



**PROPUESTA METODOLÓGICA  
PARA LA ELABORACIÓN DE UN  
PLAN ESTRATÉGICO DE GESTIÓN  
DE ACTIVOS SECTOR ELÉCTRICO**

**METHODOLOGICAL PROPOSAL  
FOR THE ELABORATION  
OF A STRATEGIC PLAN  
FOR ASSET MANAGEMENT IN  
THE ELECTRICITY SECTOR**

**PROPOSTA METODOLÓGICA  
PARA A ELABORAÇÃO DE  
UM PLANO ESTRATÉGICO  
DE GESTÃO DE ATIVOS  
NO SETOR ELÉTRICO**

**Angela Milena Bastidas Devia**

Universidad Distrital Francisco José de Caldas,  
Facultad de Ingeniería, Ingeniería Eléctrica  
[ambastidasd@correo.udistrital.edu.co](mailto:ambastidasd@correo.udistrital.edu.co)

**Jhoan Sebastian Suarez Santana**

Universidad Distrital Francisco José de Caldas,  
Facultad de Ingeniería, Ingeniería Eléctrica  
[jssuarezs@correo.udistrital.edu.co](mailto:jssuarezs@correo.udistrital.edu.co)

**Johann Alexander Hernandez Mora**

Universidad Distrital Francisco José de Caldas,  
Facultad de Ingeniería, Ingeniería Eléctrica  
[jahernandezm@udistrital.edu.co](mailto:jahernandezm@udistrital.edu.co)

*Fechas de recepción:* 21 de julio 2017

*Fecha aprobación:* 08 de septiembre 2017

## Resumen

Una adecuada y correcta revisión de la literatura sobre la gestión de activos en el sector eléctrico sirve como punto de referencia para el desarrollo de herramientas que a futuro fortalezcan la implementación de sistemas de gestión de activos en el sector, y además, permite presentar las diferentes metodologías empleadas en empresas con experiencias satisfactorias y documentadas.

Con el fin de verificar el estado actual de la gestión de activos en el sector eléctrico y detectar las mejores prácticas adoptadas por las empresas en la construcción del Plan Estratégico de Gestión de Activos, se elaboró el presente documento que tiene como fin dar lineamientos a aquellas compañías del sector, que están interesadas en crear su propio sistema de gestión de activos.

El trabajo empieza con la presentación de un marco de referencia histórico del Sistema de Gestión de Activos, posteriormente, se presentan una serie de empresas que ya cuentan con un sistema de gestión de activos implementado y, en algunos casos certificados, las cuales ya pasaron por la etapa inicial de la implementación del Sistema de Gestión de Activos y tienen en sus páginas web documentado todo este proceso, lo cual nos permitió extraer toda esta información, estudiarla, analizar y clasificarla. Basados en estos resultados se plantea una metodología para la elaboración del Plan Estratégico de Gestión de Activos, al final se desarrolla la metodología a través de un ejemplo y se finaliza con la presentación de conclusiones y resultados obtenidos.

**Palabras clave:** Plan de Gestión de Activos, Ciclo de Vida, Criticidad, Certificación, Empresas.

## Abstract

An adequate and correct review of the literature about asset management in the electricity sector serves as a point of reference for the development of tools that in the future strengthen the implementation of asset management systems in the sector, and it also allows presenting the different methodologies used in companies with satisfactory and documented experiences.

In order to verify the current status of asset management in the electricity sector and detect the best practices adopted by companies in the construction of the Asset Management Strategic Plan, the present document was developed with the purpose of giving guidelines to those companies in the sector, which are interested in creating their own asset management system.

The work begins with the presentation of a historical reference framework of the Asset Management System, subsequently, it is presented a series of companies which already have an asset management system implemented and in some cases certified, which have already gone through the initial stage of the implementation of the Asset Management System and have in their web pages documented all this process, therefore, the previous procedure allowed us to gather all this information, to study, analyze and classify it. Based on these results, a methodology for the preparation of the Asset Management Strategic Plan is proposed, in the end the methodology is developed through an example and it is closed with the presentation of conclusions and obtained results.

**Key words:** Asset Management Plan, Life Cycle, Criticality, Certification, Companies.

## Resumo

Uma revisão adequada e correta da literatura sobre gerenciamento de ativos no O setor elétrico serve como um ponto de referência para o desenvolvimento de ferramentas que no futuro fortaleçam a implementação de sistemas de gestão de ativos no setor e, além disso, Permite apresentar as diferentes metodologias utilizadas em empresas com experiências satisfatorias e documentadas. Para verificar o status atual da gestão de ativos no setor elétrico e detectar as melhores práticas adotadas pelas empresas na construção do Plano Estratégico de Gerenciamento. Ativos, o presente documento foi elaborado com o objetivo de orientações para as empresas do setor interessadas em criar seu próprio sistema de gerenciamento de ativos.

O trabalho começa com a apresentação de um quadro histórico de referência do Sistema de Gerenciamento de Ativos, posteriormente, uma série de empresas são apresentadas que já possuem um sistema de gerenciamento de ativos implementado e, em alguns casos, certificado, que já passaram pela fase inicial da implementação do Sistema de Gerenciamento de Ativos e que todo esse processo está documentado em suas páginas da web, o que nos permitiu extrair toda essa informação, estudá-la, analisá-la e classificá-la. Com base nesses resultados, é proposta uma metodologia para a elaboração do Plano Estratégico de Gerenciamento de Ativos, No final, a metodologia é desenvolvida através de um exemplo e finalizada com a apresentação de conclusões e resultados obtidos.

**Palavras-chave:** Plano de gerenciamento de ativos, ciclo de vida, Criticidade, Certificação, Empresas.

## I. INTRODUCCIÓN

Las redes eléctricas alrededor del mundo están enfrentadas a grandes cambios y desafíos, que van desde la captación masiva de dispositivos de generación distribuida, tales como la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables hasta la creciente demanda de energía eléctrica a nivel mundial(CORNELEC, 2015).

Tanto las empresas tradicionales como las nuevas organizaciones del sector eléctrico han dirigido su atención a la gestión de activos; la gestión de activos, es una metodología que permite a una organización monitorear y evaluar el ciclo de vida de los activos que la componen. Esto permite lograr reducciones

en los costos, incrementar la eficiencia y mejorar la toma de decisiones(Kaizen Group Consulting, 2015).

Las empresas de energía eléctrica tienen gran cantidad de activos como redes de transmisión, distribución, equipos de generación, entre muchos otros. La gran mayoría de estos activos fueron implementados durante el boom energético de los años 70's y 80's, y que para la actualidad, en muchos países, están llegando al final de su vida útil o a su obsolescencia tecnológica(CORNELEC, 2015). Dichos activos deben ser operados de manera correcta y eficiente, por personal especializado y capacitado, y con una correcta gestión de mantenimiento para que puedan cumplir con las exigencias del mercado, como lo son

tiempos de entrega, calidad del servicio, disponibilidad de los equipos, y confiabilidad de las operaciones, entre otros factores. Además, tienen el reto de ser cada día más competitivos y cumplir con las exigencias regulatorias y gubernamentales en cuanto a seguridad y cuidado ambiental (Tor y Shahidehpour, 2006)..

El problema del envejecimiento de un equipo no hace referencia única y exclusivamente al desgaste del material. También tiene asociado una serie de factores a lo largo de su ciclo de vida (el equipo a menudo tiene un periodo de amortización de 40 años o más) que deben considerarse en la toma de decisiones (Jonsson y Nordstrom, 2004); con una flota de equipos llegando al final de su vida útil, una escasez de partes y personal especializado para su mantenimiento, hay implicaciones graves en la fiabilidad de las redes de electricidad en muchos países (Shahidehpour y Ferrero, 2005).

En la implementación de un Sistema de Gestión de Activos, uno de los principales pasos es crear un Plan Estratégico de Gestión de Activos PEGA, o por sus siglas en inglés SAMP (Strategic Asset Management Plan). Según la norma ISO 55000, un PEGA es “información documentada que especifica cómo los objetivos organizacionales se van a convertir en los objetivos de gestión de activos, el enfoque para el desarrollo de sus planes, y el papel del sistema en el apoyo a la consecución de los objetivos de gestión de activos”. De acuerdo con la norma, un PEGA se deriva del plan organizacional y puede estar contenido en, o puede ser un plan subsidiario del plan de la organización (ISO 55000, 2002); adicionalmente, con su implementación se vincula el mantenimiento, la fabricación, la compra y las inversiones independientemente del tipo de actividad comercial que desarrolle la empresa (Katicic y Lovrinčević, 2011).

Cuando una organización empieza la tarea de construir su PEGA surgen muchas dudas en cuanto al contenido de este documento, ya que las normas referenciadas presentan las definiciones y las acciones a realizar, pero no presentan metodología alguna para la realización de dichas acciones; cabe aclarar que no existe una única manera correcta para construirlo, es allí cuando surgen cuestionamientos sobre el alcance y el contenido que este documento debería tener (Moreno, Molina, Romero, Gomez y Garcia, 2014).

## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Adicional a la definición de PEGA, se incluye un nuevo término PGA (Plan de Gestión de Activos). La ISO 55001 lo define como información documentada que especifica tres aspectos requeridos para un activo o grupo de activos, y que son necesarios para alcanzar los objetivos de gestión de activos de la organización.

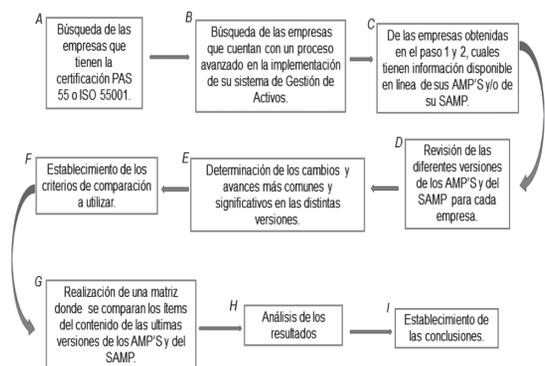
Estas son:

- Actividades,
- Recursos
- Escalas de tiempo

Los PGA son un elemento del sistema de gestión de activos de las empresas y son derivados del PEGA (ISO 55001, 2014).

El presente trabajo es el resultado del procesamiento de información de una revisión literaria sobre los PEGA y PGA de diferentes empresas del sector eléctrico (áreas de transmisión y distribución), que cuentan ya con un sistema de gestión de activos implementado y algunos ya certificados de acuerdo a los estándares internacionales.

La figura 1 presenta el proceso que se utilizó para comparar los PEGA's Y PGA's, con el fin de establecer los elementos que debe contener un plan estratégico, ya que las normas no proporcionan grandes directrices para la elaboración de este documento.



**Fig. 1.** Proceso de revisión.

Fuente: Autor del proyecto

Para llegar a establecer una metodología de la elaboración de un PEGA, fue necesaria la realización de un benchmarking. Las empresas que se consideraron en el estudio se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1.** Empresas Analizadas.

Nombre	Actividad	País
Bonneville Power Administration	Transmisión de Energía Eléctrica	Estados Unidos
Orion	Distribución de Energía Eléctrica	Nueva Zelanda.
Powerco	Distribución de Energía Eléctrica y Gas	Nueva Zelanda.
Tas Networks	Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica	Australia
Transgrid	Transmisión de Energía Eléctrica	Australia
Transpower	Transmisión de Energía Eléctrica	Nueva Zelanda.

Nombre	Actividad	País
Unison	Generación y Distribución de Energía Eléctrica	Nueva Zelanda.
Vector	Distribución de Energía Eléctrica y Gas	Nueva Zelanda.
Waipa Networks	Distribución de Energía Eléctrica	Nueva Zelanda.
Wellington Electricity	Distribución de Energía Eléctrica	Nueva Zelanda.
Wel Networks	Distribución de Energía Eléctrica	Nueva Zelanda.
Westpower	Distribución de Energía Eléctrica	Nueva Zelanda.

Fuente: Autores

Estas compañías fueron seleccionadas dado que elaboraron un PEGA para la implementación de su sistema, así como lo establece la norma ISO 55000 en su numeral 2.5.3.4. de este se derivan los PGA, los cuales pueden realizarse uno por todos los activos con actualización anual, o uno para cada grupo de activos y su actualización se realiza solo cuando se requiera.

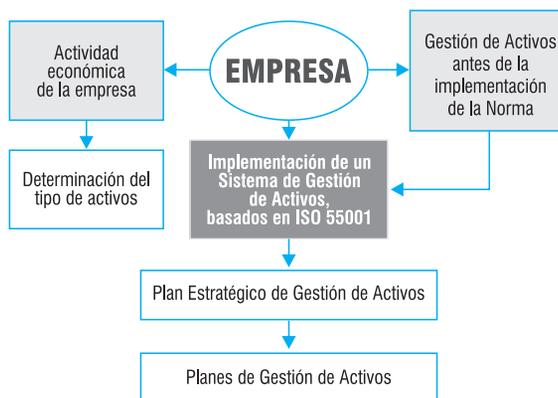
La mayoría de las compañías establecen un PGA para cada año, el cual se proyecta a un periodo de tiempo determinado. En éstos se establecen las principales estrategias, acciones y planes que se desarrollarán para el manejo de cada uno de los activos.

Se inicia con el análisis de cada uno de los PGA que posee la empresa, se compara el contenido de cada uno de estos planes a lo largo del tiempo, se evalúa cuáles son los elementos nuevos por año, cuales tienen modificaciones y cuales han sido eliminados.

Empresa 2	Empresa 4	Empresa 7	Empresa 8
Propósito y Alcance	Propósito	Resumen ejecutivo	Introducción y contexto
Programas de transmisión	Antecedentes	Introducción	Marco del sistema de gestión de activos
Los activos de transporte Cubiertos	Posición actual	Cambios en la estructura organizativa	Consideraciones de la estrategia de gestión de activos
Logros claves	Objetivos de la gestión de activos	Servicios a los clientes	El sistema de potencia de Tasmania
Objetivos de la gestión de activos	Creación de la excelencia en la gestión de activos	Desempeño operacional	Roles y responsabilidades organizacionales
Drivers Claves y Riesgos.	Entrega del Tema Estratégico de Gestión de Activos	Gestión de activos	Liderazgo y cultura
Estrategia de la propuesta	Conclusiones	Fuga del sistema	Gestión de riesgos
La priorización de proyectos	-	Agua y aguas residuales	Requerimientos de la demanda futura
Costos	-	Proyectos de desarrollo de infraestructuras	Estrategias del ciclo de vida
-	-	Otros proyectos	Desarrollo de planes de gestión
-	-	Revisión SAMP	Evaluación, desempeño y mejora

**Fig. 2.** Cuadro comparativo de los elementos que contienen los SAMP's.

Fuente: Autores



**Fig. 3.** Proceso de análisis de la información por empresa.

Fuente: Autores

De acuerdo a la revisión realizada a las empresas de referencia se logró identificar que la gestión de activos implica la optimización del ciclo de vida de los activos con el fin de

maximizar el rendimiento de éstos, no sólo en un contexto de seguridad, sino también en un contexto social y ambiental aceptable (Moreno, Molina, Romero, Gomez y Garcia, 2014).

Los primeros procesos son enfocados en establecer un propósito y los objetivos a cumplir, determinar tiempos de desarrollo, estudios de gastos y fuentes de información y capacitación para el proceso.

A partir del establecimiento de las bases y principios para el desarrollo de una correcta gestión de activos en la empresa, con el paso de un plazo prudente de tiempo (de 2 a 4 años), se debe realizar una revisión de la factibilidad de los objetivos planteados al inicio del proceso. Se debe tener en cuenta el desempeño de los diferentes agentes involucrados en la organización y principalmente de aquellos a los que les fueron asignadas tareas específicas; todo lo anterior con el fin de identificar el estado del proceso y redireccionar las acciones para el correcto cumplimiento del objetivo final.

### A. Comparación final de las empresas

Al final del proceso se hace una matriz donde se comparan las últimas versiones del de los PGA's de cada empresa, ya que éstos al ser las últimas versiones, contienen los elementos principales derivados del PEGA.

Fig. 4. Cuadro comparativo de algunos AMP's.

Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Empresa 4	Empresa 5	Empresa 6	Empresa 7	Empresa 8
Alineación estratégica de temas	Resumen	Resumen	Resumen	Resumen del plan	Antecedentes y objetivos	Resumen de la gestión de activos	Resumen
Cartera de activos	Antecedentes y objetivos	Antecedentes y objetivos	Introducción	Antecedentes y objetivos	Activos cubiertos por este plan	Antecedentes y objetivos	Introducción
Niveles de servicio	Activos cubiertos	Niveles de servicio	Activos	Niveles de servicio	Visión y estrategia futuras	Activos cubiertos	Información general
Planificación de la gestión de activos	Niveles de servicio	Gestión de activos - ciclo de vida	Objetivos	Planes de desarrollo de redes	Niveles de servicio	Niveles de servicio	Niveles de servicio y rendimiento de la red
Crecimiento y demanda	Planificación de la red	Desarrollo de la red	Gobierno y entrega	Planificación de activos - ciclo de vida	Planificación del desarrollo de la red	Planificación del desarrollo de la red	Marcos de seguridad, riesgos y gestión de activos
Inversión y financiación de activos	Planificación de la gestión del ciclo de vida de los activos	Gestión de riesgos	Mantenimiento y renovación	Mantenimiento y renovación de desarrollo de redes	Mantenimiento de activos, renovación y planificación	Planificación de la gestión de activos - ciclo de vida	Gestión del ciclo de vida de los activos
Riesgos de activos	Gestión de riesgos	Financiero	Desarrollo de la red	Gestión de riesgos	Sistemas, procesos y datos	Gestión de riesgos	Desarrollo de la red
Clasificación de la red	Resumen financiero	Evaluación del rendimiento	Iniciativas para mejorar	Evaluación del rendimiento	Gestión de riesgos	Evaluación del rendimiento	Sistema de soporte
	Plan de mejora		Previsiones de gasto		Previsión de gastos	Pronósticos de gastos	Resumen del gasto
						Evaluación de la madurez de gestión de activos	
						Conclusión	

### III. PROPUESTA METODOLÓGICA

Con base en los resultados obtenidos en el análisis del capítulo anterior y los requisitos de la norma ISO 55001, se desarrolló la siguiente metodología de elaboración de un PEGA.



Fig. 5. Contenido de un PEGA.

Fuente: Autores

El primer paso para el desarrollo de un PEGA, es la planeación de la gestión de activos en la empresa, se debe establecer el alcance y la extensión que tendrá el sistema. Las normas consideran que el sistema de gestión de activos debe abordar seis aspectos de una organización: el ambiente interno y externo, sus procesos de planificación, sus procesos de apoyo, sus procesos operacionales, sus procesos de evaluación y desempeño y finalmente sus procesos de mejora continua[5] (International Copper, 2015).

#### A. Madurez de Gestión de Activos

Una vez iniciado el proceso de planeación, se debe empezar por comprender el contexto de la organización, las necesidades y expectativas de las partes interesadas para poder determinar claramente los límites y la cobertura que tendrá el sistema. Es aquí cuando surge la necesidad de medir que tan lejos está la organización en el cumplimiento de los requisitos de la ISO 55001.

Toda organización antes de contar con un sistema basado en la norma ISO, normalmente cuenta con una gestión de sus activos que puede cumplir o no con los requisitos de dicha norma. Así, la madurez de gestión de activos será el grado de capacidad, rendimiento y garantía de ésta para demostrar que es apta para satisfacer las necesidades actuales y futuras de sus activos, incluyendo la capacidad de prever y responder a su contexto operacional.

En la actualidad, existen varias metodologías para que las organizaciones determinen el grado de madurez y los aspectos que debe cambiar o mejorar para cumplir con los requerimientos de la norma. A continuación, se mencionan las tres metodologías de evaluación que fueron utilizadas por las compañías.

#### Metodología de evaluación SAM

El IAM (Institute of Asset Management), ha desarrollado una metodología de evaluación conocida como SAM (Self-Assessment Methodology) para que las organizaciones puedan medir su nivel de madurez en la gestión de activos, la cual se puede aplicar a cualquier tipo de organización. SAM permite a las organizaciones evaluar su capacidad a través de los 28 elementos de la norma PAS 55: 2008 y las 27 sub-cláusulas de la norma ISO 55001,

- Fortalezas y debilidades
- Deficiencias
- Áreas de excelencia

#### Metodología de evaluación AMMAT

Otra metodología de evaluación utilizada por las empresas es la AMMAT (Asset Management Maturity Assessment Tool),

desarrollada por la comisión de Nueva Zelanda EDB (Electricity Distribution Business). Esta herramienta está basada en la metodología de evaluación PAM del IAM, y consiste en un cuestionario de autoevaluación que contiene 31 preguntas que tiene adjuntas notas de orientación (COMMERCE COMMISSION NEW ZELAND, 2011).

### *Metodología de evaluación AMEM*

La organización AMCL (Asset Management Capability), especialistas en el tema de gestión de activos, desarrolló el modelo de evaluación conocido como AMEM (Asset Management Excellence Model). Este está basado en las 39 áreas básicas de gestión de activos definidas por el Foro Mundial sobre Mantenimiento y Gestión de Activos (AMCL). Las organizaciones se evalúan en cada una de las 39 áreas a través una serie de criterios de evaluación y preguntas. Los resultados se utilizan para identificar y priorizar las mejoras (Kersley y sharp, 2014).

## **B. Política de Gestión de Activos**

La norma establece el liderazgo como uno de los pilares fundamentales de la gestión de activos. Por esto es importante establecer los roles, responsabilidades y autoridades de la organización, para garantizar que el proceso está dirigido por personas con las competencias adecuadas; por tal razón, la Norma ISO 55001 establece que entre los primeros pasos en la implementación de un sistema de gestión de activos se encuentra la creación de una política. Esta se deriva del plan estratégico organizacional de la empresa y sirve para establecer un marco para la elaboración, aplicación, revisión y mantenimiento de las estrategias de

gestión de activos y para el cumplimiento de los objetivos de gestión de activos.

Dado esto, la política es un conjunto de declaraciones que deben estar alineadas con los objetivos corporativos que reflejen la misión y la visión de la organización. Dichas declaraciones deben responder a las necesidades que se tengan para la aplicación de las estrategias, siendo éstas, principios básicos que va a cumplir la organización en la implementación y operación de su sistema de gestión activos (Thanapong, 2014). Esta política debe ser congruente con otras que tenga la organización, y debe incluir un compromiso para el mejoramiento continuo del sistema (Wakar y Abrar, 2013); la Norma ISO 55002, en su literal 5.2 establece que es opcional la inclusión de esta dentro del PEGA, o puede ser un documento aparte. Lo importante es que esta sea conocida por todos los interesados, implementada, y reformada cuando sea necesario (ISO 55001, 2014).

## **C. Objetivos de Gestión de Activos e iniciativas estratégicas**

El establecimiento de los objetivos se realiza en base a los resultados de la evaluación de madurez de gestión de activos que lleva a cabo la organización, en el cumplimiento de dichos objetivos hay que identificar en qué procesos la organización no cumple con los requisitos de la norma, generando así la creación de iniciativas estratégicas que son oportunidades de mejora. Muchas veces se requiere una acción coordinada entre varios planes de gestión de activos.

Las estrategias de gestión de activos deben responder a estas preguntas:

- 1) ¿Cuáles son los activos que son críticos para el logro de los resultados a largo plazo?
- 2) ¿Cómo se está manejando actualmente la operación y el mantenimiento de los activos críticos?
- 3) ¿Qué objetivos de desempeño se deben establecer para los activos?
- 4) ¿Cuáles son los costos previstos?
- 5) ¿Cuáles son los riesgos que se deben manejar en relación a los activos?

Los objetivos de la gestión de activos deben ser objetivos SMART.



#### D. Estrategias de Gestión de activos

Las estrategias de gestión de activos deben:

- a. Asignar prioridades a los activos más importantes que se encuentran en mayor riesgo de falla por mal funcionamiento, insuficiencia de la capacidad, daño ambiental, incumplimiento de las normas de seguridad u obsolescencia.
- b. Cubrir las cinco fases del ciclo de vida del activo (Planeación, Entrega o Adquisición, operación, mantenimiento y disposición).
- c. Tener en cuenta que todos los activos no tienen la misma vida útil. Algunos activos como los de control y telecomunicaciones se necesitan cubrir en un horizonte de planificación diferente.
- d. Los objetivos de rendimiento de activos deben estar alineados con los objetivos estratégicos de la organización y con los resultados esperados a largo plazo.
- e. Identificar y evaluar los enfoques alternativos para el cumplimiento de los objetivos de rendimiento de activos, con justificaciones presentadas para la selección de los enfoques preferidos.
- f. Tener en cuenta los costos, el personal, la cadena de suministro y otros recursos necesarios para la aplicación de las estrategias.
- g. Aplicar los supuestos de planificación común de la empresa, tales como la tasa de inflación, la previsión del precio del mercado, y los supuestos de la futura demanda.
- h. Un PEGA bien planificado, sistemático, y estructurado reduce significativamente los gastos de capital mediante el despliegue eficiente de recursos, así como disminuye las operaciones y los costos de mantenimiento (Fulton y Gaul 2004).

#### E. Costos del Ciclo de vida

Cada empresa tiene un diagrama propio para establecer el ciclo de vida de sus activos; aunque no son iguales, si se consideran las mismas etapas (Khaliq, Mahmood y Das, 2015). En la figura 6 se muestra un ejemplo del modelo de ciclo de vida más utilizado por las compañías, en el que se definen 5 etapas.



**Fig. 6.** Modelo del ciclo de vida del activo.  
Diseño: Autores. Plantilla tomada de [www.freepik.es](http://www.freepik.es)

### 1) Planeación

Esta etapa consiste en el análisis y formulación de planes a nivel estratégico para la organización. Generalmente la planificación incluye una serie de procesos interdependientes, algunos de los cuales juegan un papel integral en asegurar las decisiones adecuadas para el logro de los objetivos de gestión de activos.

### 2) Entrega o adquisición

Este proceso tiene como misión asegurar que los objetivos planteados en la etapa de planificación se cumplan y que los proyectos se entreguen con calidad, manteniendo el presupuesto y cumpliendo con el tiempo establecido.

### 3) Operación

Esta etapa comprende el funcionamiento de los activos incluyendo en tiempo real el control operacional, conocimiento de la situación, la coordinación, y la planificación de contingencias (Zuashkiani, Schoemaker, Parlikad y Jafari, 2014).

### 4) Mantenimiento

Un enfoque general para el mantenimiento de activos, incluye los tipos de mantenimiento empleados, los tipos de activos y la gestión del trabajo. En esta fase se deben plantear los planes que permitan optimizar progresivamente los intervalos de mantenimiento para lograr un equilibrio óptimo entre rentabilidad, rendimiento y riesgo (Davidson, 2005). Todas las empresas definen sus actividades de mantenimiento en el PEGA, esto para cada grupo del portafolio de activos.

### 5) Disposición

Es la etapa final esta incluye procesos como la eliminación, reutilización, venta, reciclaje o la desinversión de activos (Tatsuki y Tsuguhiro, 2012).

Se toman decisiones de venta o desinversión de activos como parte del proceso de planeación, cuando se reemplazan activos o se retiran activos redundantes de la organización. También hay que tener en cuenta que hay que disponer de equipos y materiales adicionales.

## F. Criticidad de los activos

Uno de los puntos más importantes y cruciales de la gestión de activos es la definición de sus activos críticos ya que “un activo crítico es aquel que tiene el potencial para impactar significativamente en el logro de los objetivos de la organización” (International Copper, 2015). Esta debe determinarse para cada uno de los elementos de las diferentes categorías establecidas en el portafolio de activos. La criticidad es un factor que se determina de manera cuantitativa, y puede ser vista desde diferentes perspectivas:

- 1) Valor inicial del activo
- 2) Costos de mantenimiento y operación del activo
- 3) Frecuencia y probabilidad de falla del activo
- 4) Importancia del activo en la operación de la compañía – efectos en la red
- 5) Importancia del activo en el funcionamiento del sistema eléctrico – consecuencias si falla el activo
- 6) Daños al personal e impacto ambiental

### G. Definición del portafolio de activos

Una vez se elabore el PEGA, la organización debe empezar con la creación de los planes individuales de gestión de activos. Estos planes se realizan para cada categoría de activos que se haya creado en la definición del portafolio. El portafolio incluye los activos que se hayan establecido dentro del alcance del sistema. A continuación, se muestra un resumen ejemplo de las categorías creadas por cada empresa y el contenido de su taxonomía de activos.

**Tabla 2.** Activos de Transmisión

<b>Subestaciones</b>	Transformadores de potencia, interruptores, seccionadores, transformadores de medida y equipos de potencia reactiva.
<b>Líneas de transmisión</b>	Conductores, torres y postes, aisladores y cimentaciones
<b>Protecciones</b>	Esquemas de protecciones
<b>Centros de control</b>	Sistemas de control de las subestaciones y SCADA.
<b>Comunicaciones</b>	Red de fibra óptica, sistemas de radio, estaciones repetidoras, sistemas PLC's, red telefónica, torres de comunicación y sistema de gestión de red.

<b>Cables subterráneos</b>	Cables de potencia
<b>Derechos de paso</b>	Servidumbres y caminos de acceso.
<b>Edificios y terrenos</b>	Infraestructuras y edificios, carreteras y drenajes.
<b>Sistemas de info. geográfico</b>	Información de activos, información de servidumbres y información del entorno.
<b>Sistemas secundarios</b>	Instalaciones auxiliares, sistemas de seguridad, sistemas de acceso y de iluminación.
<b>Activos de información y datos</b>	Registros de activos y equipos, datos de las condiciones, bases de datos de protección, histórico de apagones y fallas, datos de medición.

Fuente: Autores

**Tabla 3.** Activos de Distribución.

<b>Activos de subtransmisión</b>	Transformadores de potencia, interruptores, seccionadores, transformadores de medida y equipos de potencia reactiva.
<b>Activos de distribución</b>	Conductores, torres y postes, aisladores y cimentaciones.
<b>Subestaciones de distribución</b>	Esquemas de protecciones.
<b>Protecciones</b>	Sistemas de control de las subestaciones y SCADA.
<b>Comunicaciones</b>	Red de fibra óptica, sistemas de radio, estaciones repetidoras, sistemas PLC's, red telefónica, torres de comunicación y sistema de gestión de red.
<b>Cables subterráneos</b>	Cables de potencia

<b>Derechos de paso</b>	Servidumbres y caminos de acceso.
<b>Zonas de subestaciones</b>	Infraestructuras y edificios, carreteras y drenajes.
<b>Sistemas de info. Geográfico</b>	Información de activos, información de servidumbres y información del entorno.
<b>Sistemas secundarios</b>	Instalaciones auxiliares, sistemas de seguridad, sistemas de acceso y de iluminación.
<b>Activos de información y datos</b>	Registros de activos y equipos, datos de las condiciones, bases de datos de protección.

Fuente: Autores

## H. Gestión de riesgos

La gestión de riesgos es un factor importante para la gestión de activos proactiva. El objetivo es entender la causa, el efecto y la probabilidad de que se produzcan eventos adversos para gestionar de forma optimizada los riesgos, reduciéndolos a un nivel aceptable y controlado (International Copper, 2015).

Aunque la gestión de activos basada en el riesgo está ganando impulso y cuenta con amplia aceptación, los retos a los que se enfrenta la implementación práctica han restringido su aplicación a un alcance limitado y principalmente en los sistemas de gestión de activos distribuidos; para desarrollar un modelo de trabajo genérico, se requiere un alineamiento de las actividades desde la estrategia corporativa hasta el punto de ejecución e integrarlo con las actividades de gestión de riesgos (Krishnanand, 2014).



Fig. 7. Proceso de gestión de riesgos.

Fuente: Autores

### Ejemplo de un PEGA

Con el fin de ilustrar lo dicho anteriormente, se desarrolla un breve ejemplo de un PEGA, Tomando como referencia el resultado de la evaluación de madurez de gestión de activos de la empresa Tasmanian Networks Pty Ltd (TasNetworks), empresa del sector eléctrico de Australia.

La figura 7, muestra los resultados de dicha evaluación, El círculo rojo discontinuo desafía el nivel requerido para la competencia ISO 55001: 2014 (TASNETWORK, 2014).

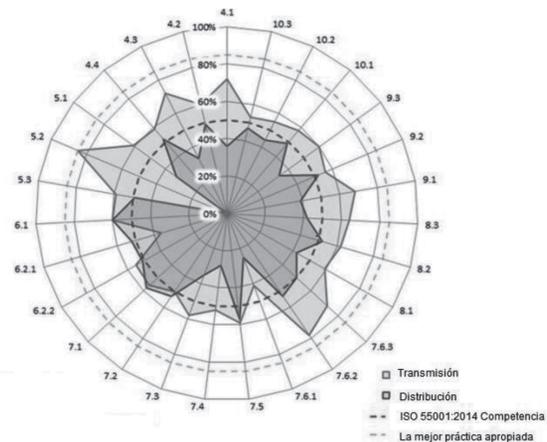


Fig. 8. Resultados evaluación de Madurez de Gestión de Activos de la empresa TASNETWORK.

Fuente: (TASNETWORK.,2015). Strategic Asset Management Plan .

Con base en los resultados mostrados en la figura anterior y con los ítems establecidos en la Figura B.1 de la norma ISO 55002 que establece la relación entre los elementos claves de un sistema de gestión de activos, se determinaron los requisitos más importantes que la empresa debe abordar para la implementación del PGA.

**Tabla 4.** Requisitos principales de ISO 55001.

NUMERAL ISO 55001	TÍTULO DEL NUMERAL	REQUISITOS
<b>4</b>	<b>CONTEXTO DE LA ORGANIZACIÓN</b>	
4.2	Entender las necesidades y expectativas de los grupos de interés	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer los requisitos y expectativas en cuanto a la administración de los activos</li> <li>• Se deben tener criterios para toma de decisiones en GA</li> <li>• Registro de la información de la GA</li> </ul>
4.4	Sistema de gestión de activos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer, implementar, mantener y mejorar continuamente un SGA</li> </ul>
<b>5</b>	<b>LIDERAZGO</b>	
5.3	Funciones, responsabilidades y autoridades de la organización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asignar personal para que establezcan, aseguren, velen y actualicen el SAMP, los AMP y el SGA en general.</li> </ul>
<b>6</b>	<b>PLANEACIÓN</b>	
6.1	Acciones para alinear riesgos y oportunidades para el SGA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinación de las brechas del SGA, buscando una oportunidad de mejora continua.</li> <li>• Administración de los riesgos a largo plazo</li> </ul>
6.2.1	Objetivos de GA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer los Objetivos de la GA, los cuales deben ser coherentes con la política de GA, con los objetivos organizacionales y deben ser alcanzables y medibles.</li> </ul>
6.2.2	Planeación para alcanzar los Objetivos de GA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir un proceso y metodología para la toma de decisiones y priorización de Inversiones y actividades sobre los activos que tenga en cuenta la gestión de riesgo.</li> <li>• Establecer, documentar y mantener Planes de GA.</li> </ul>
<b>7</b>	<b>SOPORTE</b>	
7.1	Recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinación de los recursos necesarios para la implementación del SGA y todas las actividades relacionadas con este.</li> </ul>
7.2	Competencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la competencia del personal que trabajará en la gestión de activos y rendimiento del SGA.</li> </ul>
7.3	Conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asegurar que las personas deben tener un conocimiento específico acerca de la política, beneficios de la GA, riesgos en sus actividades e implicaciones de no cumplir los requerimientos del SGA</li> </ul>

NUMERAL ISO 55001	TÍTULO DEL NUMERAL	REQUISITOS
7.4	Comunicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecimiento de las comunicaciones internas o externas relevantes relacionadas con el SGA.</li> </ul>
7.5	Requerimientos de Información	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar los requisitos de información que soportan el rendimiento de los activos, y del SGA.</li> <li>• Especificar los atributos, calidad, como y cuando la información se recolecta, analiza y evalúa</li> </ul>
7.6.1	Requerimientos Generales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentar información que se hace explícita por la norma y los requisitos regulatorios y legales aplicables.</li> </ul>
<b>8</b>	<b>OPERACIÓN</b>	
8.1	Planificación y control operativos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir un proceso y metodología para aplicar los controles necesarios y establecer las acciones correctivas y preventivas en el manejo de los activos y toda la información relacionada con estos.</li> </ul>
<b>9</b>	<b>MONITOREO</b>	
9.2	Auditoría interna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir un programa de auditorías internas, para monitorear el SGA de la organización.</li> </ul>
9.3	Revisión de la dirección	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir un programa de evaluación por parte de la dirección de la organización al SGA.</li> </ul>
<b>10</b>	<b>MEJORA</b>	
10.1	No conformidad y acción correctiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear una estrategia para la toma de acciones correctivas cuando se presente una no conformidad en el SGA.</li> </ul>
10.2	Acción preventiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer procesos para identificar proactivamente fallas potenciales en el desempeño de los activos y evaluar la necesidad de acciones preventivas.</li> </ul>
10.3	Mejora continua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar un plan de mejora continua para el manejo de los activos.</li> </ul>

Los numerales que se encuentran en color rojo en la tabla 4, son en los que la compañía demostró menos cumplimiento respecto a los requisitos de la norma, y por ende deben ser los primeros en los que hay que trabajar. Después de estos encontramos los numerales en color gris, que son los que le siguen en prioridad ya que su nivel de cumplimiento se encuentra entre el 40% y el 60%, y por último los de color negro que apenas alcanzan el 60% de los requisitos.

### *Política de Gestión de Activos*

La empresa Tasnetwork se dedica a la transmisión de energía eléctrica buscando gestionar de la mejor manera sus activos físicos, a través de la mejora e innovación en todos los procesos del ciclo de vida de estos; el negocio de transmisión implica inversiones a largo plazo en la infraestructura; por tal razón, es de vital importancia la implementación exitosa y mantenimiento

continuo de un sistema que permita optimizar dicha inversión.

Dicho lo anterior, la organización se compromete a gestionar sus activos de tal manera que:

- 1) Se manejen los activos con criterios de desempeño, costos, buscando siempre la calidad y eficiencia.
- 2) Se tomen decisiones de inversión considerando todo el ciclo de vida de los activos; basados en información oportuna, completa y precisa.
- 3) Administrar la red eléctrica de manera confiable y sostenible, teniendo siempre en cuenta la gestión de riesgos como parte fundamental del proceso.
- 4) Brindar seguridad a las personas, no solo a nuestros trabajadores y contratistas, sino a la comunidad en general, ofreciendo un excelente servicio al cliente.
- 5) Cumplir con las obligaciones sociales, legales y reglamentarias.
- 6) Prestar un servicio rentable, que genere ganancias a nuestros grupos de interés, a través de la mejora continua.

Para lograr una implementación exitosa del PGA la alta gerencia de la empresa se compromete hacer todo lo necesario para lograr el mejoramiento continuo del plan, al

ser este un grupo tan específico y estar a cargo de todas las decisiones importantes se puede asegurar la integralidad de las decisiones a tomar (Leeuwen, (2011).

#### *Objetivos de gestión de activos*

Para lograr el cumplimiento de la política anterior se establecen los siguientes objetivos:

- 1) Obtener el máximo valor a mediano y largo plazo de nuestros activos, mediante un manejo eficiente de todo el ciclo de vida de los mismos.
- 2) Crear estrategias para que la toma de decisiones de inversión tenga en cuenta el ciclo de vida de los activos.
- 3) Desarrollar planes para el manejo de cada uno de los activos que consideren criterios de costo, riesgo, y desempeño
- 4) Lograr una operación eficiente, confiable, que genere la prestación de un servicio rentable, con ganancias para todos nuestros grupos de interés.
- 5) Garantizar el cumplimiento de los requisitos de seguridad, legales y ambientales.

#### *Estrategias de gestión de activos*

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 4, se presentan algunas estrategias que buscan cerrar las brechas encontradas en la evaluación de madurez. Una estrategia puede servir para abordar varias inconformidades.

**Tabla 5.** Estrategias de solución.

Numeral	Estrategia
7.2 - 5.3	Invertir en la formación de un grupo de trabajadores en el tema de GA, que será el encargado de dirigir el proceso dentro de la empresa a través de roles específicos y definirán e implementaran planes para promover la gestión de cambios, aceptación y adaptación de nuevos procesos, procedimientos, sistemas de información entre otros.
7.6.1	Establecer un formato para los documentos del SGA, este formato debe integrarse con el sistema de gestión de calidad de la compañía, y deberá servir para mantener documentado los elementos de la GA, como por ejemplo: -Hoja de ruta – cronograma de actividades -Planes de gestión de activos -Plan de gestión de riesgos -Datos financieros y no financieros -Indicadores de gestión del SGA.
7.5	Implementación de sistemas de información sobre las propiedades de los activos (condición, rendimiento, costos y otros). Este sistema se debe integrara a los sistemas de información existentes en la empresa.
7.3	Divulgación de la política de GA y delos Objetivos a todas las partes interesadas, además crear programas para promover la gestión de cambios, a través de la comunicación de los riesgos identificados y las posibles soluciones.
10.2	Introducir programas de investigaciones de incidentes.

#### IV. CONCLUSIONES

La gestión de activos es un componente crítico de cualquier negocio exitoso; especialmente en la industria de la energía eléctrica bajo el clima competitivo de hoy, con la formación y la aplicación del concepto de red inteligente, la forma de planificar, diseñar, operar y mantener el crecimiento de grandes activos, no es solo uno de los problemas clave para mejorar el rendimiento empresarial, sino también la implementación y operación de los nuevos componentes de las redes inteligentes.

De acuerdo a la revisión bibliográfica realizada se puede concluir que no existe una sola manera correcta para la construcción de un PEGA; pero se pueden establecer similitudes

y semejanzas en las diferentes estrategias de construcción del mismo, las cuales se pueden presentar como una guía metodológica para las empresas que se encuentran a portas de empezar con este proceso en sus organizaciones. Se sugiere como etapa inicial un diagnóstico de la situación actual y real de los activos de la organización, el cual en gestión de activos es la evaluación de la madurez; con este fin aunque existen múltiples metodologías, la más utilizada por las empresas es la metodología de evaluación SAM del IAM al ser aplicable a cualquier tipo de organización y estar basado en la normatividad ISO 55000 e ISO 55001; de igual manera, se pudo evidenciar que estas compañías aplicaban dos metodologías para comparar los resultados

e identificar todas las falencias posibles en el manejo de los activos.

En el desarrollo de una política de gestión de activos para la aplicación en las compañías, se establece a partir de los objetivos de la organización y ésta es derivada del plan estratégico organizacional, que debe ser consistente con otras políticas de la compañía y que debe satisfacer todos los requerimientos del PGA, y estar enfocada al mejoramiento continuo en la gestión de activos, ya que ésta establece las directrices para el desarrollo de los objetivos de la misma, las cuales deben estar enfocadas a crear estrategias que cierren las brechas del sistema mientras se implementan nuevas oportunidades de mejora en el manejo del ciclo de los activos.

La metodología sugerida no es de aplicación estricta y normativa, esto debido a que las empresas del sector eléctrico, a pesar de sus similitudes presentan diferencias enmarcadas básicamente en el mercado de operación, los tipos de clientes que se atienden y el contexto social y ambiental. Además de presentar la particularidad de ser empresas proveedoras de infraestructura y de un servicio básico fundamental.

## V. REFERENCIAS

AMCL, Asset Management Excellent. Recuperado marzo 21, 2017, De. <https://www.amcl.com/wp-content/uploads/AMEMBrochure-Version2-3ForEmail.pdf>

BONNEVILLE POWER ADMINISTRATION. (2012). Transmission Asset Management Strategy final -2012. Recuperado marzo 02, 2017, De. [www.bpa.gov/Finance/AssetMgmt/Strategies/8.%20Transmission%20Asset%20Management%20Strategy%202012%20Executive%20Summary%20wAppendicies%20FINAL.pdf](http://www.bpa.gov/Finance/AssetMgmt/Strategies/8.%20Transmission%20Asset%20Management%20Strategy%202012%20Executive%20Summary%20wAppendicies%20FINAL.pdf)

COMMERCE COMMISSION NEW ZELAND, (2011). Asset Management Maturity Assessment Tool (AMMAT) study. Recuperado Marzo 02, 2017, <http://www.comcom.govt.nz/regulated-industries/gas-pipelines/gas-information-disclosure/gas-information-disclosure-consultation/asset-management-maturity-assessment-tool-ammatt-study-2/>

CORNELEC. (2015). Gestión estratégica de activos en las redes eléctricas. Recuperado Abril 14, 2017, De. <http://cornelec.cl/2015/10/23/gestion-estrategica-de-activos-en-las-redes-electricas/>

Davidson. (2015). Utility Asset Management in the Electrical Power Distribution Sector. IEEE PES,339-342. Mayo 2017, Recuperado de IEEE Base de datos.

Fulton, A. Gaul, D. (2004). Where did i put that switch? Perspectives in asset management. Military Communications Conference, 2004,1544. Mayo 2017, Recuperado de IEEE Base de datos.

International Copper Association Latin America (2015). Guía para la aplicación de la Norma ISO 55001. Santiago, Chile.

ISO. (2002). ISO 55000 Asset management — Overview, principles and terminology, 2002.

ISO. (2014). ISO 55001 Asset management - Management systems: Requirements, 1–20.

ISO. (2014). ISO 55002 Asset management – Guidelines for the application of ISO 55001

Jonsson, N. Nordstrom, L. (2004). Strategies for implementing IT support for Asset Management at electric utilities. IEEE, 1050-1054. Mayo 2017, Recuperado de IEEE Base de datos.

Kaizen Group Consulting. (2015). Evaluación de la Gestión de Activos. Recuperado Abril 14, 2017, De.

<http://kaizen-group.com.ar/es/evaluación-de-la-gestión-de-activos>

- Katičić, L. Lovrinčević, Z. (2012). Corporate Asset Management and survey in Croatian companies. Asset Management Conference 2012, IET & IAM, Mayo 2017, 1, Recuperado de IEEE Base de datos
- Kersley, T. Sharp, J. (2014). The Asset Management Journey: A Case Study of Network Rail's Journey supported by an Excellence Model. IEEE, 5, Abril 2017, Recuperado de IEEE Base de datos.
- Khaliq, S, A. Mahmood, M, N. Das, N. (2015). Towards a Best Practice Asset Management Framework for Electrical Power Distribution Organisations. IEEE PES, 3-4. Mayo 2017, Recuperado de IEEE Base de datos.
- Krishnanand, R. (2014). Practical Approach for Development of Risk Based Asset Management Program. IEEE, 1. Mayo 2017, Recuperado de IEEE Base de datos.
- Leeuwen, V, D. (2011). Building an asset management organization De zero base to going concern in 2.5 years – Case study. IET and IAM Asset Management Conference 2011, 5. Mayo 2017, Recuperado de IEEE Base de datos.
- MA, Z. ZHOU, L. SHENG, C. (2014). Analysis of the New Asset Management Standard ISO 55000 AND PAS 55. Conference on Electricity Distribution (CICED 2014). 1668-1670. Mayo 2017, Recuperado de IEEE Base de datos.
- Moreno, G. Molina, J. Romero, A. Gómez, H. Garcia, E... (2016). Power Asset Management: Methods and Experiences in Colombia Power System. IEEE, 1-2-5. Abril 2017, Recuperado de IEEE Base de datos.
- ORION. (2006). Asset Management Plan a 10 year management plan for Orion's electricity network De 1 Abril 2006 to 31 Marzo 2016, 2006. Recuperado Marzo 15, 2017, De. <http://www.oriongroup.co.nz/assets/Company/Corporate-publications/AMP-apr06-mar16.pdf>
- ORION. (2007). Asset Management Plan a 10 year management plan for Orion's electricity network De 1 Abril 2007 to 31 Marzo 2017. Recuperado Marzo 15, 2017, De. <http://www.oriongroup.co.nz/assets/Company/Corporate-publications/AMP-apr06-mar16.pdf>
- ORION. (2008). Asset Management Plan a 10 year management plan for Orion's electricity network De 1 Abril 2009 to 31 Marzo 2019. Recuperado Marzo 15, 2017, De. <http://www.oriongroup.co.nz/assets/Company/Corporate-publications/AMP-apr09-mar19.pdf>
- ORION. (2012). Asset Management Plan a 10 year management plan for Orion's electricity network De 1 Abril 2012 to 31 Marzo 2022, 2012. Recuperado Marzo 15, 2017, De. <http://www.oriongroup.co.nz/assets/Company/Corporate-publications/OrionAMP2012-20222.pdf>
- ORION. (2013). Asset Management Plan a 10 year management plan for Orion's electricity network De 1 Abril 2013 to 31 Marzo 2023, 2013. Recuperado Marzo 15, 2017, De. <http://www.oriongroup.co.nz/assets/Company/Corporate-publications/Orion-NZ-Ltd-AMP-2014.pdf>
- ORION. (2014). Asset Management Plan a 10 year management plan for Orion's electricity network De 1 Abril 2014 to 31 Marzo 2024, 2014. Recuperado Marzo 15, 2017, De. <http://www.oriongroup.co.nz/assets/Company/Corporate-publications/Orion-AMP2015-Complete.pdf>
- ORION. (2015). Asset Management Plan a 10 year management plan for Orion's electricity network De 1 Abril 2015 to 31 Marzo 2025, 2015. Recuperado Marzo 15, 2017, De. <http://www.oriongroup.co.nz/assets/Company/Corporate-publications/AMP-2015-2025.pdf>
- ORION. (2016). Asset Management Plan 2016. Recuperado Marzo 15, 2017, De. <http://www.oriongroup.co.nz/assets/Company/Corporate-publications/AMP-2015-2025.pdf>
- ORION. (2017). Asset Management Plan a 10 year management plan for Orion's electricity network 1 Abril 2017 to 31 Marzo 2027. Recuperado Abril 17, 2017, De. <http://www.oriongroup.co.nz/assets/Company/>

Corporate-publications/AMP2018-2017-2027-ComCom-Complete-V2.pdf

Osman, T. Shahidehpour, M. (2006). Power Distribution Asset Management. IEEE, 1. 02 .Marzo 2017, Recuperado de IEEE Base de datos.

POWERCO. (2007). Information disclosure asset management plan electricity networks 2007 – 2021. Recuperado Marzo 11, 2017, De.

[http://www.powerco.co.nz/uploaded\\_files/Publications-and-Disclosures/Statutory-Documents/Asset-Disclosures/AMP2006200790661523.pdf](http://www.powerco.co.nz/uploaded_files/Publications-and-Disclosures/Statutory-Documents/Asset-Disclosures/AMP2006200790661523.pdf)

POWERCO. (2008). Information disclosure asset management plan electricity networks fy2008 - fy2022. Recuperado Marzo 11, 2017, De.

[http://www.powerco.co.nz/uploaded\\_files/Publications-and-Disclosures/Statutory-Documents/Asset-Disclosures/PowercoAMP-FY2008.pdf](http://www.powerco.co.nz/uploaded_files/Publications-and-Disclosures/Statutory-Documents/Asset-Disclosures/PowercoAMP-FY2008.pdf)

POWERCO. (2009). Asset Management Plan, 2009. Recuperado Marzo 11, 2017, De.

[http://www.powerco.co.nz/uploaded\\_files/Publications-and-Disclosures/Statutory-Documents/Asset-Disclosures/PowercoAsset-ManagementPlan2010to2019webversion.pdf](http://www.powerco.co.nz/uploaded_files/Publications-and-Disclosures/Statutory-Documents/Asset-Disclosures/PowercoAsset-ManagementPlan2010to2019webversion.pdf)

POWERCO. (2010). Asset Management Plan 2010. Recuperado Marzo 11, 2017, De.

[http://www.powerco.co.nz/uploaded\\_files/Publications-and-Disclosures/Statutory-Documents/Asset-Disclosures/AMP2010.pdf](http://www.powerco.co.nz/uploaded_files/Publications-and-Disclosures/Statutory-Documents/Asset-Disclosures/AMP2010.pdf)

POWERCO. (2011). Asset Management Plan 2011. Recuperado Marzo 11, 2017, De.

[http://www.powerco.co.nz/uploaded\\_files/Publications-and-Disclosures/Statutory-Documents/Asset-Disclosures/AMP-2011.pdf](http://www.powerco.co.nz/uploaded_files/Publications-and-Disclosures/Statutory-Documents/Asset-Disclosures/AMP-2011.pdf)

POWERCO. (2012). Asset Management Plan 2012. Recuperado Marzo 11, 2017, De.

[http://www.powerco.co.nz/uploaded\\_files/Publications-and-Disclosures/Statutory-Documents/Asset-Disclosures/Powerco-AMP-2012.pdf](http://www.powerco.co.nz/uploaded_files/Publications-and-Disclosures/Statutory-Documents/Asset-Disclosures/Powerco-AMP-2012.pdf)

POWERCO. (2013). Asset Management Plan 2013. Recuperado Marzo 11, 2017, De.

[http://www.powerco.co.nz/uploaded\\_files/Publications-and-Disclosures/New/Disclosures/AMP-2013.pdf](http://www.powerco.co.nz/uploaded_files/Publications-and-Disclosures/New/Disclosures/AMP-2013.pdf)

POWERCO. (2014). Asset Management Plan 2014. Recuperado Marzo 11, 2017, De.

[http://www.powerco.co.nz/uploaded\\_files/Publications-and-Disclosures/New/Disclosures/Asset-Management-Plan-Update-2014.pdf](http://www.powerco.co.nz/uploaded_files/Publications-and-Disclosures/New/Disclosures/Asset-Management-Plan-Update-2014.pdf)

POWERCO. (2015). Asset Management Plan2015. Recuperado Marzo 11, 2017, De.

[http://www.powerco.co.nz/uploaded\\_files/Publications-and-Disclosures/New/Disclosures/Electricity-Default-Price-Quality-Compliance-Statement-2015---Web-version.pdf](http://www.powerco.co.nz/uploaded_files/Publications-and-Disclosures/New/Disclosures/Electricity-Default-Price-Quality-Compliance-Statement-2015---Web-version.pdf)

POWERCO. (2016). Asset Management Plan 2016. Recuperado Marzo 11, 2017, De.

[http://www.powerco.co.nz/uploaded\\_files/Publications-and-Disclosures/New/Disclosures/POWERCO-AMP16-Interactive-PDF.pdf](http://www.powerco.co.nz/uploaded_files/Publications-and-Disclosures/New/Disclosures/POWERCO-AMP16-Interactive-PDF.pdf)

POWERCO. (2017). Asset Management Plan 2017. Recuperado June 11, 2017, De. [http://www.powerco.co.nz/uploaded\\_files/POWERCO%20Asset%20Management%20Plan%202017.pdf](http://www.powerco.co.nz/uploaded_files/POWERCO%20Asset%20Management%20Plan%202017.pdf)

Shahidehpour.M, Ferrero, R. (2005). Chronological Strategies for Power System Asset Management. IEEE Power y energymagazine, 33. Mayo 2017, Recuperado de IEEE Base de datos

TASNETWORK. (2015). AMP 2015-2020. Recuperado Marzo 02, 2017, De.

<https://www.aer.gov.au/system/files/Tas-Networks%20-%20TN025%20-%20Facilities%20Asset%20Management%20Plan%202015-2020%20-%20January%202016.pdf>

- TASNETWORK. (2015). Strategic Asset Management Plan. Recuperado Marzo 02, 2017, De.  
<https://www.aer.gov.au/system/files/Tas-Networks%20-%20TN023%20-%20Tas-Networks%20Strategic%20Asset%20Management%20Plan%202015%20-%20January%202016.pdf>
- Tatsuki, O. Tsuguhiro.T. (2012). Development of Asset Management Support Tools for Electric Power Equipment. IEEE, 5. Mayo 2017, Recuperado de IEEE Base de datos.
- Thanapong. (2014). Asset Management of Power Transformer: Optimization of Operation and Maintenance Costs. IEEE, 0, 1-2. Mayo 2017, Recuperado de IEEE Base de datos.
- The Institute of Asset Management. (June 2014). The Self-Assessment Methodology - Guidance.
- TRANSGRID. (2012). State Highway Asset Management Plan 2012–2015. Recuperado Marzo 15, 2017, De.  
<http://www.nzta.govt.nz/assets/resources/state-highway-asset-management-plan/docs/state-highway-asset-mgmt-plan-2012-2015.pdf>
- TRANSPower. (2013). Asset Management Strategy. Recuperado Marzo 02, 2017, De.  
[https://www.transpower.co.nz/sites/default/files/uncontrolled\\_docs/Asset%20Management%20Strategy.pdf](https://www.transpower.co.nz/sites/default/files/uncontrolled_docs/Asset%20Management%20Strategy.pdf)
- TRANSPower. (2013). Lifecycle Strategy DELIVERY. Recuperado Marzo 02, 2017, De.  
[https://www.transpower.co.nz/sites/default/files/uncontrolled\\_docs/Delivery%20Lifecycle%20Strategy.pdf](https://www.transpower.co.nz/sites/default/files/uncontrolled_docs/Delivery%20Lifecycle%20Strategy.pdf)
- TRANSPower. (2013). Lifecycle Strategy DISPOSAL AND DIVESTMENT. Recuperado Marzo 02, 2017, De.  
[https://www.transpower.co.nz/sites/default/files/uncontrolled\\_docs/Disposal%20and%20Divestments%20Lifecycle%20Strategy.pdf](https://www.transpower.co.nz/sites/default/files/uncontrolled_docs/Disposal%20and%20Divestments%20Lifecycle%20Strategy.pdf)
- TRANSPower. (2013). Lifecycle Strategy MAINTENANCE. Recuperado Marzo 02, 2017, De.  
[https://www.transpower.co.nz/sites/default/files/uncontrolled\\_docs/Maintenance%20Lifecycle%20Strategy.pdf](https://www.transpower.co.nz/sites/default/files/uncontrolled_docs/Maintenance%20Lifecycle%20Strategy.pdf)
- TRANSPower. (2013). Lifecycle Strategy OPERATIONS. Recuperado Marzo 02, 2017, De.  
[https://www.transpower.co.nz/sites/default/files/uncontrolled\\_docs/Operations%20Lifecycle%20Strategy.pdf](https://www.transpower.co.nz/sites/default/files/uncontrolled_docs/Operations%20Lifecycle%20Strategy.pdf)
- TRANSPower. (2013), Lifecycle Strategy PLANNING. Recuperado Marzo 02, 2017, De.  
[https://www.transpower.co.nz/sites/default/files/uncontrolled\\_docs/Planning%20Lifecycle%20Strategy.pdf](https://www.transpower.co.nz/sites/default/files/uncontrolled_docs/Planning%20Lifecycle%20Strategy.pdf)
- UNISON. (2016). Plan Asset Management 2016. . Recuperado Marzo 21, 2017, De.  
<http://www.unison.co.nz/tell-me-about/unison-group/publications-disclosures/asset-management-plan>
- VECTOR. (1999). Asset Management Plan 1999/2000 and 2000/2001. Recuperado Marzo 21, 2017, De.  
<https://vectorwebstoreprd.blob.core.windows.net/blob/vector/media/vector-regulatory-disclosures/vector-electricity-amp-1999.pdf>
- VECTOR. (2013). Electricity Asset Management Plan 2013 – 2023. Recuperado Marzo 21, 2017, De.  
<https://www.vector.co.nz/documents/101943/102874/Vector+-+Electricity+AMP+-+2013.pdf/052b01a0-eb94-4a81-b5d9-7128082259a6>
- VECTOR. (2014). Electricity Asset Management Plan Update, 2014. Recuperado Marzo 21, 2017, De.  
<https://vectorwebstoreprd.blob.core.windows.net/blob/vector/media/vector-regulatory-disclosures/electricity-amp-update-2014-v2-0-approved-for-issue.pdf>

VECTOR. (2015). Electricity Asset Management Plan Update, 2015. Recuperado Marzo 21, 2017, De.

<https://vectorwebstoreprd.blob.core.windows.net/blob/vector/media/vector-regulatory-disclosures/electricity-amp-update-2015.pdf>

VECTOR. (2016). Electricity Asset Management Plan 2016 – 2026. Recuperado Marzo 21, 2017, De.

<https://vectorwebstoreprd.blob.core.windows.net/blob/vector/media/vector-regulatory-disclosures/electricity-asset-management-plan-2016-2026.pdf>

VECTOR. (2017). Electricity Asset Management Plan Update. Recuperado Abril 17, 2017, De.

<https://vectorwebstoreprd.blob.core.windows.net/blob/vector/media/vector-regulatory-disclosures/final-electricity-amp-update-2017.pdf>

WAIPA NETWORKS LIMITED. Asset Management Policy. Recuperado Marzo 21, 2017, De.

[http://waipanetworks.co.nz/wp-content/uploads/2016/04/10\\_007547300\\_1457050909.pdf](http://waipanetworks.co.nz/wp-content/uploads/2016/04/10_007547300_1457050909.pdf)

WAIPA NETWORKS LIMITED. (2017). Asset Management Plan 1 Abril 2017 to 31 Marzo 2027. Recuperado Mayo 03, 2017, De.

[http://waipanetworks.co.nz/wp-content/uploads/2016/03/AMP-1-apr-2017-to-31-mar-2027-AMP2017\\_published.pdf](http://waipanetworks.co.nz/wp-content/uploads/2016/03/AMP-1-apr-2017-to-31-mar-2027-AMP2017_published.pdf)

WAIPA NETWORKS LIMITED. (2016). Asset Management Plan 1 Abril 2016 to 31 Marzo 2026. Recuperado Marzo 21, 2017, De.

[http://waipanetworks.co.nz/wp-content/uploads/2016/04/10\\_068380400\\_1459379601.pdf](http://waipanetworks.co.nz/wp-content/uploads/2016/04/10_068380400_1459379601.pdf)

WAIPA NETWORKS LIMITED. (2013). Asset Management Plan 1 Abril 2013 to 31 Marzo 2023. Recuperado Marzo 21, 2017, De.

Waqar, H. Abrar, H. (2013). Governance Structures for Engineering and Infrastructure Asset Management. Technology Management for Emerging Technologies, 1229-1234. Mayo 2017, Recuperado de IEEE Base de datos.

[http://waipanetworks.co.nz/wp-content/uploads/2016/04/10\\_013082800\\_1364435970.pdf](http://waipanetworks.co.nz/wp-content/uploads/2016/04/10_013082800_1364435970.pdf)

WELLINGTON ELECTRICITY. (2016). 10 Year Asset Management Plan. Recuperado Marzo 21, 2017, De.

<http://www.wel.co.nz/disclosures/2016-asset-management-plan>

WELLINGTON ELECTRICITY. (2017). 10 Year Asset Management Plan. Recuperado Abril 17, 2017, De.

<https://www.wel.co.nz/disclosures/2017-asset-management-plan/>

WELNETWORKS. (2007). Asset Management Plan 21 August 2007. Recuperado Marzo 21, 2017, De.

<https://www.wel.co.nz/UserFiles/WelNetworks/File/Asset%20Management%20Plan%202007.pdf>

WELNETWORKS. (2008). Asset Management Plan 18 November 2008. Recuperado Marzo 21, 2017, De.

<https://www.wel.co.nz/UserFiles/WelNetworks/File/AssetManagementPlanNovember2008.pdf>

WELNETWORKS. (2009). Asset Management Plan 15 December 2009. Recuperado Marzo 21, 2017, De.

<https://www.wel.co.nz/UserFiles/WelNetworks/File/AssetManagementPlan2009.pdf>

WELNETWORKS. (2010). Asset Management Plan 14 December 2010. Recuperado Marzo 21, 2017, De.

<https://www.wel.co.nz/UserFiles/WelNetworks/File/Asset%20Management%20Plan%202010.pdf>

- WELNETWORKS. (2011). Asset Management Plan 19 December 2011. Recuperado Marzo 21, 2017, De.  
<https://www.wel.co.nz/UserFiles/WelNetworks/File/Asset%20ManagementPlanDec%202011.PDF>
- WELNETWORKS. (2013). Asset Management Plan 2016. Recuperado Marzo 21, 2017, De.  
<https://www.wel.co.nz/UserFiles/WelNetworks/File/Final%20Asset%20Management%20Plan%2027%20Marzo%202013.pdf>
- WELNETWORKS. (2014). Asset Management Plan 2016. Recuperado Marzo 21, 2017, De.  
[https://www.wel.co.nz/UserFiles/WelNetworks/File/2014%20AMP%20Update6\(1\).pdf](https://www.wel.co.nz/UserFiles/WelNetworks/File/2014%20AMP%20Update6(1).pdf)
- WELNETWORKS. (2015). Asset Management Plan 2016. Recuperado Abril 01, 2017, De.  
<https://www.wel.co.nz/Publications/AssetManagementPlan/2015/files/assets/basic-html/page6.html>
- WELNETWORKS. (2016). Asset Management Plan 2016. Recuperado Abril 01, 2017, De. [https://www.wel.co.nz/UserFiles/WelNetworks/File/2016%20WEL%20Networks%20Asset%20Management%20Plan%20\(LR\).pdf](https://www.wel.co.nz/UserFiles/WelNetworks/File/2016%20WEL%20Networks%20Asset%20Management%20Plan%20(LR).pdf)
- WESTPOWER. (2003). Asset Management Plan 2003. Recuperado Marzo 15, 2017, De.  
[http://www.westpower.co.nz/system/files/resources/Create%20Resource/amp\\_2003.pdf](http://www.westpower.co.nz/system/files/resources/Create%20Resource/amp_2003.pdf)
- WESTPOWER. (2004). Asset Management Plan 2004. Recuperado Marzo 15, 2017, De.  
[http://www.westpower.co.nz/system/files/resources/amp\\_2004.pdf](http://www.westpower.co.nz/system/files/resources/amp_2004.pdf)
- WESTPOWER. (2005). Asset Management Plan 2005. Recuperado Marzo 15, 2017, De.  
[http://www.westpower.co.nz/system/files/resources/amp\\_2005.pdf](http://www.westpower.co.nz/system/files/resources/amp_2005.pdf)
- WESTPOWER. (2010). Asset Management Plan 2010 – 2019. Recuperado Marzo 15, 2017, De.  
[http://www.westpower.co.nz/system/files/resources/amp\\_2010\\_2019.pdf](http://www.westpower.co.nz/system/files/resources/amp_2010_2019.pdf)
- WESTPOWER. (2011). Asset Management Plan 2011 – 2020. Recuperado Marzo 15, 2017, De. [http://www.westpower.co.nz/system/files/resources/amp\\_2011\\_2020.pdf](http://www.westpower.co.nz/system/files/resources/amp_2011_2020.pdf)
- WESTPOWER. (2012). Asset Management Plan 2012 – 2021. Recuperado Marzo 15, 2017, De. [http://www.westpower.co.nz/system/files/resources/amp\\_2012\\_2021.pdf](http://www.westpower.co.nz/system/files/resources/amp_2012_2021.pdf)
- WESTPOWER. (2013). Asset Management Plan 2013 – 2023. Recuperado Marzo 15, 2017, De. [http://www.westpower.co.nz/system/files/resources/amp\\_2013\\_2023.pdf](http://www.westpower.co.nz/system/files/resources/amp_2013_2023.pdf)
- WESTPOWER. (2014). Asset Management Plan 2014 - 2024. Recuperado Marzo 15, 2017, De.  
[http://www.westpower.co.nz/system/files/resources/AssetManagementPlan2014\\_0.pdf](http://www.westpower.co.nz/system/files/resources/AssetManagementPlan2014_0.pdf)
- WESTPOWER. (2015). Asset Management Plan 2015 - 2025. Recuperado Marzo 15, 2017, De.  
[http://www.westpower.co.nz/system/files/resources/AMP\\_2015-2025\\_Web.pdf](http://www.westpower.co.nz/system/files/resources/AMP_2015-2025_Web.pdf)
- WESTPOWER. (2016). Asset Management Plan 2016 – 2026. Recuperado Marzo 15, 2017, De.  
[http://www.westpower.co.nz/system/files/resources/AMP-2016-26\\_Web\\_V2.pdf](http://www.westpower.co.nz/system/files/resources/AMP-2016-26_Web_V2.pdf)
- Zuashkiani,A. Schoenmaker,R. Parlikad,A. Jafari,M. (2014). A critical examination of asset management curriculum in Europe, North America and Australia. IEEE, 2. Mayo 2017, Recuperado de IEEE Base de datos.