y mantenimiento del activo) y los costos asociados a paradas de planta asociados al equipo en cuestión.

Cuando hablamos de confiabilidad, disponibilidad o mantenibilidad, estamos hablando también del costo operacional (OPEX), la ingeniería de confiabilidad busca predecir y evitar las fallas, mientras que la ingeniería de mantenimiento busca restaurar las fallas, en el menor tiempo posible, con el menor impacto. No obstante, prevenir y reparar las fallas cuesta dinero, por lo que es el factor económico donde ambas actividades concurren. La calidad y frecuencia de las actividades de mantenimiento repercuten positiva o negativamente en el CCV total de un activo, es por eso que la gestión de mantenimiento implementada en el departamento de mantenimiento de la mina Drummond para la flota de camiones 793 existe varias estrategias de mantenimientos enfocadas a mejorar y optimizar estas actividades eliminando de las indisponibilidades provocadas por: fallas de equipos, actividades de mantenimiento y paradas no planeadas, con el objetivo primario de extender la vida útil de un activo a través de la optimización de su uso.

**Figura 44. Estudio de los CAPEX & OPEX dentro del ciclo de vida**



Fuente: Tomada de *The Woodhouse Partnership Ltd*

En la grafica anterior ejemplifica claramente dos modelos de gestión para la adquisición de un activo, en la opción 1, los desembolsos asociados a los CAPEX no son elevados, en las etapas como investigación, diseño, compras y construcción, el estudio de esta etapa Capex, se incluyo en una baja inversión inicial y aumento progresivo de los costos operacionales. La opción 2, ejemplifica una gestiona planificada de forma diferente, en la cual de se decidió invertir en los costos de investigación y diseño iniciales, generando bajos costos de operación debido al estudio planificado de la primera etapa del ciclo. En ambos casos, el estudio de costos de ciclo de vida permitirá tomar una decisión para la adquisición de un activo dependiendo de los objetivos buscados en el negocio.

El departamento de mantenimiento de la empresa Drummond Ltd. desarrollará el análisis de costos de ciclo de vida de sus activos teniendo en cuenta las siguientes etapas:


### 6.1.1 Conocimiento del Costo Capital.

El estudio o análisis de los costos capital estarán basados en los costos más influyentes ara este rubro tales como:

- Costo del Proyecto
- Costo de la Tecnología
- Costo del a Ingeniería
- Costo de Suministros
- Costo de Construcción
- Costo de Puesta en Marcha
- Costo de Entrenamiento
- Costo de Manuales de Mantenimiento y Operación
- Costo de Repuestos
- Costo de herramientas
- Coto de Servicios

Estos datos se relacionaran a través de una tabla, como la mostrar en la figura siguiente, para ver tabla completa remitirse al Anexo H.

**Tabla 12. Tabla de control de costos CAPEX**

 <b>DRUMMOND LTD.</b> COLOMBIA	MANTENIMIENTO EQUIPO MOVIL	Código: X-XX-00X	
	REGISTRO DE COSTOS CAPEX	Versión 01 Enero 2016 Página 1 de 1	
Mina Pribbenow: <input type="text"/>	Mina El Descanso: <input type="text"/>	FECHA GENERACION: <input type="text"/> MES <input type="text"/> DIA <input type="text"/> AÑO <input type="text"/>	
IDENTIFICACION DE LOS COSTOS CAPITALES			
NUM	COSTOS	DESCRIPCION	VALOT TOTAL (\$)
1	Costo del Proyecto		
2	Costo de la Tecnologia		
3	Costo del a Ingenieria		


### 6.1.2 Conocimiento de los costos operativos

El estudio o análisis de los costos capital estarán basados en los costos más influyentes ara este rubro tales como:

- Costo de Hora Hombre
- Costo de Energía
- Costo de Uso de Agua
- Costo de Mantenimiento
- Costo de Materiales
- Costo de Inventario
- Costo de Almacenamiento
- Costo de Talleres
- Costo de Contratistas.

Esta información será registrada en un formato como el siguiente; para ver el formato completo, remítase al Anexo I.

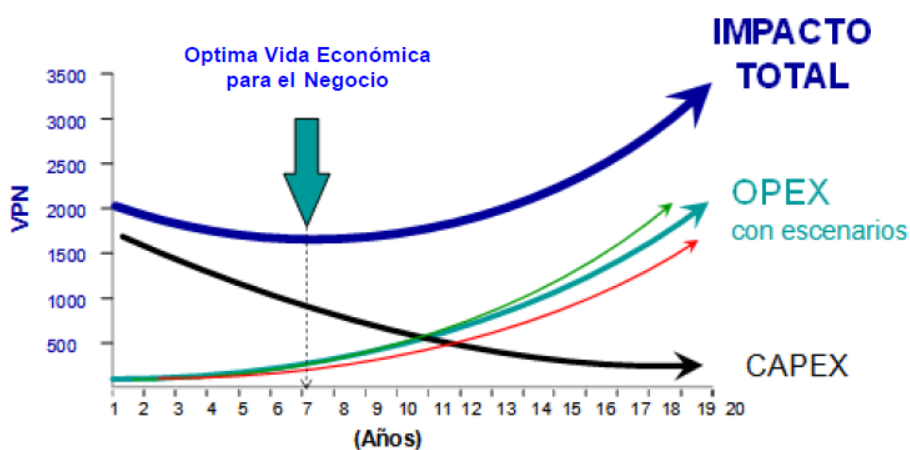
**Tabla 13. Tabla de control de costos OPEX**

 <b>DRUMMOND LTD.</b> COLOMBIA		MANTENIMIENTO EQUIPO MOVIL		Código: X-XX-00X			
		REGISTRO DE COSTOS OPEX		Versión 01			
				Enero 2016			
				Página 1 de 1			
Mina Pribbenow: <input type="text"/>		Mina El Descanso: <input type="text"/>		FECHA	MES	DIA	AÑO
				GENERACION			
IDENTIFICACION DE LOS COSTOS OPERACIONALES							
NUM	COSTOS	DESCRIPCION				VALOR TOTAL (\$)	
1	Costo de Hora Hombre						
2	Costo de Energia						
3	Costo de Uso de Agua						

### 6.1.3 Selección del Punto Óptimo de Reemplazo.

El punto óptimo de vida económica que deberá establecer el departamento de mantenimiento es aquel en el cual se obtenga el máximo beneficio para el negocio, la relación existente entre los Capex y los Opex permitirá establecer este punto a través de una curva de vida económica como la mostrada en la figura 47.

Figura 45. Curva de vida económica



Fuente: Fuente: Tomada de *The Woodhouse Partnership Ltd*

En la medida que se incrementa el tiempo de operación, se incrementa los costos operativos incrementándose también el riesgo, disminuir en el tiempo de operación genera pérdidas para el negocio, no aprovechando totalmente la vida de los equipos, es por eso que es necesario identificar de forma efectiva el punto óptimo para ejecutar acciones como el cambio de un activo.

## **7. BENEFICIOS DE LA APLICACIÓN DE DIRECTRICES**

Con la aplicación de la guía para la gestión de activos en el departamento de mantenimiento de equipo móvil se logrará la toma de iniciativa en el proceso de generar el valor de los activos dentro de la realización de los objetivos de la organización, con tal de brindar la satisfacción de las metas empresariales y de las partes interesadas.

Dentro de los beneficios que se podrán obtener a partir de la aplicación de la guía para la gestión de activos en la empresa se encuentran:

### **- Rentabilidad de los activos**

A través de la guía se considera organizar los activos de una manera rentable, moderando los procesos de inversión y reducción de costos sin influir en los objetivos organizacionales. Considerando la documentación de la información pertinente de los activos para la toma de decisiones eficaces ante los temas de relevancia como costos, riesgos, oportunidades y rendimiento.

### **- Mejor respuesta ante el riesgo**

La preparación de las empresas ante los riesgos es una de las cualidades principales en la gestión de activos; provocando de esta manera la mejora de la salud y seguridad, la minimización de los impactos ambientales y sociales y la reducción de pérdidas financieras. Apoyando todos aquellos proyectos empresariales que contemplan la responsabilidad empresarial en los procesos productivos.

### **- Calidad en la prestación de los servicios**

Logrando altos rendimientos en los activos, se asegura la mejor prestación del servicio y se cumple con los objetivos y expectativas de clientes y partes interesadas. Garantizando la sostenibilidad del proceso productivo, y brindando un apoyo en la reputación empresarial y transparencias dentro de los requisitos legales vigentes que rigen el proceso productivo.

- **Mejora continua**

El fundamento de la gestión de activos involucra el fortalecimiento creciente en los procesos, conservando parámetros de eficiencias y eficacias en los procesos de tal manera que para labores de mantenimiento garanticemos a corto y largo plazo un constante crecimiento en indicadores de confiabilidad y disponibilidad de los activos en el departamento de mantenimiento de equipo móvil.

- **Fortalecimiento de la comunicación**

El fortalecimiento de enlaces comunicativos internos y externos, incentivan la generación de procedimientos acertados a la gestión de activos, aplicando metodologías de maneras oportunas y veraces al intercambio de información ante las partes de interés y las personas competentes en la ejecución del plan de gestión, manteniendo un amplio intercambio de información entre los objetivos de la organización y las expectativas de los clientes.

- **Estabilidad de la organización**

La implementación de la gestión de activos a través de una gestión adecuada de los gastos y rendimiento a corto y largo plazo mejoran la estabilidad de las operaciones y de la organización, contribuyendo de manera eficaz a la revisión y prosperidad de los procesos, procedimientos y rendimiento de los activos.

Estos y entre otro grupo de beneficios incluye la implementación de un sistema de activos que parten del nivel de implementación de gestión de activos que abarquen la organización y las características específicas de cada una. No dejando atrás el arduo compromiso de gestión de cambio al que debe comprometerse el personal responsable de los procedimientos del proceso de gestión de activos y los roles de la alta directiva para el cumplimiento de los objetivos de la organización.

## **8. CONCLUSIONES**

La aplicación de la guía modelo en base al estándar ISO 55000, para el departamento de mantenimientos para equipo móvil involucra una serie de procesos específicos que requieren de la integración adecuada de las directrices aquí plasmada y las singularidades de los momentos específicos por los cuales está pasando la organización. Lo cual requiere una evaluación profunda de los objetivos de la organización y los alcances de los activos con los cuales la misma pretende dar respuestas a esos logros.

La efectividad de la guía de implementación parte de las competencias del personal responsable de la implementación del sistema de gestión de activos en la organización, y el compromiso desde las altas directivas hasta todo el personal de proceso, con la ardua labor de cambio que involucra la gestión de activos a nivel empresarial.

Una de las tareas importante en la implementación de un sistema de gestión dentro de este segmentos en las organizaciones minera parte de examinar el valor empresarial de los activos y su priorización en los procesos productivos para la empresa, para lo cual es pertinente realizar los estudios de ciclo de vida con los cuales se muestra el estado actual del activo y su influencia dentro del plan estratégico empresarial.

El modelo de gestión de activo considera la manera en que los eventos de riesgos o fallos, no solo son percances de un proceso por lamentar, sino que se denominan oportunidades de mejora que alimenta el plan de mejora continua de las empresa, para lo cual se debe efectuar la concerniente documentación y plan de solución para mitigar o prevenir los próximos eventos no deseados con el fin de conseguir los estados exitosos en la obtención de las metas empresariales.

Definir un estudio de CCV para la industria de la minería fue un parámetro de gran importancia debido a los altos costos de los activos que puede abarcar el sistema de gestión, generando grandes oportunidades para el estudio e implementación de un análisis como el costo del ciclo de vida, donde es posible determinar el punto óptimo económico para la toma de decisiones sobre un activo, apoyándose en parámetro como los costos Capex y Opex se logra aprovechar al máximo la vida útil del activo obteniendo la máxima tasa de retorno económico posible para este.

## BIBLIOGRAFIA

AMAYA QUITIÁN, María. Elaboración de una ruta para la implementación de la norma ISO 55000 de gestión de activos, en el sector de hidrocarburos de Colombia, UIS, Trabajo de grado, 2014.

ESPECIFICACIONES DISPONIBLES AL PÚBLICO. Gestión de Activos: Especificaciones para la gestión óptima de activos. PAS 55. Londres, Reino Unido, 2008.

DURAN, José y RIDDELL, Harry. Curso de Adiestramiento Costos de Ciclo de Vida. THE WOODHOUSE PARTNERSHIP LIMITED. 2008. [www.twpl.com](http://www.twpl.com)

HOLGUIN DUARTE, Juan. AMS Gestión de Activos como estrategia para asegurar la continuidad en la prestación del servicio. Consultada 18 de diciembre del 2015. Disponible en: <http://www.intercolombia.com/Negocio/Documents/PresentaciGestionActivos2013.pdf>

INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION. Buildings and constructed assets — Service-life planning. Life-cycle costing. Part 5. BS ISO 15686-5, 3.1.1.7, Ginebra, Suiza. ISO, 2008.

INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION. Gestión de activos- Sistemas de Gestión- Directrices para la aplicación de la ISO 55001. BS ISO 55002:2014. 1 ed. Ginebra, Suiza. ISO, 2014.

INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION. Asset management — Overview, principles and terminology. BS ISO 55000:2014. 1 ed. Ginebra, Suiza. ISO, 2014.

INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION. Asset management — Management systems — Requirements. BS ISO 55001:2014. 1 ed. Ginebra, Suiza. ISO, 2014.

MARTINEZ, José. Diseño de estrategias de mantenimiento para la gestión de negocios de activos físicos en empresas distribuidoras de energía

eléctrica en Argentina. Universidad Tecnológica nacional, trabajo de grado, 2006.

QUINTERO BUENO, Alfonso. Modelo para implementar y auditar un sistema de gestión de activos. UIS, trabajo de grado, 2011.

RONDON, Daniel y RUEDA, Carlos. Gestión de activos centrada en confiabilidad, estudio de caso SIEMEMS SA. Revista CIER N°57, 2010.


TAVARES, Lourival, Mantenimiento mundial. Gestión de activos para el mantenimiento. Consultada Agosto 11 del 2015. Disponible en: [www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/.../gestionactivos](http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/.../gestionactivos.pdf). pdf

THE INSTITUTE OF ASSET MANAGEMENT. [En línea][Citado el:14 de enero del 2015]. <https://www.theiam.org>

TRUJILLO, Gerardo. Asociación Mexicana de Gestión de Activos, Aplicación de la norma ISO 5500X para la Gestión de Activos Físicos. Consultada 01 de diciembre del 2015. Disponible en: <http://www.amga.org.mx/descargas/Conferencia-Asociacion-Mexicana-de-Profesionales-en-Gestion-de-Activos.pdf>.

## **ANEXOS**

## ANEXO A. Registro del Contexto Externo

 <b>DRUMMOND LTD.</b> COLUMBIA	MANTENIMIENTO EQUIPO MOVIL	Código: X-XX-00X
	REGISTRO DEL CONTEXTO EXTERNO	Versión 01 Enero 2016 Página 1 de 1

Mina Pribbenow: <input style="width: 40px;" type="text"/>	Mina El Descanso: <input style="width: 40px;" type="text"/>	FECHA GENERACION: <input style="width: 20px;" type="text"/> MES: <input style="width: 20px;" type="text"/> DIA: <input style="width: 20px;" type="text"/> AÑO: <input style="width: 20px;" type="text"/>
---	---	--

ANALISIS DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONTEXTO					
NUM	ASPECTOS RELACIONADOS	CARACTERISTICAS	MEDIDAS DE INFORMACION	CRITICIDAD	ESTABILIDAD
1	Sociales y Culturales				
2	Políticos				
3	Legales				
4	Regulatorios				
5	Financieros				
6	Tecnológicos				
7	Económicos				
8	Ambiente competitivo y natural				
9	Ámbito internacional, nacional, regional o local				
10	Factores clave y tendencias que tengan impacto en los objetivos de la organización				
11	Relaciones con las partes interesadas externas y percepciones y valores de las mismas				

ELABORADO POR: <input style="width: 100%;" type="text"/>	REVISADO POR: <input style="width: 100%;" type="text"/>	APROBADO POR: <input style="width: 100%;" type="text"/>
--	---	---

OBSERVACIONES ADICIONALES

## ANEXO B. Registro del Contexto Interno

 <b>DRUMMOND LTD.</b> COLOMBIA	MANTENIMIENTO EQUIPO MOVIL	Codigo: X-XX-00X
	REGISTRO DEL CONTEXTO INTERNO	Versión 01
		Enero 2016
		Página 1 de 1


Mina Pribbenow: <input style="width: 50px;" type="text"/>	Mina El Descanso: <input style="width: 50px;" type="text"/>	FECHA GENERACION: <input style="width: 20px;" type="text"/> MES: <input style="width: 20px;" type="text"/> DIA: <input style="width: 20px;" type="text"/> AÑO: <input style="width: 20px;" type="text"/>
---	---	--

ANALISIS DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONTEXTO					
NUM	ASPECTOS RELACIONADOS	CARACTERISTICAS	MEDIDAS DE INFORMACION	CRITICIDAD	ESTABILIDAD
1	Requisitos de Gobernanza				
2	Estructura, roles, responsabilidades y autoridades de la organización				
3	Estructura, roles, responsabilidades y autoridades de la organización				
4	Capacidades, entendidas en términos de recursos y conocimiento				
5	Sistemas de información, flujos de información y procesos de toma de decisiones				
6	Relaciones con las partes interesadas internas y percepciones y valores de las mismas				
7	La cultura de la organización				
8	Normas, lineamientos y modelos adoptados por la organización				
9	La forma y la extensión de las relaciones contractuales				
10	El plan de gestión de riesgos				
11	Las prácticas de la gestión de activos y otros sistemas de gestión, planes, procesos y procedimientos				
12	Integridad y desempeño de los activos y sistemas de activos				
13	Retroalimentación de la investigación de anteriores fallos, incidentes, accidentes y emergencias previas concernientes a los activos y sistemas de activos				
15	Valorar la capacidad del sistema de gestión de activos para lograr los resultados previstos de los objetivos de la organización				
15	Retroalimentación de autoevaluaciones, auditorías internas, revisiones de tercera parte y revisiones de certificación previas				

ELABORADO POR: <input style="width: 80%;" type="text"/>	REVISADO POR: <input style="width: 80%;" type="text"/>	APROBADO POR: <input style="width: 80%;" type="text"/>
---	--	--

OBSERVACIONES ADICIONALES:

## ANEXO C. Registro de las Partes Internas Interesadas

 <b>DRUMMOND LTD.</b> COLOMBIA	MANTENIMIENTO EQUIPO MOVIL	Código: X-XX-00X
	REGISTRO DE LAS PARTES INTERNAS INTERESADAS	Versión 01
		Enero 2016
		Página 1 de 1


Mina Pribbenow: <input style="width: 80%;" type="text"/>	Mina El Descanso: <input style="width: 80%;" type="text"/>	<table border="1" style="font-size: 8px;"> <tr> <td style="text-align: center;">FECHA GENERACION</td> <td style="text-align: center;">MES</td> <td style="text-align: center;">DIA</td> <td style="text-align: center;">AÑO</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	FECHA GENERACION	MES	DIA	AÑO				
FECHA GENERACION	MES	DIA	AÑO							

ANALISIS, DEFINICION Y ESPECTATIVAS DE LAS PARTES INTERNAS INTERESADAS								
NUM	PARTES INTERESADAS	DEFINICION	CONCEPCION DE LA EMPRESA	NECESIDADES	EXPECTATIVAS	COMPLEJIDAD DE LA DECISION	CARACTERISTICAS DE INTEGRACION	PRIORIZACION
1	Propietario							
2	Empleados de la organización							
3	Dpto. Mantenimiento							
4	Dpto. producción							
5	Dpto. ingeniería							
6	Dpto. contaduría							
7	Dpto. compras							
8	Dpto. logística							
9	Dpto. recursos humanos							
9	Otros							

ELABORADO POR: <input style="width: 90%;" type="text"/>	REVISADO POR: <input style="width: 90%;" type="text"/>	APROBADO POR: <input style="width: 90%;" type="text"/>
--	---	---

OBSERVACIONES ADICIONALES:


## ANEXO D. Registro de las Partes Externas Interesadas

 <b>DRUMMOND LTD.</b> COLOMBIA	MANTENIMIENTO EQUIPO MOVIL	Código: X-XX-00X	
	REGISTRO DE LAS PARTES EXTERNAS INTERESADAS		Versión 01
			Enero 2016
		Página 1 de 1	

Mina Pribbenow: <input style="width: 80%;" type="text"/>	Mina El Descanso: <input style="width: 80%;" type="text"/>	FECHA GENERACION: <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">MES</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">DIA</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">AÑO</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	MES	DIA	AÑO			
MES	DIA	AÑO						

ANALISIS, DEFINICION Y ESPECTATIVAS DE LAS PARTES EXTERNAS INTERESADAS								
NUM	PARTES INTERESADAS	DEFINICION	CONCEPCION DE LA EMPRESA	NECESIDADES	EXPECTATIVAS	COMPLEJIDAD DE LA DECISION	CARACTERISTICAS DE INTEGRACION	PRIORIZACION
1	Proveedores							
2	Prestadores de servicio							
3	Organizaciones no gubernamentales							
4	Organizaciones gubernamentales							
5	Inversores o contribuyentes impositivos							
6	Comunidades locales							
7	Sociedades interesadas en formas de sostenibilidad							
8	Instituciones financieras							
9	Agencias evaluadoras de riesgo y aseguradoras							
10	Representantes de empleados							
11	Otros							

ELABORADO POR: <input style="width: 90%;" type="text"/>	REVISADO POR: <input style="width: 90%;" type="text"/>	APROBADO POR: <input style="width: 90%;" type="text"/>
---	--	--

OBSERVACIONES ADICIONALES:


## ANEXO E. Registro de Activos

 <b>DRUMMOND LTD.</b> COLOMBIA	MANTENIMIENTO EQUIPO MOVIL	Código: X-XX-00X
	REGISTRO DE ACTIVOS	Versión 01
		Enero 2016
		Página 1 de 1

Mina Pribbenow: <input style="width: 80px;" type="text"/>	Mina El Descanso: <input style="width: 80px;" type="text"/>	FECHA GENERACION
		MES DIA AÑO

IDENTIFICACION DE LOS ACTIVOS								
NUM	UBICACIÓN / DEPARTAMENTO	CODIGO	NOMBRE	DETALLES	CATEGORIA	REPOSABLES	TIPO DE ACTIVOS	VALOR EMPRESARIAL
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								

ELABORADO POR: <input style="width: 150px;" type="text"/>	REVISADO POR: <input style="width: 150px;" type="text"/>	APROBADO POR: <input style="width: 100px;" type="text"/>
---	--	--

OBSERVACIONES ADICIONALES:


## ANEXO F. Registro de Roles

 <b>DRUMMOND LTD.</b> COLOMBIA	MANTENIMIENTO EQUIPO MOVIL	Código: X-XX-00X
	REGISTRO DE ROLES	Versión 01
		Enero 2016
		Página 1 de 1


Mina Pribbenow: <input style="width: 80%;" type="text"/>	Mina El Descanso: <input style="width: 80%;" type="text"/>	FECHA GENERACION: <input style="width: 15%;" type="text"/> MES: <input style="width: 15%;" type="text"/> DIA: <input style="width: 15%;" type="text"/> AÑO: <input style="width: 15%;" type="text"/>
--	--	--

CRITERIOS EN LA ASIGNACION DE ROLES INTERNOS							
NUM	DESCRIPCION DEL ROL	RESPONSABLE	DEPARTAMENTO	EXPERIENCIA Y COMPETENCIA	APOYO AL ROL (Informacion y Mentoría)	CARGA DE TRABAJO Y VARIABILIDAD	APTITUD DE LA PERSONA ANTE EL ROL
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

ELABORADO POR: <input style="width: 90%;" type="text"/>	REVISADO POR: <input style="width: 90%;" type="text"/>	APROBADO POR: <input style="width: 90%;" type="text"/>
---	--	--

OBSERVACIONES ADICIONALES:


# ANEXO G. Matriz de Riesgo

 <b>DRUMMOND LTD.</b> COLUMBIA	MANTENIMIENTO EQUIPO MOVIL						Código: X-XX-00X		
	MATRIZ DE RIESGO						Version 01		
							Enero 2016		
						Página 1 de 1			

Mina Pribbenow:		Mina El Descanso:		FECHA GENERACION	MES	DIA	AÑO
-----------------	--	-------------------	--	------------------	-----	-----	-----

MATRIZ DE EVALUACION DE RIESGOS										
NUM	RIESGO	UBICACION	POSIBILIDAD	CONSECUENCIA	ACTITUD FRENTE AL RIESGO	ACCIONES PLANIFICADAS ANTE EL RIESGO	RECURSOS ADECUADOS PARA AFONTAL EL RIESGO	CRITICIDAD	EVALUACION DE LA EFICACIA EN LA GESTION DEL RIESGO	RIESGO REMANENTE ESPERADO
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:

OBSERVACIONES ADICIONALES:

## ANEXO H. Registro de costos Capex

 <b>DRUMMOND LTD.</b> COLOMBIA	MANTENIMIENTO EQUIPO MOVIL	Código: X-XX-00X
	REGISTRO DE COSTOS CAPEX	Versión 01 Enero 2016 Página 1 de 1


Mina Pribbenow: <input style="width: 40px;" type="text"/>	Mina El Descanso: <input style="width: 40px;" type="text"/>	FECHA GENERACIO	MES	DIA	AÑO
---	---	-----------------	-----	-----	-----

IDENTIFICACION DE LOS COSTOS CAPITALES			
NUM	COSTOS	DESCRIPCION	VALOT TOTAL (\$)
1	Costo del Proyecto		
2	Costo de la Tecnologia		
3	Costo del a Ingenieria		
4	Costo de Suminsitros		
5	Costo de Montruccion		
6	Costo de Puesta en Marcha		
7	Costo de Entrenamiento		
8	Costo de Manuales de Mantenimietno y Operación		
9	Costo de Repuestos		
10	Costo de erramientas		
11	Coto de Servicios		
<b>TOTAL (\$)</b>			

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>

OBSERVACIONES ADICIONALES:


## ANEXO I. Registro de costos Opex

 <b>DRUMMOND LTD. COLOMBIA</b>	<b>MANTENIMIENTO EQUIPO MOVIL</b>	Código: X-XX-00X
	<b>REGISTRO DE COSTOS OPEX</b>	Versión 01 Enero 2016 Página 1 de 1

Mina Pribbenow: <input style="width: 30px;" type="text"/>	Mina El Descanso: <input style="width: 30px;" type="text"/>	FECHA GENERACION	MES	DIA	AÑO
---	---	------------------	-----	-----	-----

IDENTIFICACION DE LOS COSTOS OPERACIONALES			
NUM	COSTOS	DESCRIPCION	VALOR TOTAL (\$)
1	Costo de Hora Hombre		
2	Costo de Energia		
3	Costo de Uso de Agua		
4	Costo de Mantenimiento		
5	Costo de Materiales		
6	Costo de Inventario		
7	Costo de Almacenamiento		
8	Costo de Talleres		
9	Costo de Contratistas.		
<b>TOTAL (\$)</b>			

ELABORADO POR: <input style="width: 100%;" type="text"/>	REVISADO POR: <input style="width: 100%;" type="text"/>	APROBADO POR: <input style="width: 100%;" type="text"/>
---	--	--

OBSERVACIONES ADICIONALES: