

**MODELO INTEGRAL PARA EL GERENCIAMIENTO DEL MANTENIMIENTO EN
PYMES INDUSTRIALES, BAJO LOS REQUERIMIENTOS DE LA NORMA
PAS55**

HERLINTON HERALDO ARÉVALO SANTANA

CARLOS ARTURO PÉREZ BUENO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA

2012

**MODELO INTEGRAL PARA EL GERENCIAMIENTO DEL MANTENIMIENTO EN
PYMES INDUSTRIALES, BAJO LOS REQUERIMIENTOS DE LA NORMA
PAS55**

HERLINTON HERALDO ARÉVALO SANTANA

CARLOS ARTURO PÉREZ BUENO

Monografía de Grado presentada como requisito para optar por el título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento

Director: FABIO GONZÁLEZ

Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA

2012

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por haberme dado la oportunidad de cursar y a buen término la especialización.

A mi familia, por ser siempre un apoyo incondicional y mi razón de vida.

A mis compañeros de estudio y profesores de la especialización, porque a través de su experiencia y conocimiento me han permitido formarme como un mejor profesional y como persona.

A mi director de proyecto, por encaminar mi trabajo y brindarme su invaluable conocimiento.

Herlinton Heraldo Arévalo Santana

Al Dios todopoderoso por permitirme cursar estos estudios de especialización.

A mis padres, mi esposa y mis hijos porque son el motor de todas mis metas y por su apoyo y soporte durante todo el tiempo transcurrido en este postgrado.

A nuestro director de proyecto por habernos brindado sus conocimientos y experiencias de forma incondicional en pro de la adecuada elaboración de nuestra monografía.

A la Universidad Industrial de Santander por brindarnos esta formación de alto nivel académico con la intervención de profesores altamente especializados en cada una de sus materias.

Carlos Arturo Pérez Bueno

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. CONTEXTO GENERAL	18
1.1 EL PROBLEMA	18
1.2 OBJETIVOS	20
1.2.1 Objetivo General	20
1.2.2 Objetivos Específicos.....	20
1.3 JUSTIFICACIÓN	21
1.4 EVOLUCIÓN HISTORICA DE LA GESTIÓN DE ACTIVOS FÍSICOS	22
1.5 ESTRATEGIA METODOLÓGICA DEL PROYECTO	25
2. MARCO CONCEPTUAL	27
2.1 QUÉ ES UN ACTIVO ?.....	28
2.1.1 Clasificación de los Activos Físicos.....	30
2.2 GESTIÓN DE ACTIVOS.....	30
2.3 SISTEMA DE GESTIÓN DE ACTIVOS.....	32
2.4 CICLO DE VIDA EN LA GESTIÓN DE ACTIVOS.....	36
2.5 BALANCED SCORECARD.....	39
2.6 MAPA ESTRATÉGICO ORGANIZACIONAL	43
2.7 AUDITORÍA DE MANTENIMIENTO	44
2.7.1 Evaluación de activos, condiciones y necesidades	46
2.7.2 Comprensión de la función mantenimiento	47
2.7.3 Evaluación de los cambios y mejoras requeridas.....	49
2.7.4 Elaboración de reporte para revisión de la gestión.....	50
2.8 MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD.....	51
3. MODELOS DE GESTIÓN DE ACTIVOS FÍSICOS Y PAS55	53
3.1 GENERALIDADES.....	53

3.2	COMPONENTES DE UN SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN DE ACTIVOS	55
3.2.1	El Core	57
3.2.2	Conocimiento y Prácticas	59
3.2.3	Área de Soporte	60
3.3	PAS 55: ESTRUCTURA Y REQUERIMIENTOS	60
3.4	PASOS PARA IMPLEMENTAR UN MODELO DE GESTIÓN DE ACTIVOS FÍSICOS	67
3.5	DISTRIBUCIÓN DE LOS MODELOS DE GESTIÓN DE ACTIVOS	68
3.6	MACROPROCESOS DE MANTENIMIENTO	69
3.7	MODELOS DE GESTIÓN DE ACTIVOS EXISTENTES	71
3.7.1	Modelo Tradicional	71
3.7.2	Modelo SAM	74
3.7.3	Modelo Conceptual del IAM	75
3.7.4	Modelo SAMI	78
3.7.5	Modelo BMM	83
3.7.6	Modelo LCE	85
3.7.7	Otros Modelos	87
4.	MODELOS DE EXCELENCIA OPERACIONAL Y CALIDAD	89
4.1	GENERALIDADES	89
4.2	MODELO DEMING (PHVA)	90
4.3	MODELO MALCOLM BALDRIGE	91
4.4	MODELO EFQM	93
4.5	EL DIAMANTE DE PORTER	98
5.	DESARROLLO DEL MODELO DE GESTIÓN DE ACTIVOS	102
5.1	CONSIDERACIONES GENERALES	102
5.2	QUÉ ES UNA PYME INDUSTRIAL?	104
5.3	MANTENIMIENTO EN EL MAPA DE PROCESOS Y ESTRATÉGICO DE LAS PYMES	106
5.4	ELECCIÓN DEL MODELO DE EXCELENCIA Y CALIDAD	109
5.4.1	Interrelación del Modelo EFQM y Mantenimiento	111
5.5	DESARROLLO DE LA MATRIZ DE INTEGRACIÓN	115
5.6	VERSIÓN GRÁFICA DEL MODELO	116
5.6.1	Etapa de Planificación	118
5.6.2	Etapa de Ejecución	120

5.6.3	Etapa de Resultados.....	122
5.6.4	Etapa de Actuación.....	122
5.7	VIABILIDAD DE APLICACIÓN DEL MODELO SIGAFPI	123
5.8	PORQUÉ APLICAR EL MODELO SIGAFPI EN SU ORGANIZACIÓN?	127
5.9	EN CUÁNTO TIEMPO SE PUEDE IMPLEMENTAR EL MODELO SIGAFPI? .	129
5.10	CÓMO ABORDAR EL MODELO SIGAFPI?	130
5.11	CONSIDERACIONES FINALES DEL MODELO.....	131
	CONCLUSIONES	132
	BIBLIOGRAFÍA	135

LISTA DE GRÁFICAS

Pág.

Gráfica 1. Enfoque y Contexto del Negocio de PAS55 en relación a las categorías de activos.....	28
Gráfica 2. Niveles de Gestión de Activos.....	29
Gráfica 3. Principios y atributos claves en la gestión de activos.....	33
Gráfica 4. Vista global del sistema de gestión de activos y su relación al plan estratégico.....	34
Gráfica 5. Elementos de planificación e integración de un sistema de gestión de activos.....	35
Gráfica 6. Ciclo de vida de los Activos Físicos.....	37
Gráfica 7. Estructura del Balanced Scorecard.....	40
Gráfica 8. Modelo de Gestión de proyectos basado en Mapas Estratégicos.....	42
Gráfica 9. Mapa estratégico y Balanced Scorecard.....	44
Gráfica 10. Procedimiento de Inspección de planta y activos.....	47
Gráfica 11. Elementos del cuestionario de auditoria.....	49
Gráfica 12. Opciones para el cambio.....	50
Gráfica 13. Análisis comparativo para el informe final de auditoria.....	51
Gráfica 14. Panorama general de la Gestión de Activos.....	56
Gráfica 15. Prioridades de trabajo acorde a niveles de activos.....	61
Gráfica 16. Estructura del Sistema de Gestión de Activos y requisitos.....	62
Gráfica 17. Formas de distribución de modelos de gestión de activos.....	68
Gráfica 18. Modelo tradicional de gestión de activos.....	71
Gráfica 19. Modelo de Operaciones de Manufactura.....	73
Gráfica 20. Modelo SAM de gestión de activos.....	74
Gráfica 21. Modelo de gestión de activos del IAM.....	76
Gráfica 22. Detalle de componentes del modelo conceptual.....	76
Gráfica 23. Requerimientos de la gestión de competencias IAM.....	78
Gráfica 24. Modelo SAMI.....	79
Gráfica 25. Pirámide SAMI.....	79
Gráfica 26. Modelo SAMI Reducido.....	81
Gráfica 27. Primera propuesta para administración de activos SAMI.....	82
Gráfica 28. Segunda propuesta para administración de activos SAMI.....	82

Gráfica 29. Modelo de Gestión PMM Institute for Learning	83
Gráfica 30. Modelo de Gestión de Competencias PMMLearning	84
Gráfica 31, Modelo de Gestión del ciclo de vida PMMLearning.....	85
Gráfica 32. Modelo LCE de Gestión de Activos	86
Gráfica 33. Esquema de análisis de riesgos del modelo LCE	87
Gráfica 34. Modelo de Gestión de Activos del EFNMS (European Federation of National Maintenance Societes)	88
Gráfica 35. Modelo de Gestión de Activos del Asset Management Council	88
Gráfica 36. Circulo de Deming	91
Gráfica 37. Modelo EFQM de Excelencia	94
Gráfica 38. Modelo de diamante de Michael Porter	100
Gráfica 39. Mapa de procesos Típico de una empresa industrial	107
Gráfica 40. Mapa Estratégico de la Creación de Valor	108
Gráfica 41. Pirámide de la Creación de Valor	108
Gráfica 42. Representación Grafica del Criterio 4 de EFQM	112
Gráfica 43. Representación Grafica del Criterio 7 de EFQM	114
Gráfica 44. Representación Grafica del Criterio 9 de EFQM	114
Gráfica 45. Interrelación de conceptos para generación de la matriz de integración	116
Gráfica 46. Versión grafica del modelo SIGAFPI.....	117
Gráfica 47. Matriz de Capacitación para el cambio en la productividad y la competitividad	120

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Sujetos Clave de la Gestión de Activos	58
Tabla 2. Comparación de requisitos entre Sistemas de Gestión	63
Tabla 3. Características generales del modelo EFQM.....	97
Tabla 4. Fortalezas y Debilidades del modelo EFQM	98
Tabla 5. Clasificación de las Empresas según la legislación colombiana	105
Tabla 6. Requerimientos de EFQM por tipo de organización.	109
Tabla 7. Esquema de contenido del modelo EFQM para pymes	110
Tabla 8. Distribución de Empresas en Colombia a comienzos de 2012	123
Tabla 9. Número de establecimientos empresariales a nivel nacional 2005.....	124
Tabla 10. Estructura productiva nacional por actividad económica 2005	124
Tabla 11. Empresas certificadas por ISO en Calidad - Años 2004 a 2008	126

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Matriz de Integración del modelo propuesto	140

RESUMEN

TÍTULO: MODELO INTEGRAL PARA EL GERENCIAMIENTO DEL MANTENIMIENTO EN PYMES INDUSTRIALES, BAJO LOS REQUERIMIENTOS DE LA NORMA PAS55.¹

AUTOR(ES): HERLINTON HERALDO ARÉVALO SANTANA, CARLOS ARTURO PÉREZ BUENO.²

PALABRAS CLAVES: GESTIÓN DE ACTIVOS FÍSICOS, PAS55, AUDITORÍA DE MANTENIMIENTO, GESTIÓN DE CALIDAD Y EXCELENCIA OPERATIVA, MODELO EFQM, PYMES INDUSTRIALES, BALANCED SCORECARD.

DESCRIPCIÓN:

La finalidad de este proyecto es proponer un modelo para gerenciar el mantenimiento en las pymes de tipo industrial que incorpore las recomendaciones del estándar normativo británico PAS55 y los conceptos de gestión de calidad y excelencia operativa. Este modelo debe permitir a las organizaciones apropiarse fácilmente de los conceptos clave para la gestión integral de activos físicos, para luego adoptarlos y adaptarlos a sus necesidades específicas y generar propio sistema, en pro de aumentar la confiabilidad y disponibilidad de su aparato productivo, alineando la política, estrategia, objetivos y planes del área de mantenimiento con sus pares a nivel de la organización, y generando que todas las áreas de la empresa desarrollen un trabajo coordinado en torno al ciclo de vida del activo físico como eje del modelo.

La metodología empleada consiste en una revisión de los requerimientos establecidos por PAS55, como base para entender cómo funciona un sistema de gestión de activos físicos. Seguidamente se ha desarrollado un marco teórico que desarrolla en detalle los conceptos clave de dicho sistema, una descripción de los modelos de activos existentes y finalmente los conceptos en torno a los sistemas de gestión de calidad y excelencia.

El producto final del proyecto es una matriz de integración de conceptos que de forma breve y organizada por temas, propone una guía que orienta a las empresas para que desarrollen e implementen su propio modelo de gestión integral de activos, y que se complementa con un modelo gráfico que resume las interacciones entre los componentes del modelo. En esencia, el modelo es una propuesta teórica pero que está fundamentada en un trabajo serio de investigación sobre las mejores prácticas en el tema del mantenimiento y con un gran potencial de aplicación por la cantidad de organizaciones industriales en Colombia que quieren mejorar en calidad y productividad.

¹ Trabajo de grado

² Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Director: Ing. Fabio González

SUMMARY

TITLE: INTEGRAL MODEL FOR MAINTENANCE MANAGING IN INDUSTRIAL PYMES, UNDER STANDARD PAS55 REQUIREMENTS.³

AUTHORS: HERLINTON HERALDO AREVALO SANTANA, CARLOS ARTURO PEREZ BUENO.⁴

KEY WORDS: PHYSICAL ASSET MANAGEMENT, PAS55, MAINTENANCE AUDITION, QUALITY MANAGEMENT AND OPERATIONAL EXCELLENCE, EFQM MODEL, INDUSTRIAL PYMES, BALANCED SCORECARD.

DESCRIPTION:

This Project purpose is to propose a model for maintenance management on industrial PYMES kind in which will be incorporated the recommendations for British normative standard PAS55 and the quality management, and operative excellence. This model must permit to the organizations to own easily the key concepts for integral management of physical assets, then adopt and adapt to their own necessities and generate an appropriate system, towards increasing the reliability and availability of its productive, aligning policy, strategy, goals, and maintenance area plans with its peers at organizational level, and generating that all the areas a coordinated work around a life cycle for the physical asset as a heart model.

The methodology used consists on a revision for the established requirements on PAS55, as a basis for understanding how a management system works for physical assets. Furthermore, a theoretical framework which develop in detail the key concepts for the system, a description for the active models and finally the concepts around quality management systems and excellence.

The project final product is an integration matrix of concepts that in a brief and organized by subjects, propose a guide which orients enterprises to develop and implement their own model of integral model management, and it is complemented with a graphical model that summarizes the iterations between the model components. Essentially the model is theoretical proposal but it is based on serious work on research over the best practices on the maintenance subject, and with a great application potential for the quantity of industrial organizations in Colombia which requires to improve quality and productivity.

³ Grade monograph

⁴ Faculty of Engineering Physics and Mechanics, School of Mechanical Engineering, Director: Eng. Fabio González

INTRODUCCIÓN

Las empresas de clase mundial son reconocidas por su alta calidad, la eficiencia de sus procesos y la satisfacción que brindan a sus clientes a través de los bienes y servicios que prestan. Además, se destacan también porque son empresas comprometidas con la mejora continua y para ello se apropian y llevan a cabo las mejores prácticas de la industria, y entre ellas aparecen los sistemas de gestión integral como un factor determinante para que la empresa alcance sus objetivos estratégicos, incluyendo desde luego los financieros. Por otra parte, son empresas que han fortalecido a sus áreas de mantenimiento y han roto el paradigma que son áreas secundarias de la organización y que solo generan gastos, para pasar a una nueva dimensión en la cual se les considera como áreas que aportan valor a la empresa.

Es así como los modelos de mantenimiento de activos, llámense edificaciones, vehículos, maquinas, etc., han evolucionado de la mano con los avances tecnológicos, el desarrollo de los sistemas de gestión, la aparición de estándares normativos y la continua necesidad de reducir costos sin sacrificar aspectos como la eficiencia, la seguridad, el medio ambiente, y la confiabilidad y disponibilidad de dichos activos.

Una meta de las organizaciones que están peldaños más abajo que las empresas de clase mundial como lo son las pymes industriales, es parecerse o al menos tratar de acercarse un poco a esa clase mundial en la medida de sus posibilidades. Sin embargo, existen varias barreras que dificultan obtener esa meta como lo son la disponibilidad de dinero, la cultura del resultado inmediato, una débil estructura organizacional, el simple desinterés, la idea errónea que para mejorar se tienen que hacer grandes inversiones y que no se obtiene retorno de la inversión, y finalmente romper el paradigma que las metodologías y

herramientas implementadas por las empresas clase mundial son muy robustas y sencillamente imposibles de aplicar en organizaciones más pequeñas.

Por ejemplo, si bien es cierto que si una empresa que quiere certificarse en calidad debe invertir determinado capital, y que el fin último no debe ser obtener simplemente una certificación sino que su sistema de gestión de calidad implementado contribuya progresivamente con la obtención de las metas empresariales, progresivamente se verá cómo se obtiene el retorno de la inversión representado en la mejora de sus indicadores y rendimiento económico.

Reuniendo todo lo anterior se tiene un panorama claro que muestra hacia donde se debe orientar el futuro del mantenimiento dentro de las organizaciones, y dicho futuro ya tiene nombre propio y se le conoce como sistema de gestión integral de activos físicos. Básicamente es un sistema muy similar en estructura a un sistema de gestión de calidad, por tanto es complementario, y las grandes empresas de clase mundial ya han demostrado con creces las bondades y múltiples beneficios de incorporar esta práctica.

Pero, por qué no hacer partícipes a las pymes industriales de resultados similares con la aplicación de los modelos de gestión de activos? Es una práctica solo al alcance de las grandes empresas? La respuesta a estos interrogantes será resuelta a lo largo de este proyecto y uno de los objetivos primordiales es acercar el tema de la gestión de activos físicos a las pymes para indicarles de forma práctica y sencilla cómo pueden incorporar los conceptos y aplicarlos acorde a sus necesidades específicas propias y del entorno, para así alcanzar la meta de crecimiento y sostenimiento en el mercado. Sin más preámbulo se dará la introducción al tema del mantenimiento y la gestión de activos.

1. CONTEXTO GENERAL

1.1 EL PROBLEMA

El objetivo de un gerente es maximizar el valor de su organización, y para ello y en un mundo tan cambiante como el actual debe apropiarse de las herramientas tecnológicas y del conocimiento que aporten a crear ese valor para incorporarlas en la empresa. Desde luego, un gerente de mantenimiento debe buscar la manera de optimizar el desempeño de su departamento y crear valor, garantizando la máxima disponibilidad de los equipos y haciendo el uso eficiente de los recursos económicos, de personal, inventarios y demás que estén a su cargo.

Una de esas herramientas es la certificación de procesos. Hoy en día se habla en todas las organizaciones sobre la implementación de estándares de calidad, de seguridad y salud ocupacional, y de gestión ambiental, pero empiezan a tomar relevancia otros aspectos como la responsabilidad social y es allí en donde normativas como la PAS55 cobran importancia porque potencian el conocimiento y la aplicación de las mejores prácticas en gestión de activos en las empresas.

Por otra parte, en la mayoría de las empresas el departamento de mantenimiento es visto como un área relegada e ineficiente, ubicada en los sótanos o los sitios más recónditos de las plantas de producción, y la cual solo tiene la función de “apagar incendios” cuando se para la producción y hay daños graves en los equipos. Se suele pensar que mantenimiento no es un área estratégica para la organización y en ese sentido, que no aporta valor a los productos y servicios que ofrece la empresa. Sin embargo, en un mundo más competitivo los paradigmas cambian, la cultura cambia, y se ha comenzado a dar a mantenimiento la importancia que realmente debe tener dentro de las empresas, demandando por tanto personal especializado e idóneo que esté al frente de estas áreas y que no

se limite solo a reaccionar, sino que “gerencie” su departamento y se hable de tú a tú con las demás áreas de la empresa.

Desde este punto de vista, la certificación de las áreas de mantenimiento y la aplicación de modelos de gerencia ayudan a transformar el concepto del mantenimiento, pasando de ser un área de apoyo a un área estratégica, que de la mano con el área operativa y/o de producción hagan crecer el valor de la empresa, y lo trasladen los clientes, proveedores, departamentos internos de la compañía y demás involucrados con la organización.

Existen diversas metodologías para el gerenciamiento y también diferentes estándares normativos, pero solamente la correcta selección y aplicación de estos, en alineamiento con los objetivos de la organización serán una valiosa herramienta para que el mantenimiento se torne como un área relevante y al mismo nivel que sus pares en las organizaciones competitivas del siglo XXI.

Por otra parte, se tiene la falsa creencia que herramientas como los modelos de gestión de activos físicos solo están diseñadas para ser implementadas por las grandes corporaciones mundiales y por tanto son vistas como inalcanzables para las organizaciones de menor grado como es el caso de las pymes. Sin embargo, siempre es posible copiar las mejores prácticas y adaptar los modelos a las necesidades específicas de cada empresa. El fin último de un sistema de gestión no debe ser obtener una certificación o un cartón; el objetivo real debe ser la implementación de esas comprobadas “mejores prácticas de la industria” para mejorar en calidad, competitividad y procesos.

Por los motivos anteriormente expuestos toma relevancia el tema de la gestión del mantenimiento a través de la gestión de activos, pues es una metodología que aborda de manera integral a la organización para lograr la consecución de sus objetivos en el corto, mediano y largo plazo.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

DESARROLLAR UN MODELO INTEGRAL PARA EL GERENCIAMIENTO DEL MANTENIMIENTO EN PYMES INDUSTRIALES, BAJO LOS REQUERIMIENTOS DE LA NORMA PAS55.

1.2.2 Objetivos Específicos

1. Estudiar en detalle los componentes del estándar PAS55 para identificar los requisitos mínimos indispensables para su aplicación en los diferentes tipos de organizaciones empresariales.
2. Estudiar los diferentes modelos aplicados a la gestión de activos, identificando los aspectos comunes y claves para el desempeño de una buena gestión del mantenimiento.
3. Identificar los aspectos clave a tener en cuenta para la auditoria y certificación de las áreas de mantenimiento.
4. Desarrollar un modelo integral de gestión de activos que incorpore los requisitos establecidos por el estándar PAS55 y los aspectos clave para el gerenciamiento del mantenimiento en las PYMES de tipo industrial.
5. Proponer un modelo base para la implementación del estándar PAS55 en la gerencia del mantenimiento, de fácil comprensión y aplicación general en las PYMES industriales.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La PAS55 es un estándar británico concebido como un instrumento para el desarrollo de un modelo de gestión de activos físicos y su implementación en las organizaciones, aportando de esta forma a la certificación de sus procesos de mantenimiento.

Pese a que este estándar lleva casi diez años desde su creación, y con resultados altamente satisfactorios en grandes organizaciones a nivel mundial, es vista aun como un instrumento denso y complicado de implementar, solamente aplicable a las grandes empresas, poderosas económica y organizacionalmente.

Sin embargo, y dados sus comprobados resultados, PAS55 está en vía de convertirse en estándar internacional bajo la denominación de ISO55000, y muy seguramente cuando esto ocurra todas las empresas sin importar su tamaño y que quieran ser competitivas, deberán acogerse a dicha norma e incorporarla en todos sus procesos internos. Las empresas de hoy en día, para ser competitivas en el mercado, han venido aplicando progresivamente estándares a sus procesos, siendo los más extensivos y reconocidos los relacionados con la calidad, el medio ambiente y la seguridad industrial, pues resulta muy denso y costoso para las empresas la implementación y el mantenimiento de estos sistemas, cada uno por separado.

Por su estructura, PAS55 no es un sistema de gestión independiente sino un complemento a otros estándares de gestión conocidos, y debe ser visto como una serie de recomendaciones, que pese a ser diseñadas específicamente para administrar los activos físicos de las compañías, no solo se enfoca en las áreas de mantenimiento sino que involucra a otras áreas y procesos internos de las organizaciones.

En este sentido, el objetivo fundamental del proyecto es proponer un modelo general que cumpliendo con los requerimientos del estándar PAS, oriente a las

pymes industriales para hacer un buen gerenciamiento de sus áreas de mantenimiento y que hacia futuro les permita certificarlas a la luz de estándares internacionales.

Por lo extenso y riguroso del estándar se pretende desarrollar un modelo genérico sencillo que, cumpliendo con los requerimientos de la norma, pueda aplicarse a los diferentes tópicos que debe administrar un gerente de mantenimiento como lo son el personal, los inventarios, herramientas, entre otros.

1.4 EVOLUCIÓN HISTORICA DE LA GESTIÓN DE ACTIVOS FÍSICOS

La gestión de activos físicos, más que una futura tendencia en mantenimiento, es toda una realidad del presente. Desde los años 80 empezó la presión al interior de las empresas por la reducción de costos, y en tan solo los últimos 30 años desde ese entonces han surgido herramientas metodológicas, de conocimiento y tecnológicas que persiguen no solo el objetivo de costos sino también mejorar en calidad y desempeño. Para comprender como se estructuró el concepto de la gestión de activos es necesario ver como se dado su evolución histórica:

1980: La crisis industrial de la época conlleva a que las empresas se vieran avocadas a reducir costos pero sin evaluar los riesgos. Esto trajo como consecuencias pérdidas en la producción, los equipos y la seguridad.

1990: En Estados Unidos aparece el North American Maintenance Excellence Award, con el objetivo es impulsar la calidad y competencia en el uso de las mejores prácticas e identificar a las empresas líderes en su implementación.

1993: Nace en Inglaterra el IAM (Institute of Asset Management) como respuesta a la necesidad de cambiar el enfoque de la gestión existente. IAM agrupó a diversas empresas interesadas en compartir sus experiencias y mejores prácticas.

1998: Aparece un movimiento creciente que demanda la necesidad de crear los fundamentos de la metodología de la gestión de activos.

2003: Aparece el comité del BSI (British Standard Institute).

2004: Se publica la primera versión de PAS55, la cual se sustenta en los conceptos de ISO 9000, ISO 14000 y OSHA 18000.

2008: Se publica la segunda versión de PAS55, pero dada la aceptación en diferentes sectores industriales se plantea su conversión a norma ISO.

2010: En Agosto de ese año el comité técnico de ISO decide crear un estándar internacional para la gestión de activos físicos bajo la denominación ISO 55000, con base en PAS55.

Qué es la gestión de activos? La definición técnica del concepto se abordará más adelante en el marco teórico, sin embargo, un detalle interesante de entrada es ver cómo cada una de las diferentes áreas de la empresa tienen un concepto diferente sobre el término:

Para Finanzas y Contabilidad:

- Asegurar que los activos en servicio estén inventariados en los libros de la empresa.
- Que los activos sean apropiadamente depreciados y eliminados de los libros cuando sean retirados.
- Prácticas de mantenimiento preventivo que minimizan los gastos (capital y operaciones).
- Manejo prudente de los gastos de mantenimiento y operaciones para minimizar el impacto del costo sobre el cliente.

Para Operaciones y Mantenimiento:

- Asegurar la continuidad y confiabilidad operativa de los activos, a través de una ejecución apropiada del mantenimiento.
- Minimizar las acciones de emergencia debido a fallos de los activos.

Para el Departamento de Ingeniería:

- La gestión de activos se centra en la planificación y diseño del replazo y mantenimiento mayor de un sistema de activos.

Para los Ingenieros de IT:

- La gestión de activos debe encargarse del monitoreo y control de las actividades de mantenimiento y replazo de los activos.

Para la Dirección, Clientes y demás, significa:

- Confiabilidad de los servicios al más bajo coste posible.
- Restablecimiento sin falta de los servicios al presentarse una situación de emergencia.
- Contar con capacidad redundante ante fallos del sistema.
- Protección del medio ambiente.
- Resguardar la seguridad y salud pública.
- Excelente servicio al cliente.⁵

Ninguno de los anteriores puntos de vista esta incorrecto, pero un error frecuente esta en pensar que cada área tiene responsabilidades aisladas en cuanto al funcionamiento del sistema de gestión en la organización. Un sistema integrado debe establecer claramente dichas responsabilidades y también las interacciones entre áreas o departamentos.

⁵ AMENDOLA, Luis. ¿What is Asset Management? PAS 55. Mayo de 2011. p. 2.

Actualmente existen varios modelos de gestión de activos físicos, pero la distinción que propone el modelo a desarrollar es que este se orientara específicamente al sector de las pymes industriales, y por otra parte pretende de forma simple acercar el tema a las empresas del país.

Seguidamente se explicará la metodología para desarrollar el modelo.

1.5 ESTRATEGIA METODOLÓGICA DEL PROYECTO

El punto de partida es estudiar los dos componentes del estándar PAS55 para conocer cuáles son los requerimientos específicos para desarrollar e implementar un modelo de gestión de activos. Este conocimiento debe complementarse con un marco teórico, que en un primer bloque aborde conceptos relacionados con la gestión tales como que son los activos físicos, cómo se clasifican, qué es el ciclo de vida del activo, qué es una auditoria de mantenimiento, entre otros.

Un segundo bloque del marco teórico abarcará específicamente los componentes de los modelos de gestión de activos físicos y los modelos de calidad y excelencia operacional. Sobre estos dos modelos se hará una integración de conceptos. En este bloque se mencionarán los diferentes modelos existentes y se identificarán sus características y debilidades.

El siguiente paso es propiamente el desarrollo del modelo a proponer. Para ello se generara una matriz que integre los conceptos de PAS55 aplicados a la gestión de activos, junto con los conceptos de los modelos de gestión de calidad aplicados a las pymes, para entonces y por temas específicos de conocimiento indicarle a las empresas como adaptar la propuesta y generar su propio modelo de gestión integral de activos físicos, acorde a sus requerimientos específicos. La matriz estará acompañada de una versión grafica, que condense los aspectos más

relevantes del modelo propuesto y en donde fácilmente se vean las interrelaciones entre los diferentes conceptos.

La última parte del proyecto describirá brevemente porque una empresa debería acoger el modelo propuesto y hará un estudio de condiciones de viabilidad de implementación en la industria nacional.

2. MARCO CONCEPTUAL

El proyecto se fundamenta en el estudio de los requerimientos del estándar normativo BSI PAS55, orientado hacia la implementación en las empresas de un modelo integral de gestión de activos, para luego aplicarlos a los aspectos claves del gerenciamiento del mantenimiento.

La gestión de activos se define como un conjunto integrado de procesos, procedimientos y herramientas que aportan a mantener el valor de los activos de las organizaciones, en alineamiento coherente con sus planes y objetivos estratégicos, y con una participación activa en todos los niveles de la empresa.

El término “activo” no se puede restringir solo a las cosas físicas como usualmente se piensa; los activos de una organización pueden ser de dos clases: los tangibles como por ejemplo las máquinas, la planta física, herramientas, etc., y los intangibles como lo son el conocimiento, el personal, las licencias de software, etc. Incluso hoy en día el mayor valor de las empresas se encuentra en sus activos intangibles.

En mantenimiento existen diferentes herramientas y técnicas que se pueden aplicar para gerenciar activos como lo son el RCM, el TMP, el RBI y el LCC, solo por mencionar los más difundidos. Las empresas quieren aplicar o han optado por implementar el modelo que está más a la vanguardia, pero puede ser que este no se adecue a sus necesidades particulares, no porque el modelo sea inapropiado sino porque quizás es mejor la aplicación de otro o la combinación de varios.

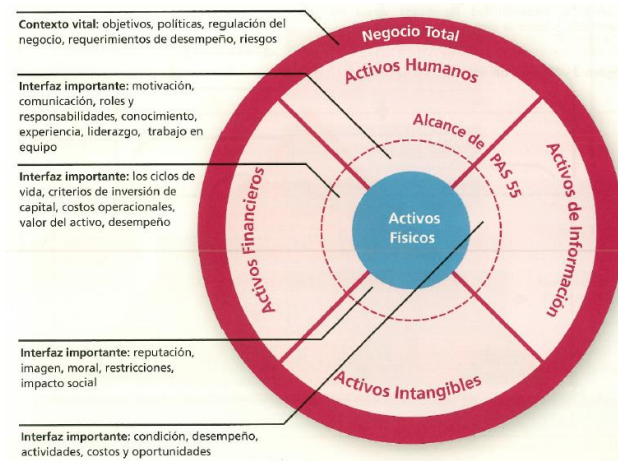
La conjunción de un estándar normativo como el PAS55 y estas técnicas han permitido desarrollar modelos integrales de gestión de activos con excelentes y comprobados resultados en grandes empresas a nivel mundial. De hecho, PAS55

está próximo a convertirse en estándar internacional bajo la denominación de ISO 55000. Para la implementación de un modelo integral de gestión de activos se deben analizar varios aspectos como lo son el tipo de empresa, los procesos internos, los recursos disponibles, entre otros, empezando con un diagnóstico que permita establecer los aspectos claves a mejorar y las fortalezas, y cuyo resultado final luego de aplicar el modelo, sea el aporte de valor a la organización.

2.1 QUÉ ES UN ACTIVO ?

Desde el punto de vista que interesa para el proyecto que son los activos físicos, PAS55 define un activo de la siguiente forma: “Plantas, maquinarias, propiedades, edificios, vehículos y otros elementos que tengan un valor específico para la organización.”⁶ Esta definición también incluye cualquier código de software que sea crítico para el suministro de la función del activo.

Gráfica 1. Enfoque y Contexto del Negocio de PAS55 en relación a las categorías de activos



Fuente: PAS 55-1:2008. Gestión de Activos Asset Management. Parte 1. p VI.

⁶ PAS 55-1:2008. Gestión de Activos Asset Management. Parte 1: Especificaciones para la gestión optimizada de activos físicos. Numeral 3.1

Hay que tener en cuenta que en las organizaciones existen cinco tipos de activos:

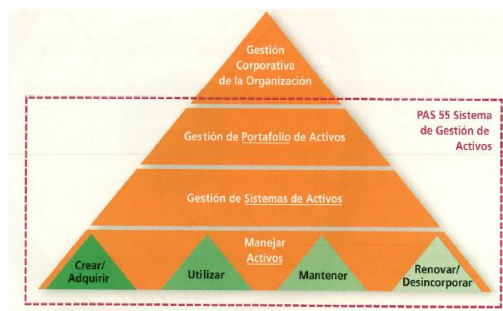
- Físicos.
- Humanos.
- De información.
- Intangibles.
- Financieros.

Estos tipos de activos guardan interrelaciones entre ellos, y pese a que un modelo de gestión de activos físicos se centra específicamente en este tipo de activo, también hace alusión a las otras categorías cuando estas guardan interrelaciones directas con ellos, en especial los activos de recurso humano y financieros.

Existen diferentes niveles en los cuales puede manejarse un activo, que van desde un simple elemento o componente de una máquina, hasta todo un portafolio de servicios, y en cada nivel se manejan una serie de retos y oportunidades. Cada empresa tiene su propio portafolio de servicios, y en esa medida, retos y oportunidades diferentes, pero si se cuenta con un adecuado sistema de gestión de activos se puede coordinar y optimizar dichos activos para alinearlos con los objetivos, prioridades y perfil de riesgo seleccionados por el usuario del sistema.

En la siguiente gráfica se aprecia como PAS55 establece los diferentes niveles de activos:

Gráfica 2. Niveles de Gestión de Activos



Fuente: PAS 55-1:2008. Gestión de Activos Asset Management. Parte 1. p VII.

2.1.1 Clasificación de los Activos Físicos

Los activos físicos se clasifican en cuatro categorías:

Plantas y producción: Industria de petróleo y gas, productos químicos, productos farmacéuticos, industrias de alimentos, sistemas electrónicos y empresas de generación de energía.

Infraestructura: Ferrocarriles, carreteras, empresas de telecomunicaciones y empresas de servicios públicos (acueducto y alcantarillado, energía eléctrica, gas).

Activos móviles: Industria militar y en general todo lo relacionado con transportes (aerolíneas, transporte marítimo, ferroviario y por carretera).

Bienes inmuebles e instalaciones: Oficinas, escuelas, hospitales.

2.2 GESTIÓN DE ACTIVOS

La gestión de activos es una tendencia que están desarrollando las empresas a nivel mundial a fin de reducir sus costos operativos y en esa medida incrementar su valor y las utilidades. De la mano de los sistemas de gestión de calidad, seguridad industrial y salud ocupacional, y gestión ambiental, aparece la gestión de activos físicos como una herramienta complementaria atada a una serie de indicadores económicos y técnicos que permiten identificar cuáles son las estrategias que las empresas deben seguir para alcanzar los objetivos de su negocio.

Qué es la Gestión de Activos? PAS55 define la gestión de activos físicos como aquellas “Actividades y prácticas coordinadas y sistemáticas a través de las cuales una organización maneja óptima 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.”⁷

Ahora, **qué es el plan estratégico organizacional?** PAS55 lo define como “un plan global a largo plazo para la organización que se deriva de, y acoge su misión, visión, valores, políticas del negocio, requerimientos de las partes interesadas, objetivos y el manejo de sus riesgos.”⁸

Retomando el tema, otra definición de gestión de activos la considera como “el juego de disciplinas, métodos, procedimientos y herramientas para optimizar el impacto total de costes, desempeño y exposición al riesgo en la vida del negocio. Estos están asociados con confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad, eficiencia, longevidad y regulaciones de cumplimiento de seguridad y ambiente de los activos físicos de la compañía”.⁹

Finalmente, una definición más reciente es la siguiente: “Es posible decir que el significado de la gestión integral de activos físicos involucra un proceso de razonamiento, autoevaluación, desarrollo de la estrategia, objetivos y planes de acción, y desarrollo del plan de la fase de implementación que coordina el conocimiento y las funciones de toda la organización.”¹⁰

Las anteriores definiciones coinciden en varios aspectos, y hacen énfasis en la optimización de los costos, el desempeño de los activos y la optimización del ciclo de vida de los activos en todas sus etapas. Desde ese punto de vista, podríamos decir que la gestión integral de activos es un modo de pensar cómo dirigir una organización y administrar sus activos, entendiendo las prioridades de operación y mantenimiento, estableciendo las necesidades de la empresa bajo un enfoque

⁷ PAS 55-1:2008. Gestión de Activos Asset Management. Parte 1: Especificaciones para la gestión optimizada de activos físicos. Numeral 3.2

⁸ Ibid. Numeral 3.2.5

⁹ WOODHOUSE, J. Asset Management. What is Asset Management. Institute of Asset Management. [en línea] [Consultada en Junio de 2012] <<http://www.plant-maintenance.com/articles/AMbasicintro.pdf>>

¹⁰ AMENDOLA, Luis. Gestión Integral de Activos Físicos. España: Ediciones PMM Institute for Learning. 2011. ISBN 978-84-935-668-8-3.

sistemático, proactivo y con un enfoque que permita alinear dichas prioridades y necesidades con el objeto de la organización.

De esta manera, la gestión de activos pretende valorizar las tareas de mantenimiento realizadas a cada activo, con la certeza de la real necesidad del servicio y asegurando que es el que efectivamente se necesita, y la estrategia requiere un profundo entendimiento del impacto de los fallos en la visión de conjunto de la organización.

2.3 SISTEMA DE GESTIÓN DE ACTIVOS

Según PAS55, un **sistema de activos** “es un conjunto de activos que interactúan y/o están interrelacionados de forma que pueden proveer una función o servicio requerido por el negocio.”¹¹ Desde el punto de vista funcional, consiste en las maquinas y equipos a través de las cuales las empresas desarrollan sus procesos productivos. Con este concepto, podemos definir entonces que es un **sistema de gestión de activos** de la siguiente manera “Son la política de gestión de activos, la estrategia de gestión de activos, los objetivos de la gestión de activos y el plan o planes de la gestión de activos y las actividades, procesos y estructuras organizacionales necesarias para su desarrollo e implementación continua”.¹²

Dichas políticas, estrategias, objetivos y planes son independientes de los que posee la organización como empresa orientada hacia el núcleo de su negocio, pero que deben complementarse y alinearse bajo un mismo enfoque. Por otra parte, PAS55 establece que la gestión de activos se caracteriza por una serie de atributos:

¹¹ PAS 55-1:2008. Gestión de Activos Asset Management. Parte 1: Especificaciones para la gestión optimizada de activos físicos. Numeral 3.12

¹² Ibid. Numeral 3.10

Gráfica 3. Principios y atributos claves en la gestión de activos



Fuente: PAS 55-1:2008. Gestión de Activos Asset Management. Parte 1. p V.

Holístico: El sistema debe ser multidisciplinario y enfocarse en todos los puntos de vista y valores.

Sistemático: Debe aplicarse de manera rigurosa en un sistema de gestión estructurado.

Sistémico: Los activos deben cuidarse desde un punto de vista global, observando todos los elementos que agregan o restan valor y no con visiones particulares.

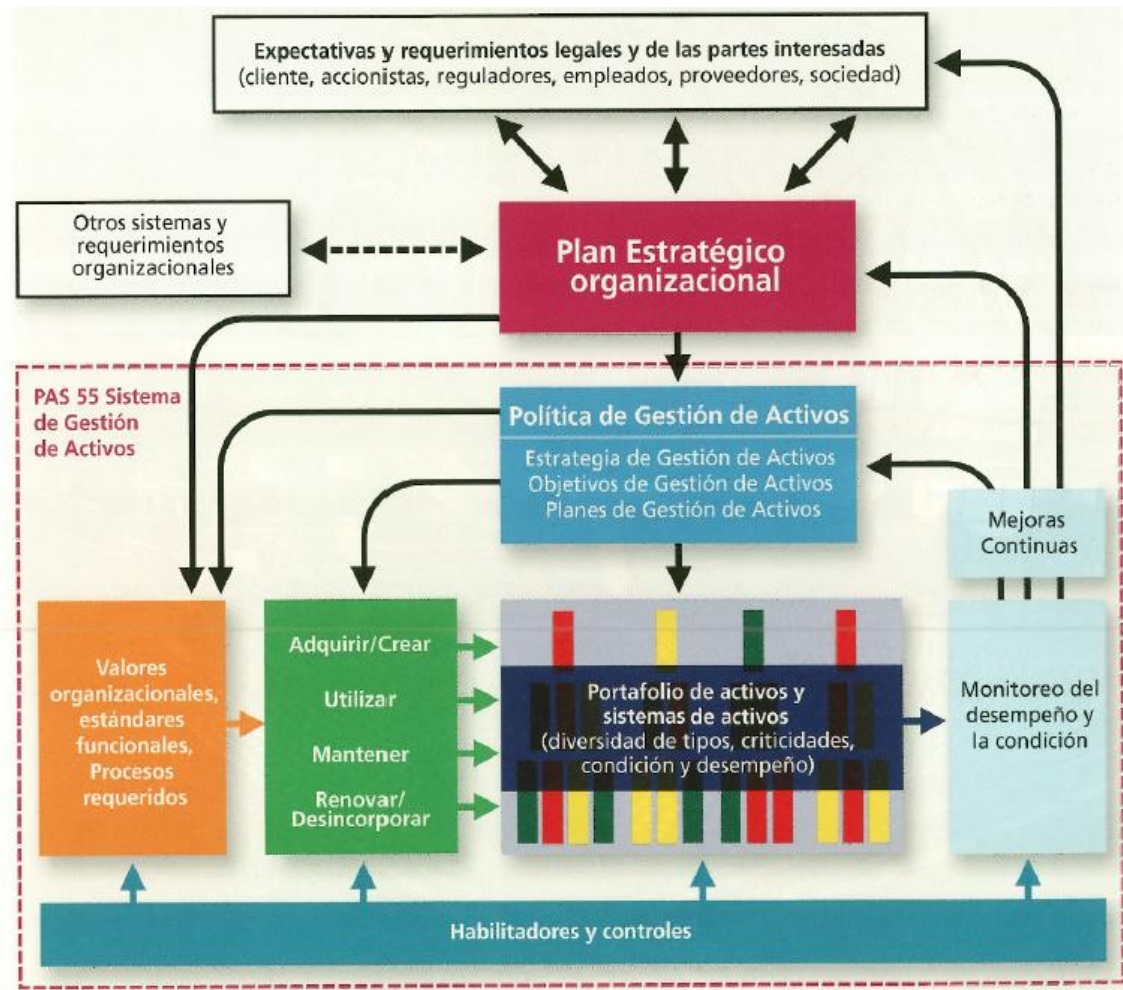
Basado en riesgo: La evaluación de riesgos debe estar presente en todas las tomas de decisiones y planes.

Óptimo: Métodos claros para obtener el mejor beneficio para la organización ante objetivos en conflicto (ej. Almacén y mantenimiento).

Sustentable: La gestión debe cubrir el ciclo de vida total de los activos desde el diseño a la desincorporación, considerando la edad de los mismos, el deterioro con el tiempo, opciones de renovación, mejoramiento, etc.

Integrado: Se deben integrar los intereses y obligaciones de todas las partes que juegan un papel en la gestión de los activos, esto cubre desde accionistas, trabajadores, clientes, entes reguladores, etc.¹³

Gráfica 4. Vista global del sistema de gestión de activos y su relación al plan estratégico

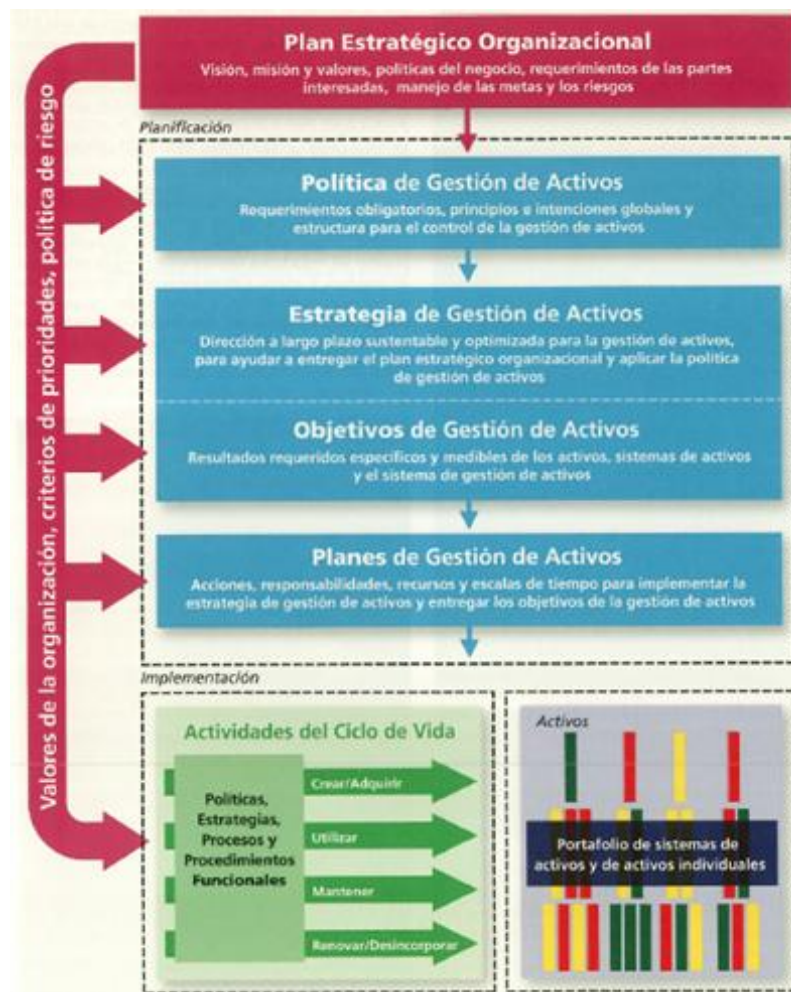


Fuente: PAS 55-1:2008. Gestión de Activos Asset Management. Parte 1. p VIII.

¹³ DURAN, José Bernardo. Gestión de Mantenimiento bajo estándares Internacionales como PAS 55 Asset Management. [en línea] [Consultada en Abril de 2012] Disponible en internet <www.twpl.com>

El proceso de implementación de un sistema de gestión de activos consiste en definir y evaluar indicadores (algunos específicos de las actividades de mantenimiento), y bajo los lineamientos de PAS55, establecer las políticas, estrategias, objetivos y planes de mantenimiento aplicables a los activos de la empresa.

Gráfica 5. Elementos de planificación e integración de un sistema de gestión de activos



Fuente: PAS 55-1:2008. Gestión de Activos Asset Management. Parte 1. p X.

El sistema de gestión integral de activos se orienta también bajo el mismo proceder de sistemas similares como lo son el sistema de gestión de calidad, de

S&SO, y el de medio ambiente, es decir, tiene una secuencia cíclica PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar), bajo unos requerimientos específicos y con la expectativa de un mejoramiento continuo y que aporte finalmente a la consecución de los objetivos establecidos en el plan estratégico de la organización.

Por otra parte, la implementación del sistema de gestión de activos debe ser tratada bajo el enfoque de un proyecto y que abarque a la totalidad de la organización.

2.4 CICLO DE VIDA EN LA GESTIÓN DE ACTIVOS

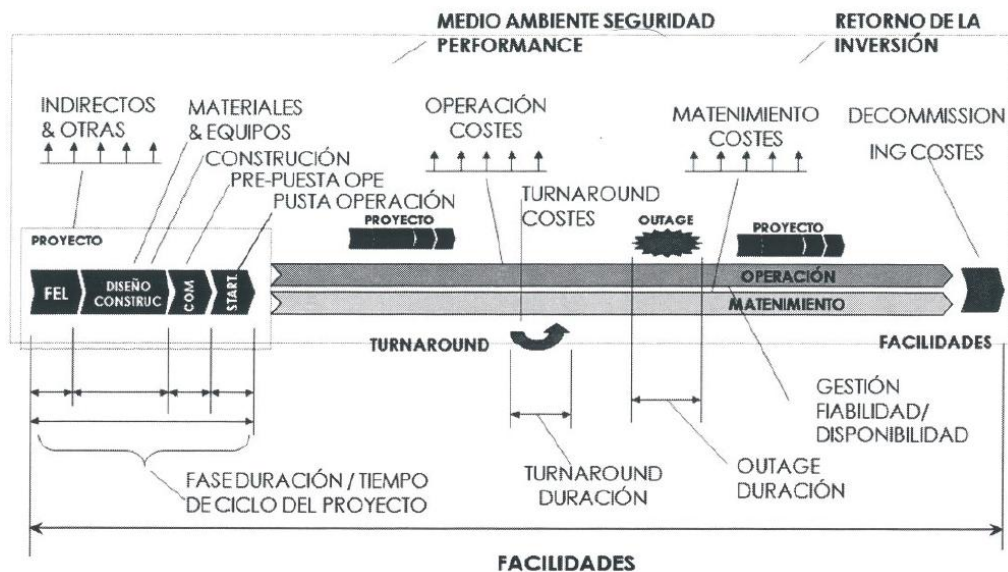
El **ciclo de vida en la gestión de activos** o **CVGA** es un enfoque que integra todas las etapas del ciclo de un activo físico, es decir, comprende desde su diseño conceptual hasta su entrada en operación, y su posterior desmonte y disposición. Un adecuado manejo del ciclo permite una toma de decisiones óptima y entregar resultados como los siguientes:

- Estrategias de operación y mantenimiento de activos.
- Estructura organizacional.
- Necesidades de personal.
- Optimización del mantenimiento preventivo PM /
Procedimientos de mantenimiento predictivo PdM.
- Gestión de procesos de confiabilidad.
- Planificación y control de los trabajos programados.
- Jerarquización de los sistemas, equipos y componentes por criticidad.
- Gestión de stock y almacenes.
- Planes de formación.
- Planes de desincorporación (disposición final).
- Planes de gestión de riesgos.

- Estrategias de Balanced Scorecard (Líneas base de rendimiento y metas).¹⁴

El enfoque que debe abordarse durante el ciclo de vida debe ser holístico, es decir, deben tomarse en cuenta no solo los activos sino también todos los recursos de apoyo.

Gráfica 6. Ciclo de vida de los Activos Físicos



Fuente: AMENDOLA, Luis. Gestión Integral de Activos Físicos. España: Ediciones PMM Institute for Learning. 2011. ISBN 978-84-935-668-8-3. p. 374.

Como se ve en la gráfica anterior, el ciclo de vida implica una serie de costos, y se define entonces que “el **análisis de costo de ciclo de vida** es una herramienta sistemática que permite establecer de una manera estructurada los costos asociados con el diseño, instalación, operación, mantenimiento y disposición final

¹⁴ AMENDOLA, Luis. Gestión Integral de Activos Físicos. España: Ediciones PMM Institute for Learning. 2011. ISBN 978-84-935-668-8-3 p. 375.

de equipos y sistemas, siendo un proceso iterativo para la estimación, planeación y monitoreo de los costos durante el ciclo de vida del activo.”¹⁵

De acuerdo con ISO 15663, los elementos básicos para una debida administración del ciclo de vida son los siguientes:

- Definición de objetivos.
- Definición de roles y responsabilidades.
- Definición del plan estratégico.

A su vez y para materializar estos elementos se debe llevar a cabo la siguiente metodología:

1. Diagnóstico:

- a. Identificación de objetivos y metas.
- b. Identificación de las restricciones.
- c. Establecimiento de criterios de decisión.
- d. Identificación de opciones potenciales.
- e. Establecimiento de opciones (diseño, operación, mantenimiento).
- f. Definición de variables a considerar en el análisis de costos.

2. Recolección de Datos:

- a. Identificación de "drivers" potenciales de costos.
- b. Definición de elementos de costo.
- c. Establecimiento del modelo estructurado de gestión de costos.
- d. Identificación y recolección de datos (costos, estadísticas, indicadores RAM).

¹⁵ ISO 15663-1. Petroleum and Gas Natural Industries Life Cycle Costing, International Standard. Part 1: Methodology. International Organization for Standardization. 2000.

3. Análisis y Modelamiento:

- a. Desarrollo del Modelo LCC.
- b. Análisis y Evaluación de los costos.
- c. Análisis de sensibilidad.

4. Reporte y Toma de Decisiones:

- a. Reporte y Decisión.
- b. Iteración (con el diseño, operación o mantenimiento).
- c. Ejecución de Planes de Acción de Mejoramiento.

El concepto del ciclo de vida es muy importante para PAS55, pues establece que la organización deberá establecer, documentar y mantener un plan o planes de gestión de activos para lograr la estrategia e implementar los objetivos de la gestión de activos a lo largo de todas las etapas del ciclo.

2.5 BALANCED SCORECARD

Debido al constante cambio de entorno al que se ven sometidas las organizaciones modernas, ya sea por los cambios tecnológicos, económicos, políticos, etc., éstas se encuentran en un estado de incertidumbre y se hace entonces necesario que la gerencia se haga más estratégica, donde haya una participación más activa del personal de la empresa y enfocada en la plena satisfacción de las necesidades del cliente, para asegurar su permanencia en el mercado. Es así como hacia 1992, Kaplan y Norton diseñaron lo que se conoce como el sistema gerencial de Balanced Scorecard (BSC o Cuadro de Mando Integral).

Que es el BSC? “El Balance Scorecard (BSC) consiste en traducir la estrategia en cuatro perspectivas: Cliente, Negocio interno, Innovación y Aprendizaje, y

Perspectiva Financiera, sustentadas cada una de ellas en un set de objetivos, indicadores de gestión, metas e iniciativas interactivamente conectadas en una relación causa-efecto. El BSC parte de la visión y estrategia de la empresa. A partir de ahí, se definen los objetivos para alcanzar la visión y estos, a su vez, serán el resultado de los mecanismos y estrategias que rigen los resultados con los clientes.”¹⁶ El BSC transforma la visión y estrategia de la empresa en objetivos e indicadores y sirve como herramienta a través de la cual la alta gerencia comunica a todos los estamentos y niveles, el plan, la estrategia y la manera en que se contribuye a alcanzar los logros de la organización.

Gráfica 7. Estructura del Balanced Scorecard



Fuente: AMENDOLA, Luis. Organización y Gestión del Mantenimiento – Mantenimiento como Negocio “Balanced Scorecard”. España: Ediciones PMM Institute for Learning. 2008. ISBN 978-84-935668-1-4 p. 85.

Que son las perspectivas estratégicas? Son dimensiones a través de las cuales la empresa elabora su plan y mapa estratégico del negocio. Como se mencionó, existen cuatro dimensiones:

¹⁶ AMENDOLA, Luis. Gestión Integral de Activos Físicos. España: Ediciones PMM Institute for Learning. 2011. ISBN 978-84-935-668-8-3. p 234.

Financiera: Tiene en cuenta el impacto y las consecuencias económicas de las decisiones tomadas por la organización, y cuyos indicadores se asocian a la rentabilidad y el retorno sobre las inversiones, para proponer valor a los accionistas de la empresa.

Del Cliente: En esta perspectiva se considera a los clientes tanto internos como externos e indica la forma en que estos contribuyen a proveer valor a la empresa y la forma en que esta les retribuye. Se puede medir en parámetros como la satisfacción del cliente y la apropiación de nuevos clientes, bajo la base de una propuesta de valor diferencial.

Procesos internos: Identifica los procesos críticos y realmente importantes de la organización. Mejorando esos procesos se impacta de manera positiva a la empresa y por ende, aporta a la consecución de las metas de la compañía.

Aprendizaje y Crecimiento: Algunos prefieren subdividir ésta en dos dimensiones: una de aprendizaje y otra de recurso tecnológico, pero en esencia apuntan a un mismo objetivo. La dimensión del aprendizaje ayuda a identificar las necesidades y fortalezas de conocimiento de la organización, evalúa el clima laboral interno de la empresa y el nivel de satisfacción del personal, en tanto que la subdivisión de tecnología apunta a la aplicación de este recurso, para aprovechar sus ventajas y aportar en la cadena de valor de la empresa.

Generalmente, solo la perspectiva financiera y la de recursos (materiales y económicos) tienen una clara correspondencia con lo que denominamos activos tangibles.

Por otra parte y como lo muestra la gráfica siguiente, el BSC traduce la estrategia de la organizaciones a través de un mapa de causa-efecto, para entonces definir acciones concretas, los objetivos, e identificar los proyectos que son verdaderamente estratégicos.

Gráfica 8. Modelo de Gestión de proyectos basado en Mapas Estratégicos

Modelo: Cascada Relación Mapa Corporativo – Mapas Funcionales de Proyectos (Scorecards)

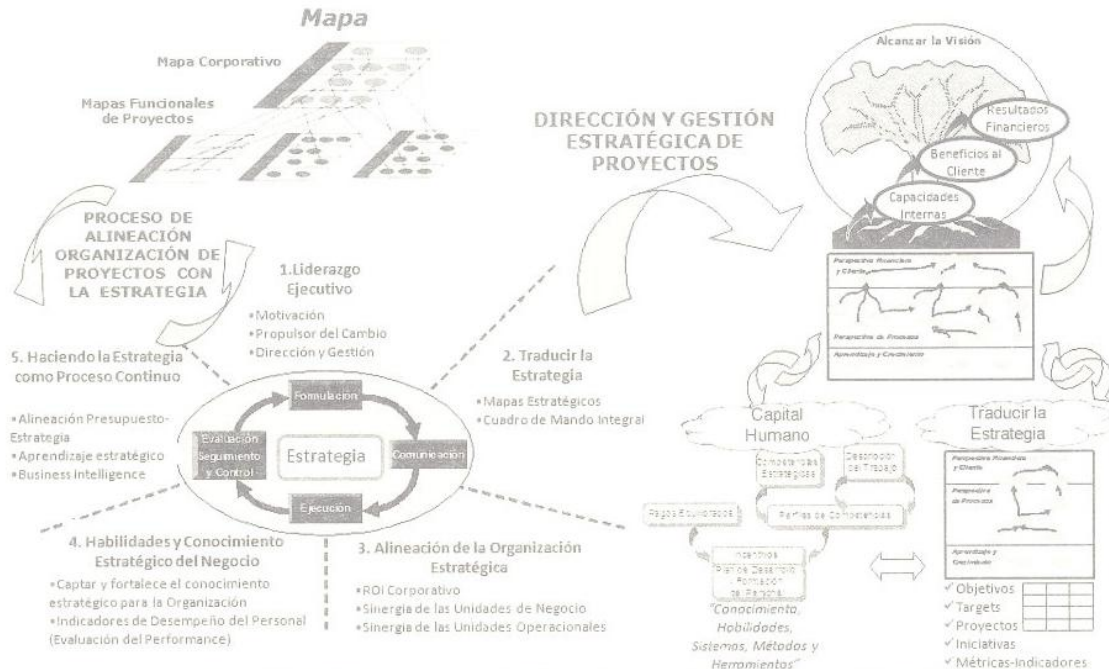


Figura 25. Modelo Propuesto de Gestión de Proyectos Basados en Mapas Estratégicos.

Fuente: AMENDOLA, Luis. Alineación del Project Management con la estrategia de la Organización – Una visión del negocio. España: Ediciones PMM Institute for Learning. 2011. ISBN 978-84-935668-2-1. p. 130.

El BSC genera datos que ayudan a medir el desempeño de todos los niveles de la empresa, encaminados a una toma de decisiones estratégica y cuya meta final es alcanzar la visión de la organización. También ayuda a identificar las necesidades de conocimiento y habilidades requeridos en el personal, a fin de mejorar y potenciar sus capacidades, para conducir valor al cliente externo y a los accionistas de la empresa.

El BSC tiene la ventaja de ser flexible, por lo cual se puede aplicar prácticamente a cualquier tipo de organización. Sin embargo, para la implementación de la estrategia existen 4 barreras que hay que superar:

La barrera de la visión: Nadie en la organización de proyectos entiende las estrategias y como tomar parte de ellas.

La barrera de las personas: Los objetivos individuales de las personas, así como sus capacidades, no se encuentran alineados a la estrategia de los proyectos de la organización.

La barrera de los recursos: No se asigna disponibilidad de recursos como el tiempo, la energía, la importancia, y el dinero para lograr los objetivos críticos de los proyectos.

La barrera de la dirección: Invierte más tiempo en las decisiones tácticas a corto plazo que en la confección de la estrategia y planificación de los proyectos.¹⁷

2.6 MAPA ESTRATÉGICO ORGANIZACIONAL

Los mapas estratégicos son un aporte del Project Management aplicado al Balanced Scorecard y se elaboran en función de lo que requieren las organizaciones en determinado momento. Estos mapas tienen dos funciones importantes:

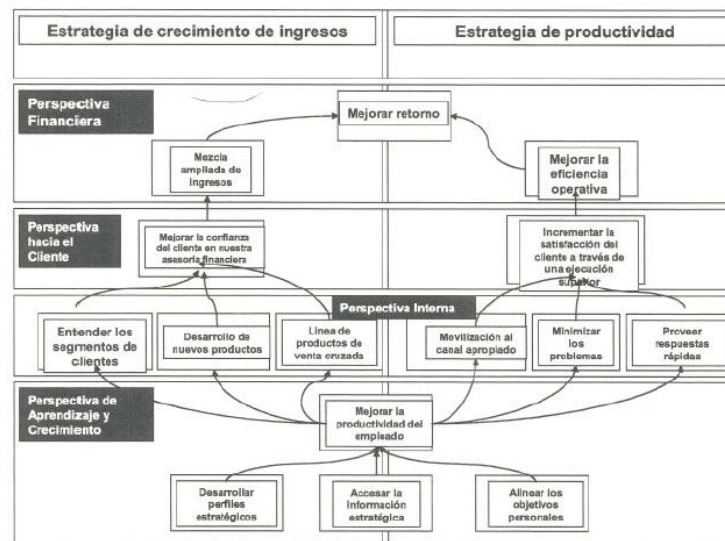
“Convertir las grandes ideas y visiones estratégicas en una estrategia estructurada, operativa y accionable que señala claramente como cada una de las unidades de la compañía aportan valor diferencial y equilibrado a la consecución de la estrategia de la organización.

Comunicar de forma grafica, sencilla y potente la voluntad estratégica a todos los niveles de la organización.”¹⁸

¹⁷ AMENDOLA, Luis. Alineación del Project Management con la estrategia de la Organización – Una visión del negocio. España: Ediciones PMM Institute for Learning. 2011. ISBN 978-84-935668-2-1. p. 113.

Como lo muestra el gráfico siguiente, el mapa estratégico se construye en base a las cuatro perspectivas estratégicas y se puede plantear bajo dos enfoques: uno cuya estrategia esté orientada a aumentar los ingresos de la empresa, y otro cuya estrategia es aumentar la productividad. Sin embargo, ambos enfoques buscan un mismo objeto: **creación de valor para la empresa**.

Gráfica 9. Mapa estratégico y Balanced Scorecard



Fuente: AMENDOLA, Luis. Gestión Integral de Activos Físicos. España: Ediciones PMM Institute for Learning, 2011. ISBN 978-84-935-668-8-3. p. 242.

2.7 AUDITORÍA DE MANTENIMIENTO

Qué es una auditoría de mantenimiento? Qué aspectos debe considerar?Cuál es su estructura? A continuación se resuelven estas inquietudes.

El objetivo de una auditoría es analizar un sistema o una situación y sacar conclusiones objetivas con el fin de mejorarlo. La auditoría del

¹⁸ AMENDOLA, Luis. Organización y Gestión del Mantenimiento – Mantenimiento como Negocio “Balanced Scorecard”. España: Ediciones PMM Institute for Learning, 2008. ISBN 978-84-935668-1-4 p. 86.

mantenimiento y producción es una herramienta para saber cómo son utilizados los recursos del mantenimiento e identificar los puntos débiles de la organización. El objetivo último de una auditoría es establecer un sistema de mantenimiento productivo basado en el desarrollo. Las auditorías deben ser realizadas con el fin de delimitar los problemas existentes para luego poder convertirlos en mejoras.

El diagnóstico de la función mantenimiento consta de varias preguntas que sirven para evaluar el nivel de realización y eficacia de las actividades de mantenimiento que sean realizadas por mantenimiento u otras entidades (p.e. departamento o sección de producción). Estas preguntas tratan de la organización, los métodos de intervención, la documentación, la eficacia industrial, la informatización del mantenimiento, las instalaciones y otras.¹⁹

Por otra parte “el propósito de una auditoría de mantenimiento es determinar si el camino marcado está correctamente definido y si se está siguiendo. La auditoría debe medir la efectividad de las prácticas normales de mantenimiento y revelar si son necesarias las mejoras”.²⁰ El resultado final de la auditoría debe ser un plan de acción que afine la estrategia de mantenimiento, las actividades y el uso de herramientas y tecnologías.

Un factor clave es que la auditoría sea llevada a cabo por un miembro de la organización que sea decidido, imparcial y experimentado en este campo. Otro factor, es la relación de trabajo entre la función mantenimiento y el asesor de la auditoría; este asesor debe encargarse de establecer el enfoque que debe tener el auditor, revisar los comentarios a que haya lugar sobre el método de auditoría a emplear, revisar las valoraciones de los auditores y efectuar las recomendaciones que considere necesarias.

¹⁹ AMENDOLA, Luis. Gestión Integral de Activos Físicos. España: Ediciones PMM Institute for Learning. 2011. ISBN 978-84-935-668-8-3 p. 67.

²⁰ AMENDOLA, Luis. Organización y Gestión del Mantenimiento – Mantenimiento como Negocio “Balanced Scorecard”. España: Ediciones PMM Institute for Learning. 2008. ISBN 978-84-935668-1-4 p. 111.

El manejo de la auditoría de mantenimiento es similar a la auditoría de cualquier sistema de gestión (calidad, S&SO, medio ambiente), por tanto la recolección de información, la organización y metodología son prácticamente las mismas. Para el caso de la función mantenimiento, la documentación mínima para la auditoría debe contener:

1. Política de la organización o documento de planeación estratégica.
2. Estructura organizacional, con los roles y responsabilidades bien definidos.
3. Información económica, financiera, resultados y de indicadores.

Para aquellos casos en donde la organización cuente con un sistema de calidad en mantenimiento bien documentado, la auditoría debe ser conducida bajo la línea de dicho sistema. Un enfoque para llevar a cabo la auditoría puede ser dividirla en los siguientes pasos:

1. Evaluación de activos, condiciones y necesidades.
2. Comprensión de la función mantenimiento.
3. Evaluación de los cambios y mejoras requeridas.
4. Elaboración de reporte para revisión de la gestión.

A continuación se describirá brevemente en qué consiste cada uno de ellos.

2.7.1 Evaluación de activos, condiciones y necesidades

Es importante comprender la magnitud de los activos que maneja mantenimiento. Estos incluyen equipos, edificaciones, instalaciones de seguridad, vehículos, entre otros. La inspección se puede hacer a la totalidad de los equipos o aleatoriamente a máquinas críticas para identificar su estado general y qué estándares de mantenimiento se le aplican. La siguiente gráfica resume los aspectos a tener en cuenta durante esta fase:

Gráfica 10. Procedimiento de Inspección de planta y activos



Fuente: AMENDOLA, Luis. Organización y Gestión del Mantenimiento – Mantenimiento como Negocio “Balanced Scorecard”. España: Ediciones PMM Institute for Learning. 2008. ISBN 978-84-935668-1-4 p. 122.

En cuanto a recomendaciones generales, cuando haya limitación en el tiempo para ejecutar esta fase, se deberá procurar obtener datos de los clientes, ingenieros y el personal que esté relacionado con el activo en análisis. Aquellos datos que no hayan sido tomados se pueden obtener combinando métodos como:

- Turnos de trabajo.
- Registros de fallas.
- Resultados y tiempos de parada de maquinas y procesos.
- Información disponible en sistemas de cómputo de la empresa, análisis de costos o análisis de fallas.

2.7.2 Comprensión de la función mantenimiento

Este paso es el más importante durante la ejecución de la auditoría y es adecuado que el grupo de auditores prepare cuestionarios específicos sobre

cada tema a evaluar. Entre los aspectos que deben considerarse en los cuestionarios se tiene:

Objetivos globales de la empresa:

- Planes corporativos.
- Extractos financieros.
- Planes de fabricación y requerimientos de calidad.
- Política de compra de bienes y equipos.
- Objetivos de mantenimiento y valoración de la actividad.

Políticas de activos y planificación:

- Uso de valoraciones de activos críticos y RCM.
- Tecnologías específicas necesarias para el mantenimiento de los equipos.
- Tareas desarrolladas y necesidades de recursos.
- Flujos de trabajo.
- Planes de presupuesto, políticas de reposición de componentes y seguros.
- Documentación utilizada.

Organización del recurso humano:

- Estructura organizacional y uso de recurso propio y subcontratado.
- Roles y responsabilidades, y evolución a través del tiempo.
- Comunicación con el cliente.
- TMP y otras disciplinas.
- Formación.
- Servicios especiales de ingeniería de confiabilidad, seguridad e higiene, y control de calidad.

Prácticas de trabajo:

- Planificación del trabajo, análisis y control de costos.

- Gestión de materiales y de inventarios.
- Sistemas computarizados para el mantenimiento y flujo de datos.
- Relaciones entre áreas de la empresa y actividades.
- Herramientas de gestión de activos.²¹

Gráfica 11. Elementos del cuestionario de auditoría



Fuente: AMENDOLA, Luis. Organización y Gestión del Mantenimiento – Mantenimiento como Negocio “Balanced Scorecard”. España: Ediciones PMM Institute for Learning. 2008. ISBN 978-84-935668-1-4 p. 124.

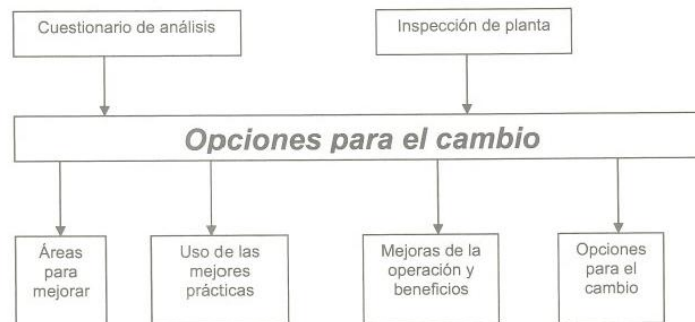
2.7.3 Evaluación de los cambios y mejoras requeridas

El objetivo de esta fase es evaluar los cambios requeridos en la función mantenimiento para alinearlos con las necesidades futuras de la organización. Es importante comparar indicadores para evaluar los puntos fuertes y débiles en la gestión de mantenimiento e identificar las oportunidades de cambio en diferentes plazos de tiempo. Las opciones de cambio se pueden determinar comparando

²¹ AMENDOLA, Luis. Organización y Gestión del Mantenimiento – Mantenimiento como Negocio “Balanced Scorecard”. España: Ediciones PMM Institute for Learning. 2008. ISBN 978-84-935668-1-4 p. 123.

sus costes de inversión contra los beneficios que se pueden alcanzar. La siguiente gráfica resume esta etapa:

Gráfica 12. Opciones para el cambio



Fuente: AMENDOLA, Luis. Organización y Gestión del Mantenimiento – Mantenimiento como Negocio “Balanced Scorecard”. España: Ediciones PMM Institute for Learning. 2008. ISBN 978-84-935668-1-4 p. 126.

2.7.4 Elaboración de reporte para revisión de la gestión

Esta etapa debe ser diseñada para consolidar y afianzar el trabajo de las fases previas. Se sugiere dividir el informe final de manera tal que éste indique claramente las áreas de mejora, y que enlace los objetivos principales del mantenimiento a las recomendaciones generales para su consecución. Otro aspecto importante es una valoración inicial de los costos y los beneficios que se pueden alcanzar de realizarse una implementación. La siguiente gráfica muestra la estructura del análisis:

Gráfica 13. Análisis comparativo para el informe final de auditoría



Fuente: AMENDOLA, Luis. Organización y Gestión del Mantenimiento – Mantenimiento como Negocio “Balanced Scorecard”. España: Ediciones PMM Institute for Learning. 2008. ISBN 978-84-935668-1-4 p. 128.

2.8 MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD

El mantenimiento centrado en la confiabilidad o **RCM** se define como “un proceso utilizado para determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual.”²² El proceso se basa en siete preguntas básicas, a saber:

1. Cuáles son las funciones y los parámetros del funcionamiento asociados al activo en su actual contexto operacional?
2. De qué manera falla en satisfacer dichas funciones?
- 3.Cuál es la causa de cada falla funcional?
4. Qué sucede cuando ocurre cada falla?
5. En qué sentido es importante cada falla?
6. Qué puede hacerse para prevenir o predecir cada falla?

²² MOUBRAY, John. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad RCM II. Estados Unidos, ALADON LCC, 2004. ISBN 09539603-2-3. p. 7.

7. Qué debe hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada?²³

El fin de la metodología RCM es mantener las funciones de los activos, más que el activo mismo como tal, y por esta razón es importante determinar los tipos de funciones, qué es una falla y qué son los modos de falla. Existen dos **tipos de funciones básicas**:

Primarias: Corresponden a la función principal desempeñada por el activo, para la cual fue diseñado.

Secundarias: Son aquellas que se esperan que cada activo realice aparte de su función primaria o principal. Por ejemplo, funciones de control, seguridad, economía, etc.

Para el análisis RCM también se tienen en cuenta los siguientes conceptos:

Fallas funcionales: “son aquellas que ocurren cuando el activo no puede cumplir una función de acuerdo al parámetro de funcionamiento que el usuario considera aceptable.”²⁴

Modos de falla: “son todos los hechos que de manera razonablemente posible puedan haber causado cada estado de falla.”

Para mayor consulta sobre el tema de RCM se recomienda buscar en fuentes bibliográficas concretas sobre el tema.

²³ MOUBRAY, John. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad RCM II. Estados Unidos, ALADON LCC, 2004. ISBN 09539603-2-3. p.7

²⁴ Ibid. p. 9.

3. MODELOS DE GESTIÓN DE ACTIVOS FÍSICOS Y PAS55

3.1 GENERALIDADES

El enfoque moderno del mantenimiento se orienta hacia el hecho de que la administración de los activos sea realizada en forma progresiva, de manera que se integren los objetivos estratégicos de las áreas de mantenimiento con los de la organización; este concepto va de la mano con el aumento de la confiabilidad operativa y la productividad.

En los últimos años el entorno empresarial se ha tornado muy cambiante por factores como la tecnología, las nuevas técnicas organizacionales, la incertidumbre económica, los cambios regulatorios y la importancia del recurso humano. Las empresas buscan entonces ser más eficientes y mejorar en la calidad de sus productos y servicios para poder ser más competitivas, pero preservando la integridad de las personas, el medio ambiente, y optimizando sus costos de operación. Ante esta perspectiva, el mantenimiento debe abordarse desde una perspectiva gerencial.

Se ha demostrado que la mejor manera para alcanzar las metas propias de las áreas de mantenimiento es desarrollar una estrategia a largo, mediano y corto plazo, apoyada por alta gerencia de las organizaciones y que comprometa a todos los empleados; sin este último aspecto no es posible alcanzar mejoras sustanciales. Además, existen hoy en día una gran variedad de técnicas de mantenimiento (PM, RCA, RCM, RBI, LCC, entre otras) pero, para la selección e implementación exitosa de alguna de ellas se debe definir cuál es la que aporta más a un eventual sistema de gestión de activos, de acuerdo con la estructura y condiciones de la empresa.

También hay que tener en cuenta que una sola técnica por sí sola no garantiza que sea absoluta o que sea la más adecuada, y en algunos casos se puede recurrir a combinarlas. Otro problema es que algunas empresas se dejan influenciar por modas, es decir, con la aparición de una nueva técnica de mantenimiento hacen “borrón y cuenta nueva”, empezando a implementar la “nueva técnica” cuando ni siquiera han terminado de implementar correctamente la técnica anterior, perdiendo esfuerzos, tiempo y dinero.

Las mejores empresas del mundo y que han aplicado las llamadas “mejores prácticas en mantenimiento” se caracterizan entre otras cosas por:

1. Tener iniciativa corporativa.
2. Formular metas alineadas con las necesidades del negocio de la organización.
3. Tener horizontes definidos en diferentes espacios de tiempo.
4. Tener una estructura y cultura organizacionales adecuadas.
5. Aplicar procesos efectivos de negocio, administrativos e indicadores de rendimiento.

Estas características les han permitido ser las más reconocidas, y eficientes, así como sentar un precedente que demuestra que todas las organizaciones a nivel mundial tienen la oportunidad de mejorar la confiabilidad de sus activos y en esa medida, han aparecido diferentes modelos de gestión integral de activos. Puede ser que un modelo aplicable a una empresa sea o no aplicable a otra, pues se debe tener en cuenta que cada empresa es completamente diferente; no obstante las mejores prácticas pueden ser siempre aplicables.

3.2 COMPONENTES DE UN SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN DE ACTIVOS

El **GFMAN** (Global Forum of Maintenance and Asset Management – www.gfman.org) es una organización de profesionales de mantenimiento creada con el apoyo del **IAM** (Institute of Asset Management) y otras destacadas organizaciones a nivel mundial de los cinco continentes, que básicamente persigue los siguientes objetivos:

1. Unificar, promover y extender los conocimientos existentes en el área de mantenimiento y gestión de activos.
2. Soportar el establecimiento y desarrollo de asociaciones y empresas dedicadas al mantenimiento y la gestión de activos.
3. Facilitar el intercambio de información y el alineamiento de las buenas prácticas en mantenimiento y gestión de activos.
4. Incrementar las competencias y el perfil de las organizaciones y miembros afiliados.

Producto del trabajo del GFMAN surgió un “panorama general de conocimientos y prácticas”²⁵ alrededor de los cuales se desarrolla la gestión de activos físicos. Esencialmente, dicho panorama se compone de tres capas:

Core: Que está constituido por una serie de conocimientos generales aplicables por todos los miembros del GMAN.

Knowledge & Practices: Está conformado por diferentes prácticas y estructuras de conocimiento.

²⁵ GFMAN. The Asset Management Landscape English Version. November 2011. ISBN 978-0-9871799-1-3. [en línea] [Consultada en Junio de 2012] <http://gfmam.org/files/ISBN9780987179913_LANDSCAPE.pdf>

Supporting Area: Contiene estándares normativos de referencia y diferentes áreas de conocimiento y prácticas que están por fuera del Core de la gestión de activos, pero que han sido aplicadas por diferentes organizaciones para implementar sus modelos de gestión.

Gráfica 14. Panorama general de la Gestión de Activos



Fuente: FMAN. The Asset Management Landscape English Version. November 2011. ISBN 978-0-9871799-1-3. [en línea] [Consultada en Junio de 2012] http://gfmam.org/files/ISBN9780987179913_LANDSCAPE.pdf p. 8-9.

3.2.1 El Core

El Core comprende los principios básicos de la gestión de activos y algunas definiciones importantes. Este surgió de la unificación de criterios de las organizaciones miembros del GFMAN. Estos principios están alineados con los requerimientos de la futura norma ISO 55000, y que en esencia han sido extraídos de PAS55. En resumen, existen seis principios que deben regir un modelo de gestión integral de activos, a saber:

1. **Los activos existen para proveer valor a la organización y a los stakeholders:** la gestión de activos no se enfoca en el activo en si, sino en la manera en que este a corto o largo plazo aporta a que la organización alcance sus objetivos financieros y no financieros.
2. **El personal es un aspecto determinante en el sistema de gestión:** la gente es un aspecto clave y diferencial en la gestión de activos y la organización debe reconocer, desarrollar, retener y motivar al personal. Un personal comprometido da más rápidas y efectivas salidas que un personal que no lo esté.
3. **Una organización que administra sus activos es una organización que aprende:** una cultura organizacional de aprendizaje y mejoramiento continuo es fundamental para asegurar la toma de decisiones en cuanto a la gestión de activos.
4. **La gestión de activos requiere el entendimiento del contexto operacional y las oportunidades de la organización:** la gestión de activos debe estar totalmente integrada con los procesos y estructura interna de la organización, así como los actores externos tales como factores regulatorios, políticos, socio económicos, tecnológicos, entre otros.
5. **Las decisiones de la gestión de activos consideran el ambiente e impacto social a corto, mediano y largo plazo:** día a día se deberían considerar las oportunidades de la organización y su impacto sobre su ambiente externo.

6. **La gestión de activos alinea los objetivos de la organización:** todas las acciones al interior de la organización deben alinearse en torno a su plan estratégico.

Los anteriores principios están sustentados en un total de 39 definiciones o “Sujetos” clave, que en conjunto describen los aspectos fundamentales de la gestión de activos. A continuación se relacionan dichos sujetos:

Tabla 1. Sujetos Clave de la Gestión de Activos

SUBJECT GROUP	ASSET MANAGEMENT SUBJECT
Asset Management Strategy and Planning	Asset Management Policy
	Asset Management Strategy
	Demand Analysis
	Strategic Planning
	Asset Management Plan
Asset Management Decision-Making	Whole-life Cost & Value Optimisation
	Operations & Maintenance Decision-Making
	Capital Investment Decision-Making
	Resourcing Strategy & Optimisation
	Shutdowns & Outage Strategy & Optimisation
	Ageing Assets Strategy
Lifecycle Delivery Activities	Technical Standards & Legislation
	Asset Acquisition & Commissioning
	Systems Engineering
	Configuration Management
	Maintenance Delivery
	Reliability Engineering
	Asset Operations
	Resource Management
	Shutdown & Outage Management
	Fault & Incident Response
	Asset Rationalisation and Disposal
Asset Knowledge Enablers	Asset Information Strategy
	Asset Knowledge Standards
	Asset Information Systems

	Asset Data and Knowledge
Organization and People Enablers	Contract & Supplier Management
	Asset Management Leadership
	Organizational Structure & Culture
	Competence & Behaviour
Risk & Review	Criticality, Risk Assessment and Management
	Contingency Planning & Resilience Analysis
	Sustainable Development
	Weather and Climate Change
	Asset & Systems Change Management
	Assets & Systems Performance & Health Monitoring
	Management Review, Audit & Assurance
	Accounting Practices
Stakeholder Relations	

Fuente: FMAN. The Asset Management Landscape English Version. November 2011. ISBN 978-0-9871799-1-3. [en línea] [Consultada en Junio de 2012] http://gfmam.org/files/ISBN9780987179913_LANDSCAPE.pdf p. 8-9.

3.2.2 Conocimiento y Prácticas

Esta capa del panorama representa los conocimientos y prácticas desarrollados por las organizaciones miembros del GFMAN. Se entiende que cada organización ha creado su propio modelo de gestión de activos, pero siempre alineado con el Core. Sin embargo, todos los modelos tienen características comunes, entre las que están:

1. Incorporar los 39 sujetos fundamentales del Core.
2. Ser consistentes con los principios de la gestión de activos.
3. Considerar las diferentes etapas del ciclo de vida del activo.
4. Se alinean con las metas y objetivos organizacionales.
5. Reflejar como el ambiente del negocio y los stakeholders influyen el enfoque de la gestión de activos.

6. Destacar la importancia de la integración de las actividades y entregar salidas parciales y salida total.
7. Enfatizar en la necesidad de medir el desempeño como base para el mejoramiento continuo.
8. Desarrollar competencias de conocimiento en los diferentes niveles de la organización de acuerdo a sus necesidades.

3.2.3 Área de Soporte

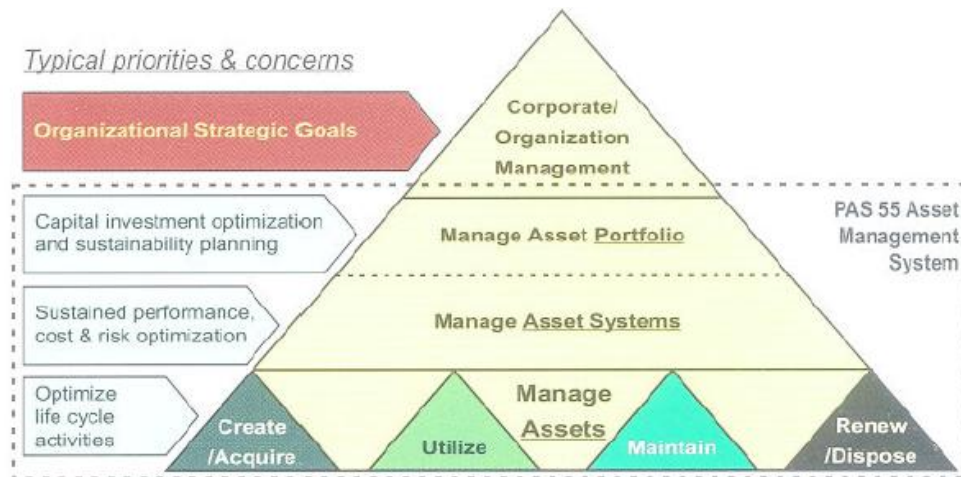
Esta capa comprende estándares normativos varios, modelos de conocimiento, prácticas de gestión y otros aspectos que si bien no hacen parte de la gestión integral de activos, si pueden influenciar la toma de decisiones. Entre estos tenemos los sistemas de gestión de calidad, de seguridad y salud ocupacional, de medio ambiente, normatividades locales de cada país, normas ISO internacionales, esquemas de conocimiento MBA, PMI, EFQM, entre otros.

3.3 PAS 55: ESTRUCTURA Y REQUERIMIENTOS

En términos generales, PAS55 es una guía que especifica 28 requerimientos que son indispensables para optimizar la gestión de activos físicos en diferentes sectores industriales. PAS55 nació de la necesidad de proporcionar un marco coherente para los sistemas de gestión, y producto del trabajo conjunto entre el Institute of Asset Management y el British Standards Institute (**BSI**), hacia el año 2004 se publica la primera edición de la norma. La versión más reciente data del año 2008 y debido a sus logros en diferentes sectores y organizaciones a nivel mundial está a portas de convertirse en estándar internacional bajo la denominación de ISO55000.

PAS55 establece diferentes niveles en los que la gestión de activos puede ser identificada y gestionada, que van desde activos diferenciados a sistemas de activos funcionales más complejos, redes, sitios o portafolios enteros. La siguiente gráfica complementa la definición de niveles que aparece en la norma:

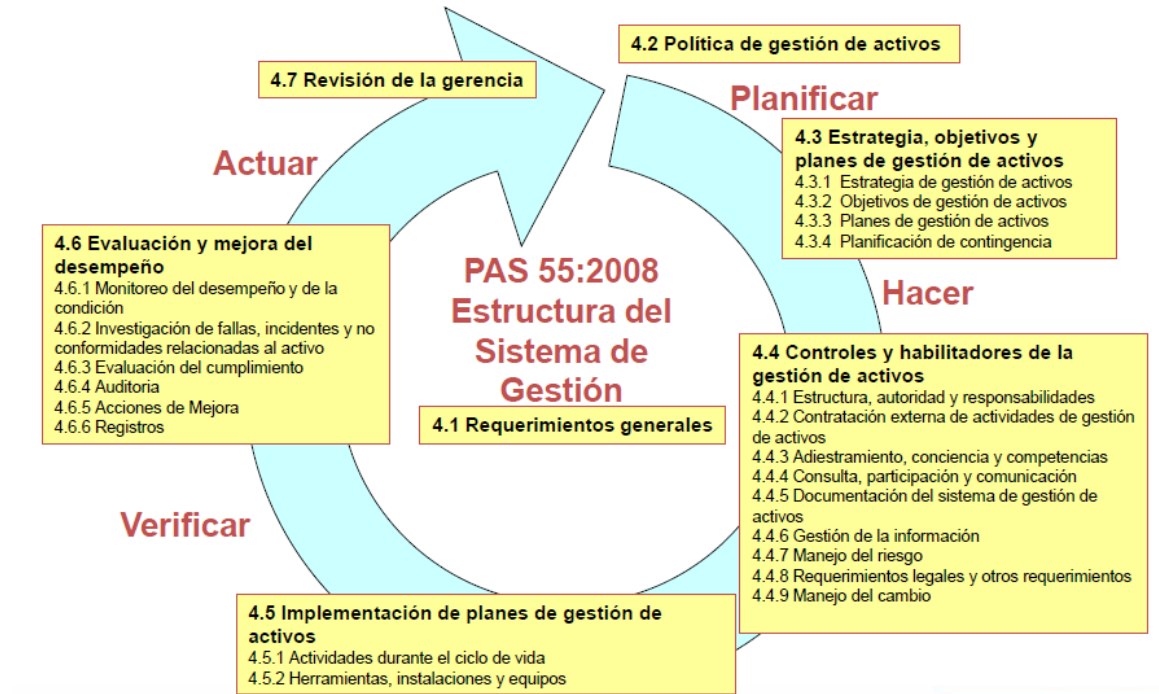
Gráfica 15. Prioridades de trabajo acorde a niveles de activos



Fuente: IT CONSOL. IBM MAXIMO alineado a PAS55: El nuevo estándar para la gestión de activos en la industria. <www.itconsol.com> p 3.

Al implementar un modelo de gestión de activos se debe tener en cuenta que los procesos que se apliquen a los activos físicos deben ser eficaces y generar evidencias, pero a diferencia de otros sistemas de gestión como el ISO9001, ISO 14001 y OHSAS 18000, el estándar PAS55 no prescribe. Por otra parte, PAS55 es independiente de la distribución de activos de la organización o su estructura de propiedad, y se basa en el ciclo del PHVA, por tanto representa una mejora continua del sistema. La siguiente gráfica ilustra el concepto:

Gráfica 16. Estructura del Sistema de Gestión de Activos y requisitos



Fuente: PAS 55-1:2008. Gestión de Activos Asset Management. Parte 1. p XIII.

La siguiente tabla, extractada directamente de PAS55 ilustra el concepto de similitud de requerimientos entre PAS y otros sistemas de gestión. Se puede apreciar que la estructura es prácticamente la misma, por tanto el sistema de gestión de activos se hace complementario a cualquier otro sistema que ya esté implementado en la organización.

Tabla 2. Comparación de requisitos entre Sistemas de Gestión

PAS 55:2008	OHSAS 18001:2007	ISO 14001:2004	ISO 9001:2000
0 Introduction	0 Introduction	0 Introduction	0 Introduction
1 Scope	1 Scope	1 Scope	1 Scope
2 Normative references	2 Normative references	2 Normative references	2 Normative references
3 Terms and definitions	3 Terms and definitions	3 Terms and definitions	3 Terms and definitions
4 Asset management system requirements (title only)	4 OH&S management system elements (title only)	4 Environmental management system requirements (title only)	4 Quality management system (title only)
4.1 General requirements	4.1 General requirements	4.1 General requirements	4.1 General requirements
4.2 Asset management policy	4.2 OH&S policy	4.2 Environmental policy	5.1 Management commitment 5.3 Quality policy
4.3 Asset management strategy, objectives and plans (title only)	4.3 Planning (title only)	4.3 Planning (title only)	5.4 Planning (title only)
4.3.1 Asset management strategy	-	-	-
4.3.2 Asset management objectives	4.3.3 Objectives and programme(s)	4.3.3 Objectives, targets and programme(s)	5.4.1 Quality objectives
4.3.3 Asset management plan(s)	4.3.3 Objectives and programme(s)	4.3.3 Objectives, targets and programme(s)	5.4.2 Quality management system planning 7.1 Planning of product realization
4.3.4 Contingency planning	4.4.7 Emergency preparedness and response	4.4.7 Emergency preparedness and response	-
4.4 Asset management enablers and controls	-	-	-
4.4.1 Structure, authority and responsibilities	4.4.1 Resources, roles, responsibility, accountability and authority	4.4.1 Resources, roles, responsibility and authority	5.1 Management commitment 6.1 Provision of resources 6.3 Infrastructure
4.4.2 Outsourcing of asset management activities	-	-	-
4.4.3 Training, awareness and competence	4.4.2 Competence, training and awareness	4.4.2 Competence, training and awareness	6.2.1 (Human resources) General 6.2.2 Competence, awareness and training
4.4.4 Communication, participation and consultation	4.4.3 Communication, participation and consultation	4.4.3 Communication	5.5.3 Internal communication 7.2.3 Customer communication
4.4.5 Asset management system documentation	4.4.4 Documentation 4.4.5 Control of documents	4.4.4 Documentation 4.4.5 Control of documents	4.2.1 (Documentation requirements) General 4.2.3 Control of documents

4.4.6 Information management	4.4.5 Control of documents	4.4.5 Control of documents	4.2.3 Control of documents
4.4.7 Risk management	4.3.1 Hazard identification, risk assessment and determining controls	4.3.1 Environmental aspects	-
4.4.7.1 Risk management process(es)			
4.4.7.2 Risk management methodology			
4.4.7.3 Risk identification and assessment			
4.4.7.4 Use and maintenance of asset risk information			
4.4.8 Legal and other requirements	4.3.2 Legal and other requirements	4.3.2 Legal and other requirements	5.2 Customer focus
			7.2.1 Determination of requirements related to the product
4.4.9 Management of change	4.3.1 Hazard identification, risk assessment and determining controls	4.3.1 Environmental aspects	5.2 Customer focus
			7.2.2 Review of requirements related to the product
			8.5.1 Continual improvement
4.5 Implementation of asset management plan(s) (title only)	4.4 Implementation and operation (title only)	4.4 Implementation and operation (title only)	7 Product realization (title only)
4.5.1 Life cycle activities	4.4.6 Operational control	4.4.6 Operational control	7.1 Planning of product realization
			7.2 Customer-related processes
			7.3 Design and development
			7.4 Purchasing
			7.5 Production and service provision
4.5.2 Tools, facilities and equipment	-	-	7.6 Control of monitoring and measuring devices
4.6 Performance assessment and improvement (title only)	4.5 Checking (title only)	4.5 Checking (title only)	8 Measurement, analysis and improvement (title only)
4.6.1 Performance and condition monitoring	4.5.1 Performance measurement and monitoring	4.5.1 Monitoring and measurement	8.1 General
			8.2.3 Monitoring and measurement of processes
			8.2.4 Monitoring and measurement of product
			8.4 Analysis of data
4.6.2 Investigation of asset-related failures, incidents and non-conformances	4.5.3 Incident investigation, nonconformity, corrective action and preventive action (title only)	-	8.3 Control of nonconforming product
	4.5.3.1 Incident investigation	-	-

4.6.3 Evaluation of compliance	4.5.2 Evaluation of compliance	4.5.2 Evaluation of compliance	8.2.3 Monitoring and measurement of processes
			8.2.4 Monitoring and measurement of product
4.6.4 Audit	4.5.5 Internal audit	4.5.5 Internal audit	8.2.2 Internal audit
4.6.5 Improvement actions	4.5.3.2 Nonconformity, corrective and preventive action	4.5.3 Nonconformity, action and action	8.3 Control of nonconforming product
4.6.5.1 Corrective and preventive action			8.4 Analysis of data
4.6.5.2 Continual improvement			8.5.2 Corrective action
			8.5.3 Preventive action
4.6.6 Records	4.5.4 Control of records	4.5.4 Control of records	4.2.4 Control of records
4.7 Management review	4.6 Management review	4.6 Management review	5.1 Management commitment
			5.6 Management review (title only)
			5.6.1 General
			5.6.2 Review input
			5.6.3 Review output
			8.5.1 Continual improvement

Fuente: PAS 55-1:2008. Gestión de Activos Asset Management. Parte 1. p 20.

En resumen, los 28 requerimientos generales de PAS55 son los siguientes:

1. Requisitos generales.
2. Política.
3. Estrategia.
4. Gestión de objetivos.
5. Planes.
6. Plan de contingencia.
7. Estructura de autoridades y responsabilidades.
8. Gestión de outsourcing y tercerización de tareas.
9. Gestión de competencias, formación y estímulos.
10. Mecanismos de comunicación eficiente.
11. Participación y resolución de incidencias.
12. Documentación general del sistema.

13. Gestión y uso de la información.
14. Metodología de gestión de riesgos.
15. Gestión de riesgo en el proceso.
16. Identificación y evaluación de riesgos.
17. Gestión de los requerimientos legales y normativos.
18. Gestión del cambio.
19. Gestión y seguimiento durante el ciclo de vida de los activos.
20. Aseguramiento y disponibilidad de herramientas.
21. Equipos e instalaciones adecuadas para la gestión de activos.
22. Monitoreo de la condición y desempeño de los equipos.
23. Gestión de fallas y no conformidades.
24. Acciones correctivas y preventivas.
25. Autoevaluación.
26. Mejoramiento continuo y preservación del conocimiento.
27. Registros.
28. Análisis del desempeño del sistema de gestión de activos.

Finalmente, la aplicación de PAS55 estimula a las compañías a:

- Alcanzar la implementación de buenas prácticas de gestión de activos.
- Asociar la base de datos de activos y crear una estrategia de información adecuada, organizándose en torno al proceso del ciclo de vida de los activos.
- Enfocar el trabajo hacia una gestión basada en riesgos.
- Crear un rendimiento en la gestión de la motivación y el compromiso de los involucrados en el sistema de gestión.
- Construir una base de conocimiento de gestión de activos.

3.4 PASOS PARA IMPLEMENTAR UN MODELO DE GESTIÓN DE ACTIVOS FÍSICOS

El desarrollo de un modelo integral de activos en las organizaciones es visto como un proyecto que pasa a través de una serie de pasos. Teniendo en cuenta la metodología de PAS55, la secuencia para implementar el modelo es la siguiente:

Establecer el GAP: El GAP es el Plan de Acción Global y consiste básicamente en comparar a la organización con otras similares en su clase (Benchmarking) a fin de plantear estrategias de mejora y evaluar el estado de la empresa con respecto a la norma; en otras palabras, consiste en una auditoría de mantenimiento.

Desarrollo del Modelo: Un buen modelo debe tener en cuenta cinco aspectos fundamentales, a saber:

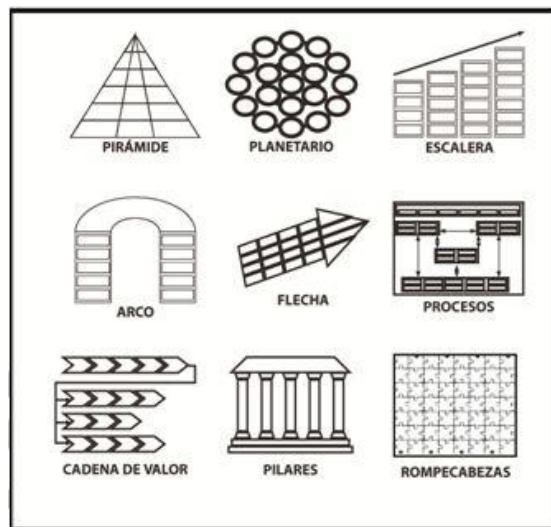
1. Integración y alineación: Para determinar cómo las áreas de Operaciones y Mantenimiento integran y operacionalizan su estrategia.
2. Evaluación de indicadores: Evalúa indicadores técnicos y financieros para conocer cómo va la empresa en cuanto a sus metas y objetivos.
3. Estado de la confiabilidad: Evalúa las estrategias de confiabilidad existentes en la organización y como retroalimentan a las áreas de mantenimiento y operaciones.
4. Entrenamiento y formación: Es importante que el personal de la organización tenga las competencias necesarias para implementar el modelo y entiendan de qué se trata la gestión de activos.
5. Uso de Tecnologías: Aplicadas principalmente al mantenimiento predictivo.

Implementación: Esta etapa implica propiamente la aplicación de las metodologías, procesos, procedimientos y demás, resultantes de la etapa de desarrollo del modelo.

3.5 DISTRIBUCIÓN DE LOS MODELOS DE GESTIÓN DE ACTIVOS

Existen diferentes formas de distribución de los modelos de gestión de activos (pirámide, planetario, escala, arco, flecha, procesos, cadena de valor, pilares y rompecabezas), cada compañía puede elegir el que mejor se adecúe a sus necesidades. La forma de representar estos modelos de gestión también ha sido adecuada según las necesidades y requerimientos de los modelos de negocio, con el fin de representar la relación, interacción o secuencia de cada una de las etapas del modelo, como se observa en la siguiente figura:

Gráfica 17. Formas de distribución de modelos de gestión de activos



Fuente: PEREZ, Carlos Mario. Modelos de Gestión Integral de Activos. [en línea] [Consultada en Junio de 2012] <<http://confiabilidad.net/articulos/los-modelos-de-gestion-integral-de-activos/>>

Cualquier modelo útil para guiar la acción tendrá varias características:

Sencillo: Todas las ideas más grandes son simples en concepto. Si no se mantiene sencillo, no son entendidos completamente ni son recordados, y fallan como principios directores.

Intuitivo: Los actores deben poder entender los principios fundamentales sin la guía.

Útil: El modelo debe trabajar coherentemente en la aplicación.

Global: Todos los elementos necesarios para el éxito deben estar contenidos.

Replicable: Se debe poder aplicar a organizaciones similares del mismo sector industrial sin ningún traumatismo.

Sustentable: Se debe soportar y sostener en el tiempo.

La pretensión de alcanzar un esquema global de propiedad de los nuevos conceptos del mantenimiento y activos, la fundamenta conceptualmente una propuesta metodológica que la constituye el “modelo de gestión de activos”.²⁶

3.6 MACROPROCESOS DE MANTENIMIENTO

Algunos modelos de gestión de activos se sustentan en los llamados macroprocesos de mantenimiento, y cada uno de ellos está representado por un grupo de elementos que describe las funciones de mantenimiento particulares del negocio o de la organización. Cuando se revisan dichos macroprocesos se debe evaluar objetivamente cada elemento, a fin de asegurar que los resultados se puedan comparar entre diferentes organizaciones, y que los mismos reflejen el estado evolutivo de desarrollo del elemento de mantenimiento dentro de la organización. Los macroprocesos del modelo de gestión de activos son los siguientes:

²⁶ PEREZ, Carlos Mario. Modelos de Gestión Integral de Activos. [en línea] [Consultada en Junio de 2012] <<http://confiabilidad.net/articulos/los-modelos-de-gestion-integral-de-activos/>>

Dirección de mantenimiento: Orienta, con un enfoque gerencial, la gestión de mantenimiento: proyecta, dirige, evalúa y crea definiciones para dirigir la organización de mantenimiento. Los elementos que la componen son: diagnósticos y auditorías, políticas corporativas, plan estratégico, estructura organizacional, gestión de personal, tablero de control de la gestión de mantenimiento, modelo de costos y benchmarking.

Ingeniería de mantenimiento: Selecciona, promueve, divulga, verifica y gestiona la aplicación de las mejores prácticas, herramientas y estrategias para mejorar la confiabilidad de los activos. Esta ingeniería está compuesta de varios elementos: taxonomía, gestión de inventarios, análisis de vida residual, gestión de documentos, plan de mantenimiento, mantenimiento predictivo, RCM, análisis de fallas, definición de procesos, indicadores, cuidado de los activos, integración de operación con mantenimiento y sistema de información para mantenimiento (CMMS).

Administración de intervenciones: Realiza las actividades e intervenciones planeadas y no planeadas en activos e instalaciones de la organización, con el fin de garantizar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos e infraestructura. Reúne los siguientes procesos: planeación de intervenciones, identificación de intervenciones, programación de intervenciones, análisis de datos de eventos, documentación y registro y ejecución de intervenciones.

Concepción de activos: Selecciona, diseña, instala, entrena, y entrega activos, equipos e instalaciones confiables, con una perspectiva integral que incluya el costo, la seguridad, la calidad, el volumen y el medio ambiente. Evalúa los siguientes ítems: Adquisición de activos confiables, estandarización de activos, costo de ciclo de vida (LCC).

Procesos de apoyo: Proporciona medios, instrumentos y elementos de apoyo requeridos para el desarrollo de los procesos de mantenimiento. Se compone de los siguientes pasos: Gestión de herramientas, gestión de procedimientos e instructivos y gestión de presupuestos.

El modelo establece tres etapas en el ciclo de vida de los activos:

- 1. *Diseño y adquisición:*** Cuando comienza el ciclo de vida del activo, el objetivo del negocio es suministrar las inversiones necesarias desde el diseño, hasta la obtención, instalación y puesta en marcha de la planta o los activos, y sus especificaciones se relacionan con las características físicas y de capacidad de estos.

- 2. *Operación y mantenimiento:*** En esta fase el objetivo es definir la manera en que el activo será empleado para alcanzar las metas del negocio. Se consideran entre otros aspectos las materias primas que pueden ser procesadas, la capacidad para entregar productos y el cumplimiento de los objetivos de producción en función de un costo óptimo, calidad y rendimiento.

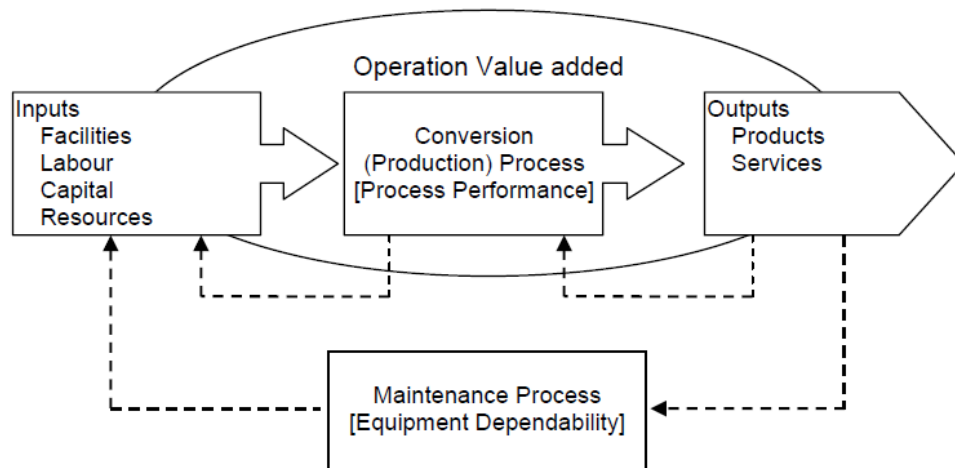
- 3. *Retiro:*** Es la última etapa y se alcanza cuando el activo ya no tiene la capacidad de realizar eficaz y eficientemente las metas que le impone el área de operaciones y/o producción, o cuando su costo de mantenimiento sea muy elevado para poder soportar el nivel de confiabilidad que se necesita. En esta fase se decide si el equipo se da de baja o si se modifica para adecuarlo a las metas de producción.

Tradicionalmente, no se ha visto a mantenimiento como un área estratégica para el negocio, si no como una generadora de gastos, y además se ha tenido apartada al área de operaciones de su par de mantenimiento. Un primer intento por integrar el trabajo de áreas fue planteado por Russel y Taylor, quienes crearon el que se conoce como el modelo de operaciones de manufactura. Este modelo define a la función de operaciones como una serie de actividades que envuelven la

adquisición de recursos (entradas), su transformación (procesos) y su salida como productos con valor agregado.

Por otra parte establece que el propósito de la función operaciones es agregar el máximo valor durante la etapa de transformación, mientras que la función mantenimiento es responsable de asegurar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos para que operaciones pueda cumplir su cometido. En este sentido, operaciones es un consumidor de los “productos” de mantenimiento, pero que aporta a la disponibilidad de recursos para la producción, que es el fin último de la organización.

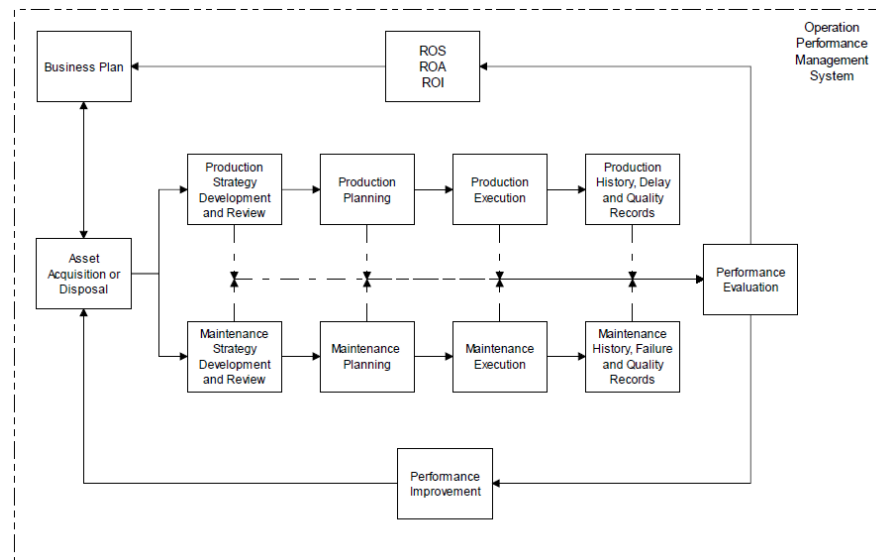
Gráfica 19. Modelo de Operaciones de Manufactura



Fuente: AGRESTI, Angelo. Asset Performance for Profitability. ACM 2003. [en línea] [Consultado en Julio de 2012] <http://www.plant-maintenance.com/articles/SAM_Origins.pdf>

3.7.2 Modelo SAM

Gráfica 20. Modelo SAM de gestión de activos



Fuente: AGRESTI, Angelo. Asset Performance for Profitability. ACM 2003. [en línea] [Consultado en Julio de 2012] <http://www.plant-maintenance.com/articles/SAM_Origins.pdf>

El modelo SAM (Synergetic Assets Management)²⁸ es una aproximación holística aplicada a tres tipos de activos específicos de la organización: el personal, la planta (equipos) y los procesos. Este modelo considera que la gestión de activos debe hacerse a lo largo de su ciclo de vida, pero dentro del contexto del desempeño del personal. La administración del desempeño requiere de una adecuada retroalimentación, reconocimiento, competencias y soporte para optimizar la motivación de los empleados. En este sentido, es vital un liderazgo efectivo porque asegura que los objetivos planeados sean alcanzados y que todo se tenga bajo el debido control.

²⁸ AGRESTI, Angelo. Asset Performance for Profitability. ACM 2003. [en línea] [Consultado en Julio de 2012] <http://www.plant-maintenance.com/articles/SAM_Origins.pdf>

Bajo este modelo, operaciones y mantenimiento cooperan para establecer las metas de desempeño, la estrategia y la táctica para obtener un óptimo desempeño operacional, el cual se verá reflejado en indicadores financieros como el ROI y el ROA. La premisa del modelo es que los administradores trabajen en sinergia con los empleados de niveles más bajos de la organización, entre otros aspectos para:

- Conseguir un trabajo en llave entre operaciones y mantenimiento.
- Hacer al trabajador participe del proceso.
- Crear equipos de trabajo multidisciplinarios para trabajar en la consecución de las metas.
- Hacer un uso apropiado de los sistemas y la tecnología.
- Obtener un aprendizaje organizacional para mejorar continuamente.

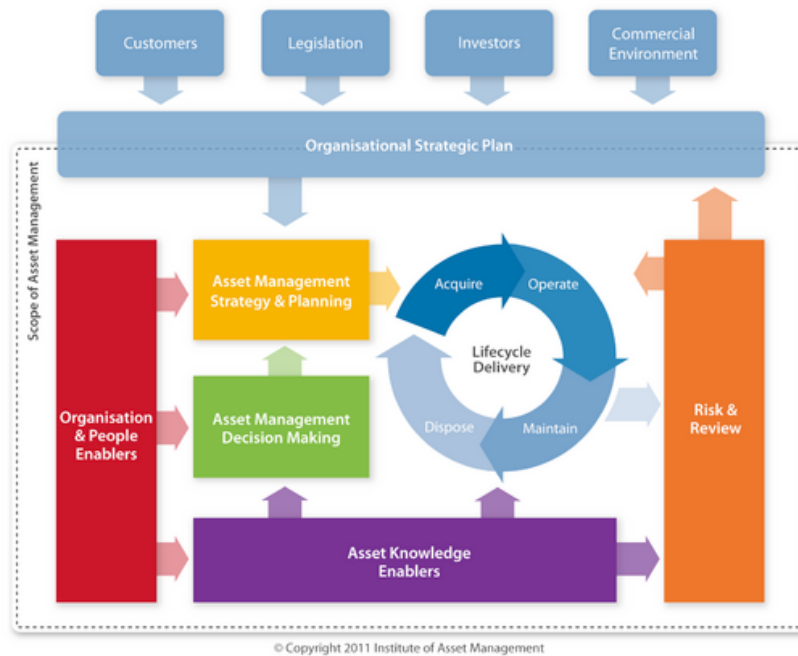
Sin embargo, el aplicar el modelo SAM implica un profundo cambio en las relaciones y el comportamiento del negocio, donde debe hacerse un esfuerzo continuado para alcanzar las metas organizacionales que se proponga la empresa.

3.7.3 Modelo Conceptual del IAM

El **IAM** (Institute of Asset Management)²⁹ es una organización que a nivel mundial recoge el conocimiento adquirido sobre todo lo relacionado con la gestión de activos. Esta organización ha proporcionado un enfoque integrado sobre el tema y en trabajo mancomunado con otras organizaciones, ha desarrollado un modelo de aseguramiento de la capacidad de gestión de activos. Por otra parte el modelo tiene componentes principales y estos a su vez subcomponentes, tal como se detalla en las gráficas 21 y 22:

²⁹ IAM - Institute of Asset Management. Inglaterra. [en línea] [Consultada en Mayo de 2012] <http://theiam.org/wiki/Conceptual_Model>

Gráfica 21. Modelo de gestión de activos del IAM



Fuente: IAM - Institute of Asset Management. Inglaterra. [en línea] [Consultada en Mayo de 2012]
 <http://theiam.org/wiki/Conceptual_Model>

Gráfica 22. Detalle de componentes del modelo conceptual

Asset Management Strategy and Planning	<ul style="list-style-type: none"> • Asset Management Policy • Asset Management Strategy • Demand Analysis • Strategic Planning • Asset Management Plans 	Asset Knowledge Enablers	<ul style="list-style-type: none"> • Asset Information Strategy • Asset Knowledge Standards • Asset Information Systems • Asset Data & Knowledge
Asset Management Decision-Making	<ul style="list-style-type: none"> • Capital Investment Decision-Making • Operations & Maintenance Decision-Making • Life Cycle Cost and Value Optimisation • Resourcing Strategy and Optimisation • Shutdowns & Outage Strategy and Optimisation • Aging Assets Strategy 	Organisation and People Enablers	<ul style="list-style-type: none"> • Contract & Supplier Management • Asset Management Leadership • Organisational Structure & Culture • Competence & Behaviour
Lifecycle Delivery Activities	<ul style="list-style-type: none"> • Technical Standards & Legislation • Asset Creation & Acquisition • Systems Engineering • Configuration Management • Maintenance Delivery • Reliability Engineering and Root Cause Analysis • Asset Operations • Resource Management • Shutdown/Outage Management • Incident Response • Asset Rationalisation & Disposal 	Risk & Review	<ul style="list-style-type: none"> • Criticality, Risk Assessment & Management • Contingency Planning & Resilience Analysis • Sustainable Development • Weather & Climate Change • Assets & Systems Performance & Health Monitoring • Assets & Systems Change Management • Management Review, Audit and Assurance • Accounting Practices • Stakeholder Relations

Fuente: IAM - Institute of Asset Management. Inglaterra. [en línea] [Consultada en Mayo de 2012]
 <<http://theiam.org/wiki/File:39elements.png>>

Básicamente, el modelo se centra en la comprensión y la certidumbre de tener una capacidad de gestión por parte de la organización. En resumen, el modelo establece que los clientes de la organización, los entes reguladores, los inversionistas y el entorno comercial son las entradas elaborar el plan estratégico de la organización. Dicho plan abarca los siguientes componentes:

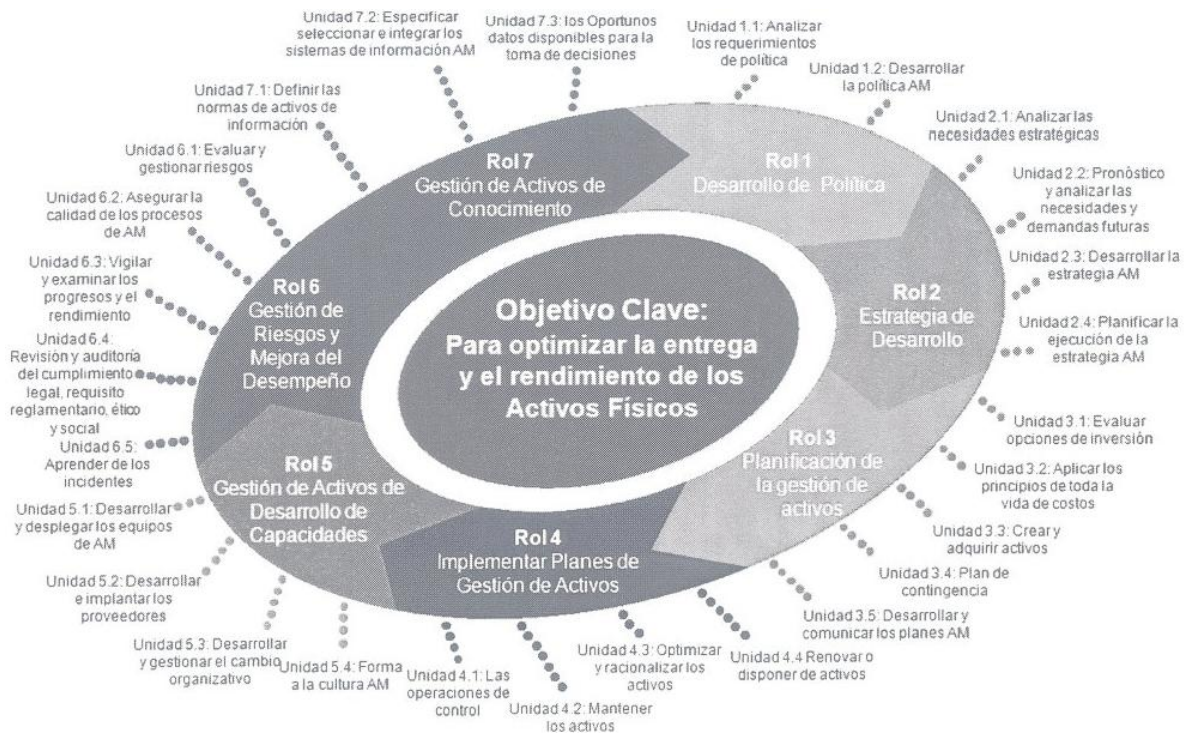
- Estructura organizacional de la empresa y del personal.
- Planificación estratégica.
- Sistema para la toma de decisiones.
- Actividades del ciclo de vida de los activos.
- Habilitadores de conocimiento.
- Revisión de los riesgos.

El IAM establece dentro de su metodología que para optimizar el rendimiento de los activos se deben trabajar siete aspectos fundamentales:

1. Desarrollo de la política.
2. Estrategia de desarrollo.
3. Planificación de la gestión de activos.
4. Implementación de los planes de gestión.
5. Desarrollo de capacidades.
6. Gestión de riesgos y mejora del desempeño.
7. Gestión de activos del conocimiento.

A su vez, cada uno de estos aspectos contiene diversos elementos de competencia y que se convierten en requisitos genéricos, tal como muestra la gráfica 23:

Gráfica 23. Requerimientos de la gestión de competencias IAM



Fuente: AMENDOLA, Luis. Gestión Integral de Activos Físicos. España: Ediciones PMM Institute for Learning. 2011. ISBN 978-84-935-668-8-3 p. 149.

3.7.4 Modelo SAMI

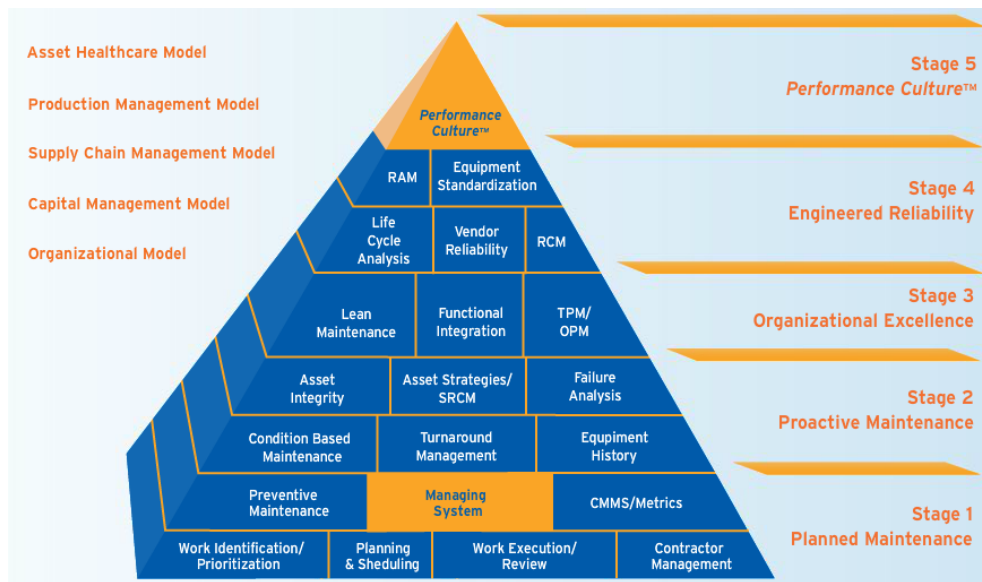
SAMI (Strategic Asset Maintenance Inc.) es una organización con presencia a nivel mundial creada en 1996, que ofrece sus servicios a empresas de diferentes sectores económicos y productivos, y los asesora en el tema de gestión de activos y planeación estratégica. SAMI ha creado su propia metodología de gestión de activos, la cual se resume en las gráficas 24 y 25:

Gráfica 24. Modelo SAMI



Fuente: AMENDOLA, Luis. *Gestión Integral de Activos Físicos*. España: Ediciones PMM Institute for Learning, 2011. ISBN 978-84-935-668-8-3 p. 104.

Gráfica 25. Pirámide SAMI



Fuente: SAMI Reaching Higher Corporation. [en línea] [Consultada en Junio de 2012] <http://samicorp.com/index.php?option=com_content&view=article&id=57&Itemid=108#pyramid>

Como se observa en las gráficas anteriores, el modelo de pirámide se compone básicamente de cinco grandes estructuras, a saber las siguientes:

Mantenimiento planeado: Representa el plan de mantenimiento requerido por la organización, al costo óptimo posible y la mayor eficiencia. Para ello considera una cuidadosa planificación y programación de las actividades de mantenimiento sobre los diferentes activos, pero estableciendo un régimen de prioridades acorde con una jerarquía de importancia, bajo el enfoque de preservar los registros históricos de los activos y el análisis de la eficiencia del mantenimiento.

Mantenimiento proactivo: Su objetivo es reducir o eliminar las causas de las fallas que puedan ser prevenidas mediante la aplicación de técnicas como el monitoreo por condición, análisis predictivo y análisis de causa raíz, para favorecer el seguimiento y control de las acciones de operaciones y mantenimiento, y contribuyendo a reducir sus costos.

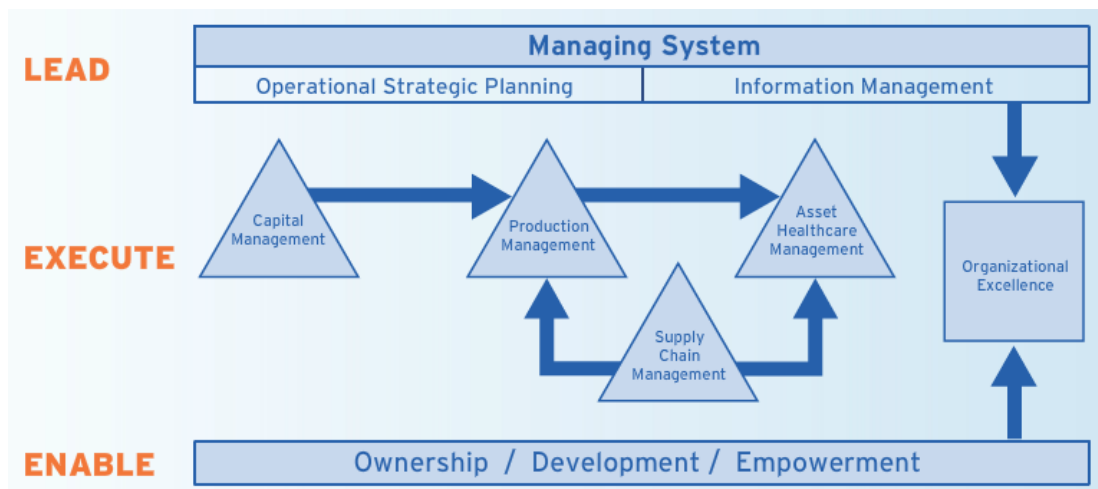
Excelencia operacional: En esta etapa los operarios de los activos ayudan a identificar y diagnosticar los problemas crónicos, y aparte de “operar” el equipo ayudan con actividades básicas de cuidado del mismo, ajustes menores, lubricación, y toma y registro de datos. Es indispensable que un grupo gerencial de mantenimiento administre adecuadamente las pautas de operaciones, horarios, y el aseguramiento de la ejecución de las actividades.

Ingeniería de confiabilidad: Para asegurar la confiabilidad de los activos se recurre a técnicas especializadas tales como el RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad), LCC (Costo del Ciclo de Vida), análisis RAM (Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad) para reducir los modos comunes de las fallas.

Gestión integral de activos: Visualiza los objetivos y metas del negocio para determinar los esfuerzos de mantenimiento y optimización de los activos.

El modelo SAMI exige que el plan de negocio este alineado con la realidad de la planta y para ello requiere la identificación específica de las condiciones de los equipos y su gap de desempeño. El trabajo inicia con una especificación del desempeño de los activos con base en el plan de negocio de la compañía, y el producto final se orienta al crecimiento del indicador ROI. La gráfica 26 muestra los aspectos bajo los cuales se desarrolla el modelo SAMI:

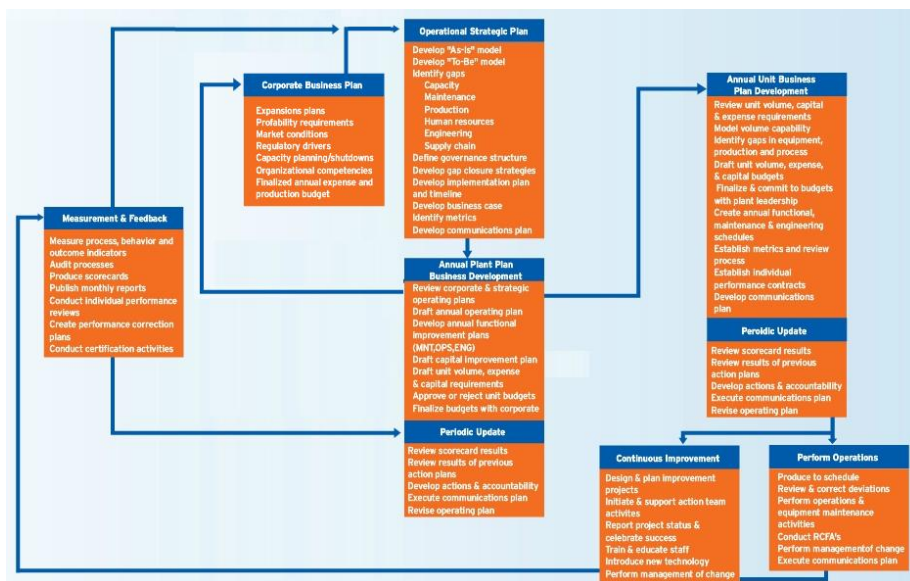
Gráfica 26. Modelo SAMI Reducido



Fuente: SAMI Reaching Higher Corporation. [en línea] [Consultada en Junio de 2012] <http://samicorp.com/index.php?option=com_content&view=article&id=56&Itemid=107#sam>

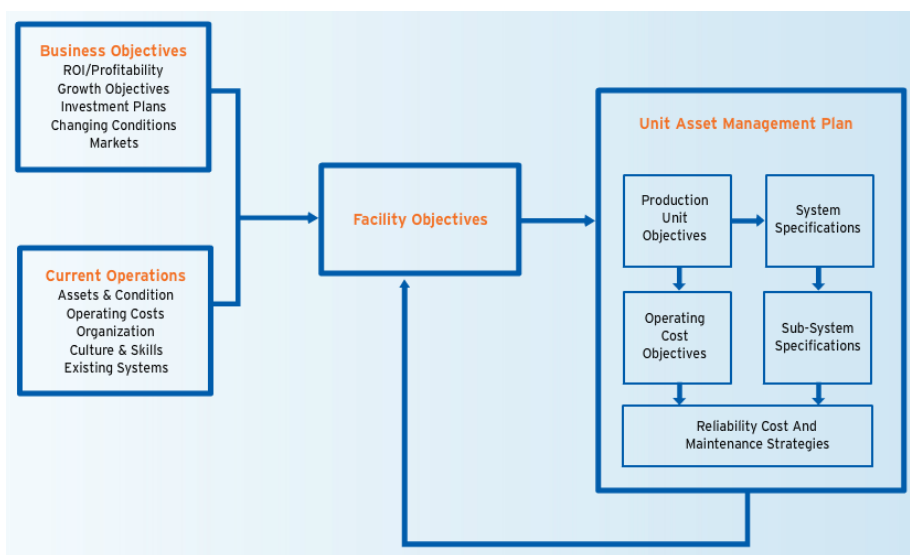
SAMI también ofrece dos alternativas de sistemas bajo los cuales se puede implementar y desarrollar la administración de activos físicos. Cada sistema tiene una serie de requerimientos y plasma las interrelaciones entre cada uno de ellos.

Gráfica 27. Primera propuesta para administración de activos SAMI



Fuente: SAMI Reaching Higher Corporation. [en línea] [Consultada en Junio de 2012] <http://samicorp.com/index.php?option=com_content&view=article&id=229&Itemid=219#managing>

Gráfica 28. Segunda propuesta para administración de activos SAMI

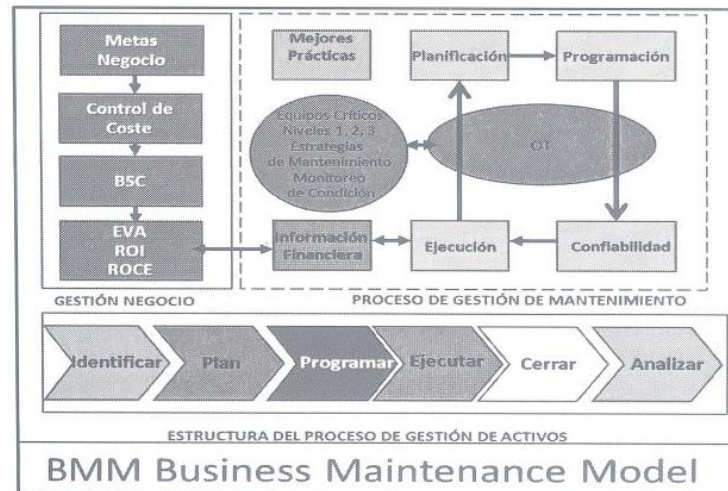


Fuente: SAMI Reaching Higher Corporation. [en línea] [Consultada en Junio de 2012] <http://samicorp.com/index.php?option=com_content&view=article&id=230&Itemid=220#managing>

3.7.5 Modelo BMM

El BMM (Business Maintenance Model)³⁰ es un modelo de gestión de activos físicos desarrollado y patentado por el **PMM Institute for Learning** de España. PMM es una organización con sede principal en España y creada en el año 2005, que se encuentra adscrita al **IAM** (Institute of Asset Management) y por tanto, avalada para brindar formación en aspectos relacionados con la gestión de activos físicos. PMM es reconocida a nivel mundial por asesorar a empresas del sector petrolero, gas, petroquímico, eléctrico y de servicios.

Gráfica 29. Modelo de Gestión PMM Institute for Learning



Fuente: AMENDOLA, Luis. Gestión Integral de Activos Físicos. España: Ediciones PMM Institute for Learning. 2011. ISBN 978-84-935-668-8-3. p. 65.

Producto de su trabajo y experiencia surgió este modelo, con el objetivo fundamental de rentabilizar la inversión en mantenimiento. Este modelo se fundamenta en que antes de diseñar un nuevo sistema de organización en producción y mantenimiento, primero hay que evaluar el sistema ya existente, y

³⁰ AMENDOLA, Luis. Gestión Integral de Activos Físicos. España: Ediciones PMM Institute for Learning. 2011. ISBN 978-84-935-668-8-3 p. 65.

para realizarlo se puede utilizar el método de auditoría del mantenimiento y producción.

En esencia, el modelo BMM se centra en la administración del ciclo de vida de los activos y la certificación de competencias en gestión de activos en tres áreas diferenciadas: las competencias personales, las competencias técnicas y las competencias del negocio. A su vez, y acorde al grado de especificidad, las competencias se dividen en dos grandes bloques:”

Conocimientos específicos de carácter técnico: precisos para la realización adecuada de las actividades.

Habilidades/Cualidades: Capacidades específicas y precisas para garantizar el éxito en el puesto.”³¹

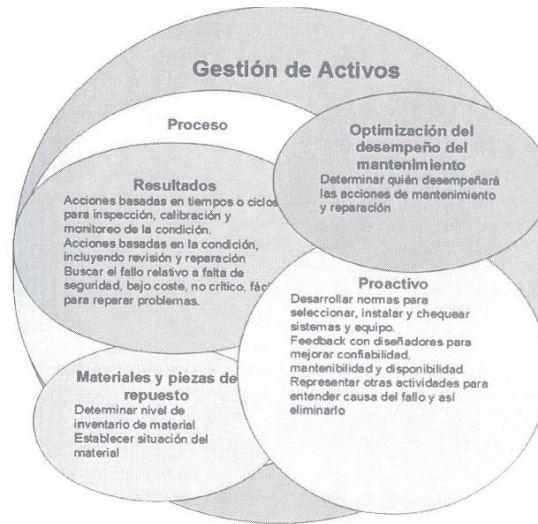
Gráfica 30. Modelo de Gestión de Competencias PMMLearning



Fuente: AMENDOLA, Luis. Gestión Integral de Activos Físicos. España: Ediciones PMM Institute for Learning. 2011. ISBN 978-84-935-668-8-3. p. 158.

³¹ AMENDOLA, Luis. Gestión Integral de Activos Físicos. España: Ediciones PMM Institute for Learning. 2011. ISBN 978-84-935-668-8-3. p. 162.

Gráfica 31, Modelo de Gestión del ciclo de vida PMMLearning



Modelo de gestión del ciclo de vida (Amendola, 2004).

Fuente: AMENDOLA, Luis. Gestión Integral de Activos Físicos. España: Ediciones PMM Institute for Learning. 2011. ISBN 978-84-935-668-8-3. p. 61.

3.7.6 Modelo LCE

LCE (Life Cycle Engineering)³² es una empresa norteamericana creada hace más de 35 años, con una amplia experiencia en el mercado en ingeniería de confiabilidad a nivel mundial. A través de su división **LCI** (Life Cycle Institute) ha desarrollado una base de conocimiento en confiabilidad, y a través de su experiencia, un modelo que se aproxima a los requerimientos de un sistema de gestión de activos físicos.

Este modelo mide parámetros básicos de desempeño de los activos físicos en las diferentes etapas del ciclo de vida del activo, pero los complementa con algunos indicadores asociados a los procesos productivos como por ejemplo el OEE.

³² LCE – Life Cycle Engineering. [en línea] [Consultada en Junio de 2012] http://www.lce.com/RiskBased_Asset_Management_209.html

Apoyado con la metodología del PHVA a lo largo del ciclo de vida del activo se hace una retroalimentación en cada una de las etapas del ciclo, con el objetivo primordial de alcanzar una estabilidad operativa.

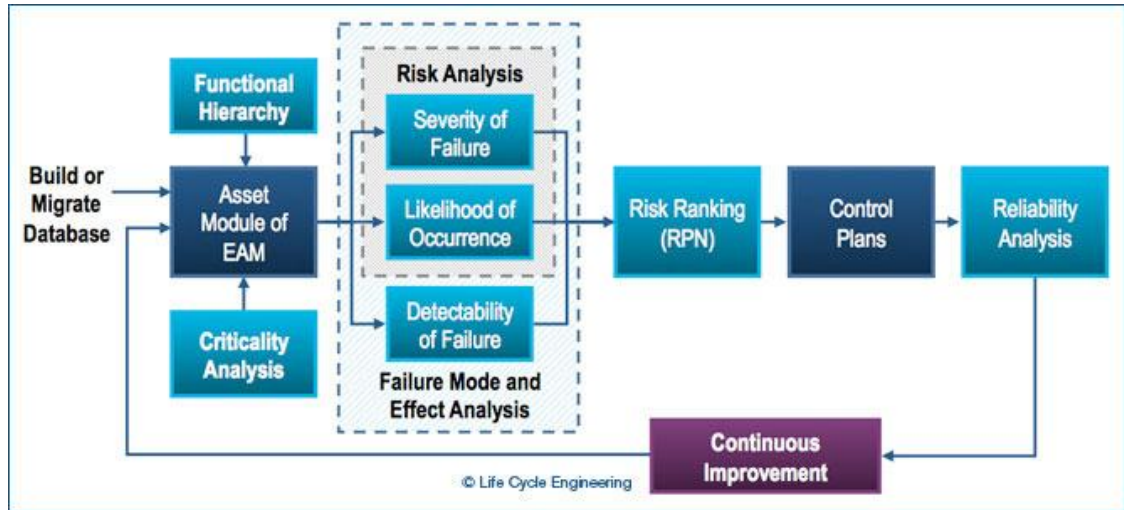
Gráfica 32. Modelo LCE de Gestión de Activos



Fuente: LCE – Life Cycle Engineering. [en línea] [Consultada en Junio de 2012] <http://www.lce.com/RiskBased_Asset_Management_209.html>

Este modelo aborda de manera consistente el componente técnico del sistema de gestión, centrándose en el análisis de riesgos y el análisis de los efectos de los diferentes modos de falla, pero no establece claramente cómo aporta o incorpora indicadores de tipo financiero para poder constituirse como un sistema integral como lo pide el enfoque moderno de la gestión de activos.

Gráfica 33. Esquema de análisis de riesgos del modelo LCE

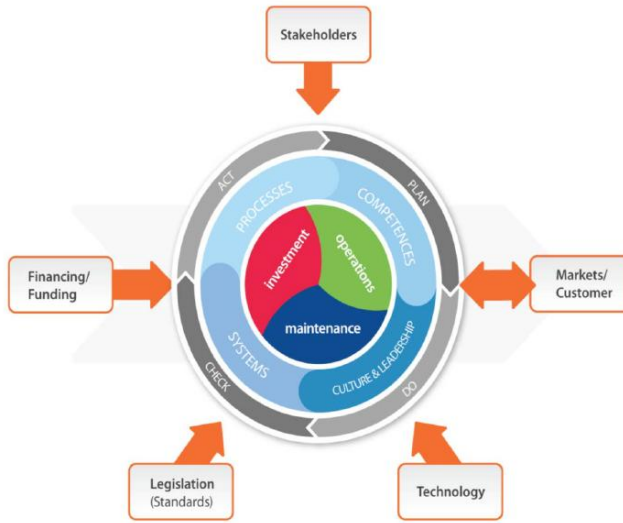


Fuente: LCE – Life Cycle Engineering. [en línea] [Consultada en Junio de 2012] <http://www.lce.com/RiskBased_Asset_Management_209.html>

3.7.7 Otros Modelos

Existen otros modelos genéricos conceptuales de gestión de activos que han sido desarrollados por diferentes organizaciones a nivel mundial. En esencia son modelos similares al que plantea el IAM, puesto que se basan en metodología del PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar). Sin profundizar mucho en el tema, solo se ilustran a continuación algunos ejemplos para demostrar la semejanza entre los modelos.

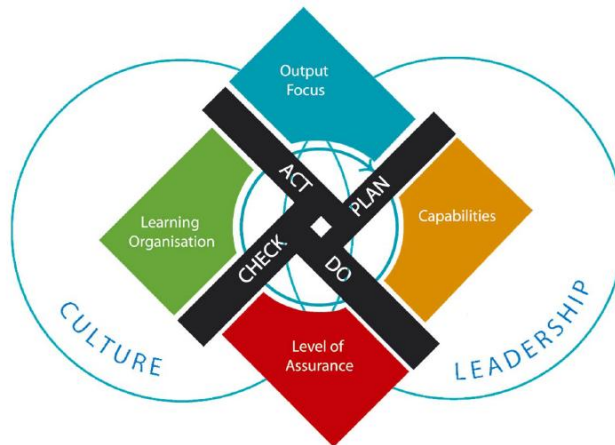
Gráfica 34. Modelo de Gestión de Activos del EFNMS (European Federation of National Maintenance Societes)



EFNMS Conceptual Model for Asset Management

Fuente: GFMAN. The Asset Management Landscape English Version. November 2011. ISBN 978-0-9871799-1-3. [en línea] [Consultada en Junio de 2012] p.22

Gráfica 35. Modelo de Gestión de Activos del Asset Management Council



Asset Management Council "Asset Capability Concept Model"

Fuente: GFMAN. The Asset Management Landscape English Version. November 2011. ISBN 978-0-9871799-1-3. [en línea] [Consultada en Junio de 2012] p.21.

4. MODELOS DE EXCELENCIA OPERACIONAL Y CALIDAD

4.1 GENERALIDADES

Existen diferentes modelos para implementar la gestión de activos físicos en las organizaciones industriales. El enfoque moderno de la gestión integral de activos físicos exige que un verdadero sistema integral incorpore a todas las áreas de la organización y les de participación activa, porque solo de esa forma se puede alcanzar el gran objetivo de la empresa que es mantenerse e incrementar su valor en el mercado.

El entorno social, económico, político, tecnológico y cultural tan cambiante al que se ven sujetas las pymes les exige día a día ser más competitivas; estamos a comienzos de un siglo en donde la apertura económica, la globalización y los tratados de libre comercio les impone a las empresas el reto de ser mejores en calidad, productividad, costos y uso de los recursos.

La aparición e implementación de los sistemas de gestión de calidad, medio ambiente, y seguridad y salud ocupacional han aportado al crecimiento y mejoramiento de las empresas, y la aplicación de un modelo de gestión de activos físicos bajo el estándar PAS55 complementa a los sistemas anteriores dado lo similar de su estructura. Pero aparece entonces una serie de interrogantes que se plantean aquellas empresas que quieren incorporar la gestión de activos físicos:

Estamos preparados para aplicar un modelo de gestión de activos físicos?

Qué modelos de gestión de activos físicos existen?

Cuál es el mejor modelo de gestión de activos físicos?

Cuál debo incorporar en mi organización?

Como se describió en el capítulo anterior, son varios los modelos existentes y cada uno de ellos con sus propias bondades y debilidades, pero ningún modelo tiene la verdad absoluta sobre el tema y hay mucho que trabajar en el área de la gestión de activos físicos. A partir del análisis de los diferentes modelos, se ha optado por desarrollar un modelo que además de tener en cuenta los aspectos financieros y técnicos de la gestión se oriente por los conceptos de excelencia operacional y calidad.

Un modelo de gestión integral de activos físicos se puede desarrollar para ser aplicado en empresas de diferentes sectores y actividades económicas: empresas de servicios públicos, empresas manufactureras, empresas de explotación de recursos naturales, empresas comerciales, entre otras. El objeto de este proyecto es desarrollar un modelo orientado hacia las pequeñas y medianas empresas del sector industrial manufacturero; sin embargo, se anota que la extensión a otro tipo de organizaciones puede ser factible bajo la revisión del modelo y algunos ajustes necesarios, y teniendo en cuenta el eje central del modelo que se propone es la calidad y la excelencia operativa.

A continuación se relacionan los principales modelos existentes y sus características.

4.2 MODELO DEMING (PHVA)

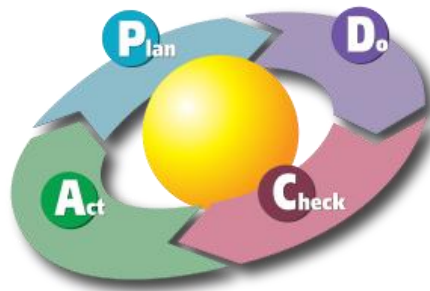
El modelo Deming es el más aplicado en los sistemas de gestión de calidad, y se llama así en honor al estadístico norteamericano William Edwards Deming. Hacia mediados del siglo XXI Deming descubrió los trabajos sobre control estadístico de procesos realizados por Walter Shewhart, cuyas ideas pasaron desapercibidas en los Estados Unidos, más no así en Japón. Deming, quien estuvo en Japón, dió múltiples conferencias y charlas sobre los temas de calidad y la aplicación de los trabajos de Shewhart, los cuales fueron acogidos e implementados en casi toda la

industria; con el tiempo y por su contribución académica y éxito, se creó en honor suyo lo que hoy se conoce como “Premio Deming”, que es uno de los premios en calidad más importantes del mundo.

El modelo Deming establece que alcanzar la calidad es un proceso que nunca termina, pues siempre existe la posibilidad de optimizar recursos y reducir costos. La mayor contribución de Deming a los procesos de calidad fué el control estadístico de procesos, que es una herramienta con la cual se puede establecer la variación en los procesos productivos y cómo afectan estos a la calidad.

El ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) tan extendido en los procesos de gestión de calidad se conoce como "**Circulo de Deming**".

Gráfica 36. Circulo de Deming



Fuente: WIKIPEDIA. [en línea] [Consultada en Junio de 2012]
<<http://es.wikipedia.org/wiki/Deming>>

4.3 MODELO MALCOLM BALDRIGE

El Malcolm Baldrige es una valiosa herramienta empleada para evaluar la excelencia en la gestión de las organizaciones y se centra en darle importancia al cliente y su satisfacción. Este modelo se llama así en honor a su creador, el norteamericano Malcolm Baldrige, quien fué uno de los discípulos de William

Deming; Baldrige tomó el modelo de Deming y lo adecuó para crear un estándar americano de calidad. El modelo Baldrige se basa en siete criterios que son los siguientes:

Liderazgo: Estudia como los líderes de las organizaciones guían y sostienen a la organización, y como el “gobierno” de la empresa gestiona sus responsabilidades éticas, legales y con la comunidad.

Planificación estratégica: Estudia como la organización desarrolla sus objetivos estratégicos, los planes de actuación y cómo estos son desarrollados y modificados si las circunstancias lo requieren. También estudia cómo se mide el progreso.

Enfoque en el cliente y el mercado: Estudia cómo la organización determina los requerimientos, las necesidades, las expectativas y las preferencias de los clientes y de los mercados. Igualmente, considera cómo la organización construye relaciones con los clientes y determina los factores clave que llevarán a la adquisición, satisfacción, fidelización y retención del cliente.

Medida, análisis y gestión del conocimiento: Estudia la forma en que la organización selecciona, recoge, analiza, dirige y mejora sus datos y todos aquellos activos basados en el conocimiento. También examina cómo la organización revisa su desempeño.

Enfoque en los recursos humanos: Estudia cómo los sistemas de trabajo de la organización, el aprendizaje de los empleados y la motivación permiten a todos los empleados desarrollar y utilizar su potencial para alinear los objetivos generales de la organización, la estrategia y los planes de actuación. También estudia los esfuerzos de la organización para crear y mantener un entorno de trabajo adecuado y un clima de apoyo a los empleados que lleven a la excelencia del desempeño, y a un crecimiento personal y organizativo.

Gestión por procesos: Estudia los aspectos clave del proceso de gestión de la organización, incluyendo procesos clave de los productos y los servicios para crear valor a los clientes, a la organización y apoyar los procesos claves.

Resultados: Estudia el desempeño de la organización y su mejora en todas las áreas clave (Resultados del producto y el servicio, satisfacción del cliente, resultados financieros y de mercado, resultados de los recursos humanos, resultados operativos, y resultados de liderazgo y responsabilidad social).

En honor de Baldrige, se crea en 1987 el Premio Nacional de la Calidad Americana, bajo la creencia que de esta forma se podría estimular la gestión de calidad total (GCT), tan necesaria para que las empresas puedan competir en los mercados internacionales.

4.4 MODELO EFQM

La Fundación Europea para la Gestión de la Calidad (**EFQM** - European Foundation for Quality Management) es un organismo fundado en 1988 por los presidentes de las catorce mayores compañías europeas, y con el apoyo de la Comisión Europea. El papel actual de esta organización es incrementar la eficacia y eficiencia de las organizaciones europeas, reforzando la calidad en todos los aspectos de sus actividades, y estimulando y asistiendo el desarrollo de la mejora de la calidad.

La EFQM es básicamente la respuesta europea a los modelos de calidad Deming (Japonés) y el Baldrige (Americano), y define la Gestión de Calidad Total como un método estructurado para la gestión de un negocio, con vistas a la obtención de los mejores resultados.

El modelo consta de 9 criterios en total, de los cuales los cinco primeros son “Agentes facilitadores” y describen lo que hace la organización, en tanto que los cuatro restantes son “Agentes resultado” y son el producto y logros de la organización a través de la labor de sus agentes facilitadores. A su vez, cada criterio contiene subcriterios de valoración (32 en total), y cada subcriterio una lista variable de áreas a ser consideradas. La siguiente gráfica indica cómo se relacionan los criterios del modelo.

Gráfica 37. Modelo EFQM de Excelencia



Fuente: TQM Consultores. Modelo EFQM de Excelencia. [en línea] [Consultada en Junio de 2012] <<http://www.tqm.es/TQM/ModEur/ModeloEuropeo.htm>>

A continuación se describe brevemente en qué consisten los criterios:

1. **Liderazgo:** La forma en que el equipo directivo desarrolla y facilita que se alcance la misión y la visión, desarrolla los valores necesarios para el éxito a largo plazo, los materializa mediante acciones y comportamientos adecuados, y se compromete personalmente en asegurar que el sistema de gestión de la organización se desarrolla y se pone en práctica. Cómo realiza el equipo directivo:

a. El desarrollo de la misión, la visión y los valores, y su papel de modelo de referencia de una cultura de excelencia.

- b. Su compromiso personal con el desarrollo, puesta en práctica y mejora continua del sistema de gestión de la organización.
- c. Su implicación con clientes, asociados y representantes de la sociedad.
- d. La motivación, el apoyo y el reconocimiento al personal.

2. **Política y Estrategia:** Cómo materializa la organización su misión y visión, mediante una estrategia claramente enfocada hacia los actores, apoyada por políticas, planes, objetivos, metas y procesos adecuados. Cómo se asegura la organización que la Política y la Estrategia:

- a. Están fundamentadas en las necesidades y expectativas, tanto presentes como futuras, de los actores.
- b. Están fundamentadas en información procedente de medidas del rendimiento y de las actividades de investigación, aprendizaje y creatividad.
- c. Se desarrollan, revisan y actualizan.
- d. Se despliegan mediante un sistema de procesos claves.
- e. Se comunican y ponen en práctica.

3. **Personal:** Cómo gestiona y desarrolla la organización los conocimientos de las personas que la constituyen y libera todo su potencial, tanto individualmente como en equipo y en el conjunto de la organización. Y cómo planifica estas actividades en apoyo de su política y su estrategia y del eficaz funcionamiento de sus procesos. Esto incluye la forma en que :

- a. Se planifican, gestionan y mejoran los recursos humanos.
- b. Se identifican, desarrollan y mantienen los conocimientos y las capacidades del personal.
- c. Se responsabiliza al personal y se le da autoridad.
- d. La organización dialoga con su personal.
- e. La organización remunera y reconoce a su personal y cuida de él.

4. **Colaboradores y Recursos:** Cómo planifica y gestiona la organización sus colaboradores externos y sus recursos internos para

apoyar su política y su estrategia, y el funcionamiento eficaz de sus procesos. Cómo se gestionan:

- a. Los colaboradores externos.
- b. Las finanzas.
- c. Los edificios, equipos y materiales.
- d. La tecnología.
- e. La información y los conocimientos.

5. **Procesos:** Cómo diseña, gestiona, y mejora la organización sus procesos con el objeto de apoyar su política y su estrategia, y para generar valor de forma creciente para sus clientes y sus otros actores. Cómo se realizan las siguientes actividades:

- a. El diseño y la gestión sistemáticos de los procesos.
- b. La mejora de los procesos, innovando en lo que sea necesario para satisfacer plenamente las necesidades de los clientes y de los otros actores, y para generar valor de forma creciente para ellos.
- c. El diseño y desarrollo de Productos y Servicios, basándose en las necesidades y expectativas de los clientes.
- d. La producción, distribución y servicio post-venta de productos y servicios.
- e. La gestión de las relaciones con los clientes, y su intensificación y mejora.

6. **Resultados en los Clientes:** Lo que consigue la organización en relación con sus clientes externos:

- a. Medidas de percepciones.
- b. Indicadores.

7. **Resultados en el Personal:** Lo que consigue la organización en relación con su personal:

- a. Medidas de percepciones.
 - b. Indicadores.
8. **Resultados en la Sociedad:** Lo que consigue la organización en relación con su entorno social: local, nacional e internacional:
- a. Medidas de percepciones.
 - b. Indicadores.
9. **Rendimiento Final de la organización:** Lo que consigue la organización en relación con su rendimiento final planificado:
- a. Resultados clave.
 - b. Indicadores clave.³³

Para evitar confusiones de concepto, el modelo EFQM se caracteriza por lo siguiente:

Tabla 3. Características generales del modelo EFQM

NO PROPORCIONA	PROPORCIONA
Un programa de acción	Una forma de entender la calidad total
Un conjunto de herramientas de mejora	Un marco conceptual común
Un instrumento de motivación	Una guía para el auto diagnóstico
Un conocimiento completo de la calidad total	Un instrumento para estructurar las áreas a mejorar

Fuente: TQM Consultores. Modelo EFQM de Excelencia. [en línea] [Consultada en Junio de 2012] <<http://www.tqm.es/TQM/ModEur/ModeloEuropeo.htm>>

³³ TQM Consultores. Modelo EFQM de Excelencia. [en línea] [Consultada en Junio de 2012] <<http://www.tqm.es/TQM/ModEur/ModeloEuropeo.htm>>

Tabla 4. Fortalezas y Debilidades del modelo EFQM

FORTALEZAS	DEBILIDADES
Es un proceso riguroso, estructurado basado en datos e información.	El trabajo puede tornarse lento y absorbente.
Brinda una capacidad de diagnóstico exhaustivo e imagen detallada de puntos fuertes y áreas de mejora.	No siempre se formulan las preguntas correctas o con la profundidad requerida.
Flexibilidad para aplicación a cualquier tipo de organización.	Terminología no fácil de manejar.
Evita deliberadamente que se haga mayor hincapié en algún aspecto específico.	Exige pensar en cuestiones que habitualmente no se plantean.
Involucra al personal de la organización en la gestión del cambio.	Exige proceso consultivo con stakeholders de la organización.

Fuente: TQM Consultores. Modelo EFQM de Excelencia. [en línea] [Consultada en Junio de 2012] <<http://www.tqm.es/TQM/ModEur/ModeloEuropeo.htm>>

Finalmente se anota que este modelo es sometido continuamente a revisión.

4.5 EL DIAMANTE DE PORTER

El cambiante ambiente al que hoy en día se ven sometidas las empresas exige que constantemente se sometan a benchmarking y hagan análisis DOFA para evaluar periódicamente su plan estratégico, el cual se realiza como su nombre lo indica, a través del análisis de las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas de la organización. Sin embargo, el análisis DOFA debería complementarse con otra herramienta que permita evaluar la competitividad de la organización en otra dimensión, y es entonces donde toma valor la aplicación del conocido ***Diamante de Porter*** o ***Diamante de la Competitividad***.

Que es la competitividad? “Es la capacidad de una organización pública o privada, lucrativa o no, de mantener sistemáticamente ventajas comparativas que

le permitan alcanzar, sostener y mejorar una determinada posición en el entorno socioeconómico.”³⁴

El nuevo paradigma de la competitividad la define como:

la capacidad de una industria para alcanzar sus objetivos de forma superior al promedio del sector de referencia, en forma sostenible... En esta definición existen tres elementos claves: **Objetivos**: El principal objetivo de cualquier empresa radica en lograr retornos financieros mayores sobre sus inversiones que el promedio en el sector de referencia. **Sector de Referencia**: Se define como un conjunto de empresas que luchan por los mismos clientes, ofreciendo productos parecidos con procesos relativamente similares. **Sostenibilidad**: Significa la capacidad de seguir alcanzando los objetivos a lo largo del tiempo enfrentándose a las denominadas 5 fuerzas competitivas (1. La aparición de nuevos competidores. 2. La aparición de productos sustitutos. 3. El poder de negociación de los clientes. 4. El poder de negociación de los proveedores. 5. La rivalidad entre las empresas del sector de referencia.)³⁵

Conocido el concepto de competitividad, se puede profundizar sobre el modelo de Porter. El diamante se compone básicamente de 4 factores que están ligados entre sí pero regidos por el Gobierno de la nación, quien actúa como un catalizador que impulsa a las empresas a mejorar su desempeño competitivo, estimulando la demanda primaria de productos avanzados, impulsando la creación de factores especializados y estimulando la rivalidad “local” evitando la cooperación directa bajo el cumplimiento de las regulaciones anticompetitivas.

Los 4 factores que intervienen en el diamante son los siguientes:

³⁴ <http://www.slideshare.net/depdepublicaciones/el-diamante-de-porter>

³⁵ SCRIBD. El Diamante de Porter. [en línea] [Consultada en Junio de 2012] <<http://www.scribd.com/doc/9060501/El-Diamante-de-Porter>>

Gráfica 38. Modelo de diamante de Michael Porter



Fuente: SCRIBD. El Diamante de Porter.[en línea] [Consultada en Junio de 2012] <<http://www.scribd.com/doc/9060501/El-Diamante-de-Porter>>

La estrategia, la estructura y la rivalidad entre las firmas: El mundo es dominado por condiciones dinámicas. La competencia directa impulsa a las firmas a trabajar para aumentar en productividad e innovación.

Condiciones de la demanda: Si los clientes en una economía son muy exigentes, la presión que se pone sobre las empresas será mayor y las obligará a mejorar constante su productividad vía productos innovadores, de alta calidad, etc.

Industrias de soporte relacionadas: La proximidad espacial de industrias ascendentes y descendentes facilitará el intercambio de información y promoverá un intercambio continuo de ideas e innovaciones.

La condición de los factores: Al contrario de la sabiduría convencional, Porter discute que los factores “dominantes” de la producción (o los factores especializados) son creados, y no heredados. Los factores especializados de la producción son trabajo externo, capital e infraestructura. Los factores “No claves” o los factores de uso general, tales como trabajo inexperto y

materias primas los puede obtener cualquier compañía y, por lo tanto, no generan ventaja competitiva sostenida. Sin embargo, los factores especializados implican una fuerte y constante inversión. Son más difíciles de copiar. Esto crea una ventaja competitiva, porque si otras firmas no pueden copiar fácilmente estos factores, estos se vuelven valiosos.³⁶

El modelo de Porter evidentemente apunta hacia el incremento de la competitividad de la organización y permite determinar el escenario del conjunto de competidores en el sector industrial, y examinar las habilidades estratégicas que tiene cada empresa, para finalmente crear estrategias que permitan alcanzar ventajas competitivas sostenibles en el largo plazo. Estas ventajas son las que en el tiempo redundarán en mejores resultados financieros, el sostenimiento de la empresa en el mercado y el reconocimiento de la organización dentro de su sector.

³⁶ 12 MANAGE. Modelo del Diamante de Porter y Clusters (Michael Porter) [en línea] [Consultada en Julio de 2012] <http://www.12manage.com/methods_porter_diamond_model_es.html>

5. DESARROLLO DEL MODELO DE GESTIÓN DE ACTIVOS

5.1 CONSIDERACIONES GENERALES

La formulación de un Sistema integral de gestión de activos físicos es producto de la suma de varios aspectos. La norma PAS55 establece los requerimientos mínimos que debe cumplir la organización que quiera implementar su sistema de gestión de activos, pero se le puede dar otro enfoque, consistente en soportarlo adicionalmente con otra serie de herramientas tales como los modelos de gestión de proyectos, modelos de gestión de calidad y excelencia operativa, modelos de gestión de competencias, estándares de ingeniería, entre otros.

En el marco teórico de este proyecto se ha visto que los modelos de gestión de activos tienen convergencia en algunos aspectos y que el enfoque debe estar orientado a alinear a las áreas de mantenimiento con la estrategia de la organización, para convertirlas en generadoras de valor y que su desempeño sea medible con diversidad de indicadores técnicos y financieros.

Por otra parte se debe seleccionar e integrar un modelo de excelencia y calidad adecuado para la aplicación a las pymes industriales; en ese sentido, dicho modelo será la herramienta de soporte complementaria para elaborar la propuesta de modelo de gestión de activos físicos. Adicionalmente, se ha considerado usar como herramienta adicional el Diamante de Porter, ya que este le permite a la organización evaluar su desempeño competitivo en su entorno nacional, brindando entradas adicionales para la elaboración del plan estratégico de la compañía.

En el marco teórico se mencionaron conceptos que también deben ser tenidos en cuenta para el modelo de gestión, tales como el Balanced Scorecard, mapa

estratégico y el más importante: el ciclo de vida de los activos. En conclusión, la elaboración de un sistema integral requiere de la convergencia de múltiples factores, pero no se debe perder el enfoque, consistente en que todos ellos deben tener un mismo horizonte y apuntar hacia la consecución de las metas trazadas por la organización acorde a su plan estratégico.

Además de lo anterior, entre los muchos ingredientes para una buena gestión de activos se deben considerar también:

1. Gerentes de Servicios Financieros: Gestión de la cartera financiera (efectivo, utilidades, bonos).
2. Directores principales: Adquisición/fusión de compañías enteras y sus activos.
3. Asesores de Mantenimiento: Un nombre clave en mantenimiento que agregue credibilidad.
4. Soporte informático: Base de datos de información de los activos y soporte gerencial.
5. Gerentes de Tecnología de Información: Control de los activos informáticos.
6. Complejos, plantas y la infraestructura: Optimizando el ciclo de vida de los activos.³⁷

Con todo este panorama de conceptos, definiciones y modelos se tiene lo necesario para hacer la integración y desarrollar un modelo genérico conceptual.

Por dónde empezar? Lo primero es ubicarnos en el contexto del proyecto, es decir, tener en cuenta que el modelo se orienta hacia su aplicación en las pymes de tipo industrial. Acto seguido, se selecciona el modelo de excelencia y calidad, y a partir de allí, se desarrolla la integración con los requerimientos de PAS55.

La forma seleccionada para presentar la información de la integración es a través de una matriz, en la cual aspecto por aspecto se indique los lineamientos

³⁷ CNN EXPANSION. Ciclo de Vida Certificado. [en línea] [Consultada en Junio de 2012] <<http://www.cnnexpansion.com/manufactura/tendencias/ciclo-de-vida-certificado>>

generales bajo los cuales se orienta el modelo. Esta matriz debe contener cada uno de los requerimientos de PAS55 y establecer su conjunción con los aspectos relevantes del marco teórico de un modelo de gestión de activos físicos. El paso final de la integración es el desarrollo de un modelo grafico que condense y explique la filosofía del mismo y destaque los aspectos en que una pyme industrial debe enfatizar para desarrollar su sistema integral de activos físicos.

5.2 QUÉ ES UNA PYME INDUSTRIAL?

La pequeña y mediana empresa (conocida también por el acrónimo **PYME**, lexicalizado como pyme) es una empresa con características distintivas, y tiene dimensiones con ciertos límites ocupacionales y financieros prefijados por los Estados o regiones. Las pymes son agentes con lógicas, culturas, intereses y un espíritu emprendedor específicos...

...En Colombia, de acuerdo con la definición de la ley 590 de 2000 y la ley 905 de 2004 la microempresa es toda unidad de explotación económica realizada por persona natural o jurídica, en actividades empresariales, agropecuarias, **industriales**, comerciales o de servicio, rural o urbana con planta de personal hasta 10 trabajadores y activos de menos de 501 salarios mínimos legales mensuales vigentes. Según la ley 905 de 2004 la pequeña empresa es aquella con una planta de personal entre 11 y 50 trabajadores o activos entre 501 y 5000 salarios mínimos legales mensuales vigentes; por último, la mediana empresa es aquella que cuenta con una planta de personal entre 51 y 200 trabajadores o activos totales entre 5001 y 30000 salarios mínimos legales mensuales vigentes.

Actualmente se ha remplazado la medida del salario mínimo como medida para clasificar el tipo de empresa por tamaño a la de UVT (Unidad de Valor Tributario, Ley 590 de 2000).³⁸

Tabla 5. Clasificación de las Empresas según la legislación colombiana

TIPO DE EMPRESA	No. EMPLEADOS	ACTIVOS TOTALES (SMLMV)
Microempresa	1 – 10	Menos de 501
Pequeña empresa	11 – 50	501 – 5000
Mediana empresa	51 – 200	5001 – 30000
Gran empresa	Más de 200	Más de 30000

SMLMV = Salario Mínimo Legal Mensual Vigente

Fuente: WIKIPEDIA. Pequeña y mediana empresa. [en línea] [Consultada en Julio de 2012] <<http://es.wikipedia.org/wiki/Deming>>

Por otra parte y según la encuesta nacional sobre pymes, que semestralmente realiza el centro de estudios de la ANIF (Asociación Nacional de Instituciones Financieras)³⁹, en Colombia las pymes industriales tienen actividad en los siguientes sectores económicos:

- Alimentos y bebidas.
- Prendas de vestir.
- Productos de caucho y plástico.
- Muebles, otras industrias manufactureras.
- Cuero, calzado y marroquinería.
- Sustancias y productos químicos.
- Actividades de edición e impresión.

³⁸ WIKIPEDIA. Pequeña y mediana empresa. [en línea] [Consultada en Julio de 2012] <<http://es.wikipedia.org/wiki/Deming>>

³⁹ ANIF. La gran encuesta PYME Primer Semestre 2012. Informe de Resultados. Lectura Regional.

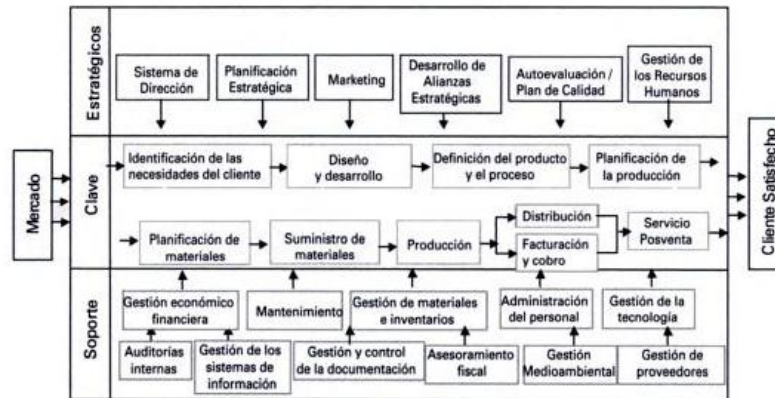
- Maquinaria y equipo.
- Productos metálicos.
- Productos minerales no metálicos.
- Productos textiles.

Claramente, las pymes industriales tienen injerencia en un amplio rango de actividades económicas y en ese sentido el modelo a proponer debe ser lo suficientemente flexible para poder adaptarse a las necesidades específicas de cada renglón industrial y de la empresa como tal. Por otra parte, hay que identificar la ubicación del área de mantenimiento dentro de la organización para entender su interacción con las demás áreas y su papel en la cadena de valor de la empresa.

5.3 MANTENIMIENTO EN EL MAPA DE PROCESOS Y ESTRATÉGICO DE LAS PYMES

Toda empresa industrial tiene su propio mapa de procesos; sin embargo, existen mapas genéricos (Ver gráfica 40). En el mapa se identifican claramente cuáles son las áreas estratégicas, clave y de soporte, y se aprecia que mantenimiento se considera tradicionalmente como un área soporte de producción. El nuevo enfoque propuesto por los diferentes modelos de gestión integral de activos exige que dentro de la planeación estratégica de la empresa se considere el ciclo de vida de los activos, desde su diseño conceptual hasta su disposición final, y obviamente mantenimiento tiene una gran incidencia principalmente durante la fase de operación del activo.

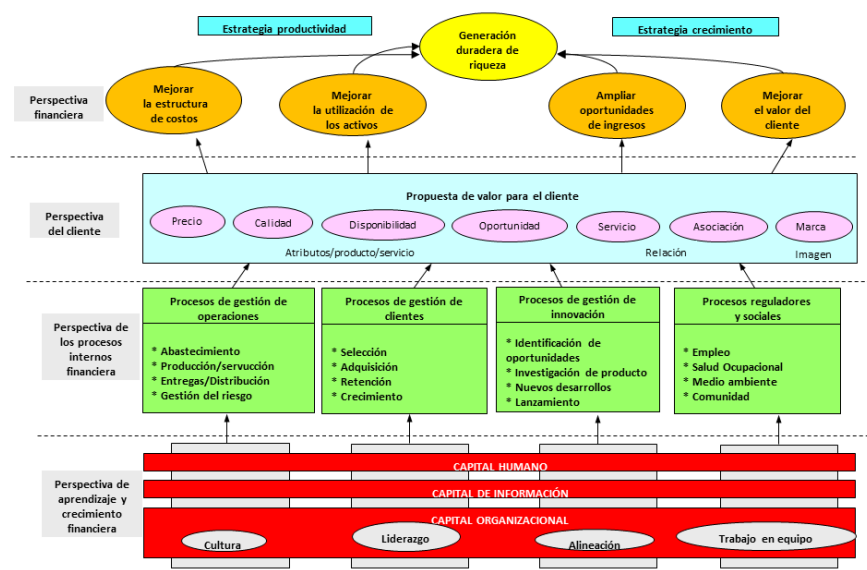
Gráfica 39. Mapa de procesos típico de una empresa industrial



Fuente: MEMBRADO Martínez, Joaquín. Innovación y Mejora continua según el modelo EFQM de Excelencia. 2ª. Edición. España: Editorial Díaz de Santos. 2002. p. 69.

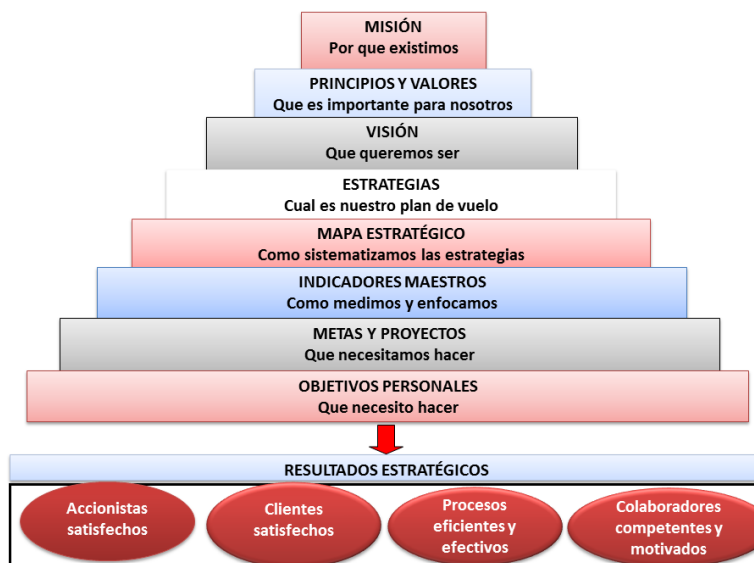
Desde el punto de vista del mapa estratégico, mantenimiento incide en las diferentes perspectivas (financiera, clientes, procesos, y personal y aprendizaje). PAS55 exige que la organización disponga de una política, una estrategia y unos planes de mantenimiento y desde luego, el desarrollo de estos debe hacerse en paralelo con sus pares correspondientes a nivel empresa para apuntar hacia la consecución de los mismos objetivos. Finalmente, el objetivo primordial de las empresas industriales es generar riqueza y mantenerse en el mercado, por tanto es muy importante analizar el entorno del mantenimiento en la empresa y la forma en que este puede aportar valor desde el punto de vista de una buena gestión de los activos físicos.

Gráfica 40. Mapa estratégico de la creación de valor



Fuente: Diapositivas Curso Manufactura Productiva. UIS Bogotá. Esp. Gerencia. De Mantenimiento. Julio de 2012. Ing. Fabio González.

Gráfica 41. Pirámide de la Creación de Valor



Fuente: Diapositivas Curso Manufactura Productiva. UIS Bogotá. Esp. Gerencia. De Mantenimiento. Julio de 2012. Ing. Fabio González.

5.4 ELECCIÓN DEL MODELO DE EXCELENCIA Y CALIDAD

Hasta ahora se tiene identificado el tipo de empresa al que aplica el modelo y se ha determinado como se ubica el área de mantenimiento dentro de la organización. Ahora, el siguiente paso para la generación del modelo es la elección de un modelo de calidad que sea el sustento sobre el cual se desarrolle la gestión de activos físicos.

De los diferentes modelos presentados en el capítulo 4 es interesante el enfoque que aborda el EFQM, porque es un modelo que hace más énfasis en los resultados; por otra parte, puede ser fácilmente aplicable a las organizaciones de tipo industrial, y es en el cual “los resultados toman la mayor relevancia”⁴⁰. Integrar EFQM con la gestión de activos físicos generaría un sistema integral que consideraría como ejes la calidad, la excelencia operativa y el ciclo de vida de los activos, en pro de alcanzar los resultados esperados por la organización y su grupo de stakeholders. Por lo anterior, se ha seleccionado el modelo EFQM. No obstante y para ser aplicable a las PYMES se recomienda reorientar el enfoque de algunos de los criterios principales y además emplear solo una parte de sus subcriterios, acorde con las siguientes tablas:

Tabla 6. Requerimientos de EFQM por tipo de organización.

MODELO PARA PYMES	MODELO GENERAL Y MODELO SECTOR PUBLICO
9 criterios: 5 facilitadores y 4 resultados	9 criterios: 5 facilitadores y 4 resultados
22 subcriterios	32 subcriterios
Criterio 4: recursos	Criterio 4: alianzas y recursos
Criterio 5: sistema de calidad y procesos	Criterio 5: procesos

CEOE – CEPYME CANTABRIA. [en línea] [Consultada en Julio de 2012]

<<http://www.ceoecant.es/documentosvarios/calidadtotal/introduccion-puntob.htm>>

⁴⁰ ROS McDONELL, Lorenzo y Carmen de NIEVES. Comparación entre los modelos de gestión de calidad total: EFQM, Gerencial Deming, Iberoamericano para la excelencia y Malcolm Baldrige. Situación frente a ISO 9000. España: X congreso de Ingeniería de Organización. 2006. p. 5.

Tabla 7. Esquema de contenido del modelo EFQM para pymes

AGENTES FACILITADORES	
1. LIDERAZGO	
1a	Directivos comprometidos con la Gestión de Calidad Total.
1b	Los directivos dirigen activamente la mejora dentro de la empresa y se implican con los clientes, proveedores y otras organizaciones externas.
2. ESTRATEGIA Y PLANIFICACIÓN	
2a	Formular la estrategia y los planes basados en información relevante y completa.
2b	Comunicación e implantación de estrategia y planes.
2c	Actualización y mejora de estrategia y planes.
3. GESTIÓN DEL PERSONAL	
3a	Desarrollo y revisión de planes para el personal.
3b	Asegurar la implicación y asunción de responsabilidad de los empleados.
4. ALIANZAS Y RECURSOS	
4a	Gestión de los recursos financieros.
4b	Gestión de los recursos de información.
4c	Gestión de los proveedores y materiales.
4d	Gestión de otros recursos.
5. SISTEMA DE LA CALIDAD Y PROCESOS	
5a	Orientación al cliente.
5b	Gestión del Sistema de la Calidad.
5c	Gestión de los procesos clave para la generación de productos y servicios.
5d	Gestión del proceso de mejora continua.
RESULTADOS	
6. SATISFACCIÓN DEL CLIENTE	
6a	<p>Resultados de la percepción del cliente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La imagen general. • Productos y servicios. • Ventas y servicios posventa. • Lealtad de los clientes.

6b	Indicadores de satisfacción de los clientes.
7. SATISFACCIÓN DEL PERSONAL	
7a	Resultados de la percepción del personal: <ul style="list-style-type: none"> • Motivación. • Satisfacción.
7b	Indicadores de satisfacción del personal.
8. IMPACTO EN LA SOCIEDAD	
8a	Resultados del impacto en la comunidad: <ul style="list-style-type: none"> • Medio ambiente. • Prevención de riesgos. • Implicación activa en la comunidad.
9. RESULTADOS EMPRESARIALES	
9a	Resultados financieros.
9b	Indicadores de la actuación de la empresa.

Fuente: CEOE – CEPYME CANTABRIA. [en línea] [Consultada en Julio de 2012]
<http://www.ceocant.es/documentosvarios/calidadtotal/introduccion-puntob.htm>

Pese a que el modelo EFQM para pymes tiene en cuenta menos parámetros que el modelo general, no quiere decir esto que su aplicación sea sencilla, pues EFQM es una metodología pesada y tediosa. El siguiente paso del proyecto es buscar como mantenimiento se interrelaciona con este modelo, y a partir de allí empezar a estructurar la matriz de integración de criterios del sistema de gestión de activos.

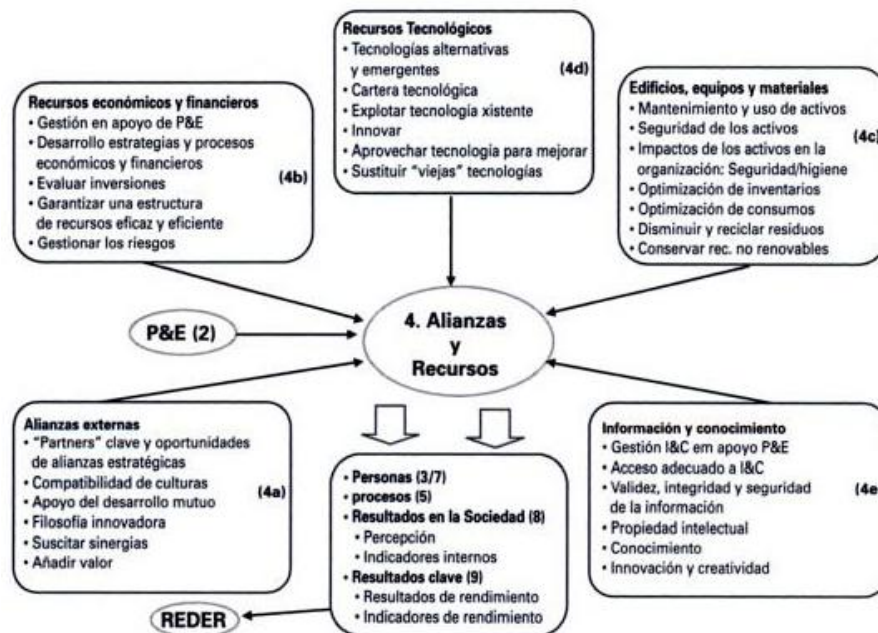
5.4.1 Interrelación del Modelo EFQM y Mantenimiento

Tal como el GFMAN lo tiene concebido en su panorama de gestión del conocimiento, los modelos de excelencia y calidad tales como el EFQM son herramientas de soporte aplicables a los modelos de gestión de activos. De hecho, se sabe que la primera versión del estándar PAS55 fue desarrollada con

aporte del EFQM. Para el caso de las PYMES el modelo solo considera algunos de los subcriterios y se restringe solo a 22 de ellos como ya se mencionó.

Si de entrada se analiza el modelo EFQM general puro, el agente No. 4 (Alianzas y Recursos) en su subcriterio 4c, se refiere específicamente al mantenimiento y la gestión de los activos, tal como lo ilustra la gráfica siguiente:

Gráfica 42. Representación Grafica del Criterio 4 de EFQM



Fuente: MEMBRADO Martínez, Joaquín. Innovación y Mejora continua según el modelo EFQM de Excelencia. 2ª. Edición. España: Editorial Díaz de Santos. 2002. p. 95.

El subcriterio 4c describe como la organización gestiona sus activos fijos, entendiendo como tales los edificios, instalaciones y equipos de producción y proceso de datos, materiales, etc. La correcta gestión de los mismos tiene como objetivo el proteger los intereses de los propietarios y accionistas de la organización, los de los clientes ya que se pretende evitar paradas imprevistas y de los trabajadores ya que protege sus condiciones de trabajo.

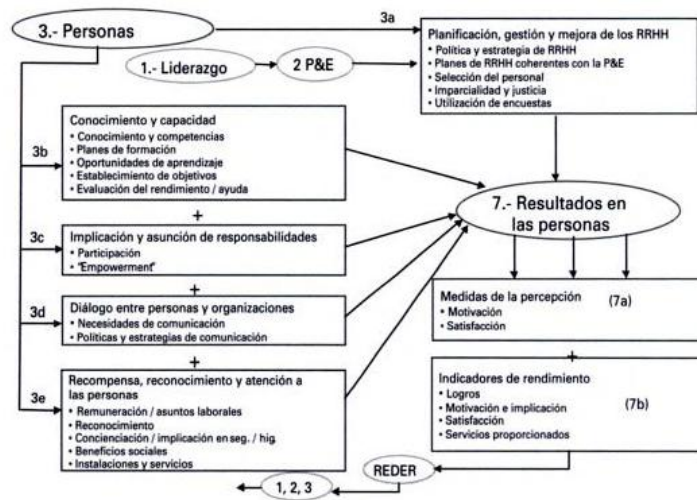
En primer lugar, la organización deberá gestionar eficientemente sus locales, edificios, terrenos y otras propiedades. Los locales/edificios donde opera la organización podrán ser de su propiedad o bien estar alquilados. En cualquier caso, la situación de dichas propiedades debe de ser óptima desde el punto de vista de su financiación y del retorno de inversiones.

Respecto al mantenimiento de los equipos e instalaciones, la organización debe asegurar que su rendimiento es el máximo durante todo el ciclo de vida de los mismos. Para ello la empresa deberá gestionar el mantenimiento de sus equipos, disponiendo de un plan de mantenimiento preventivo, de manera que estos están siempre en óptimas condiciones para su utilización... Otro elemento importante en la gestión de activos fijos es la adecuada protección de los mismos. La organización deberá establecer las medidas de protección necesarias contra el robo o vandalismo, que podrán incluir alarmas, sistemas de video, vigilancia, guardias, jurados, etc. Del mismo modo deberá establecer los adecuados sistemas de protección contra incendios. En cualquier caso, la organización debería tener los anteriores riesgos convenientemente cubiertos mediante pólizas de seguros que cubriesen tanto el robo como el incendio de los edificios y equipos e instalaciones.⁴¹

Si bien EFQM trata el tema de los activos, un modelo de gestión integral de activos físicos no puede ver a mantenimiento solo como un recurso. El mismo concepto de integral va mucho más allá y permea a todas las áreas de la organización, y en ese sentido, necesariamente debe extenderse su interrelación a otros agentes facilitadores del EFQM como lo son el liderazgo, los procesos y el personal, y de igual forma, repercutir en resultados y las interrelaciones entre criterios. Las siguientes gráficas ilustran ejemplos de interrelación entre agentes:

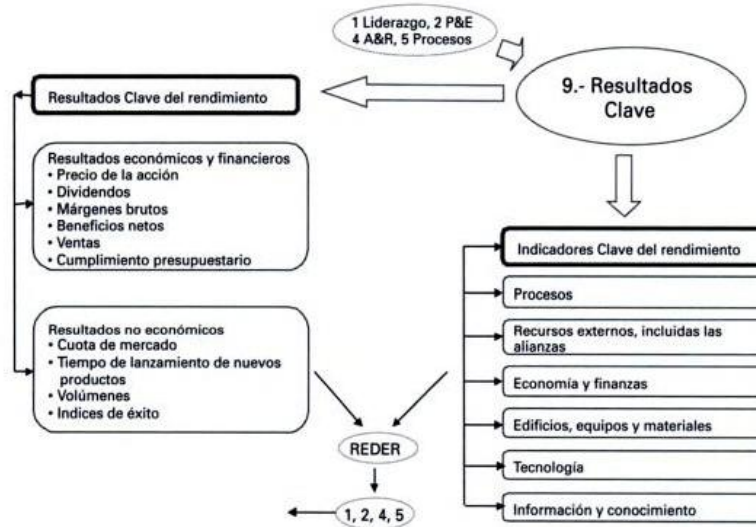
⁴¹ MEMBRADO Martínez, Joaquín. Innovación y Mejora continua según el modelo EFQM de Excelencia. 2ª. Edición. España: Editorial Díaz de Santos. 2002.

Gráfica 43. Representación Grafica del Criterio 7 de EFQM



Fuente: MEMBRADO Martínez, Joaquín. Innovación y Mejora continua según el modelo EFQM de Excelencia. 2ª. Edición. España: Editorial Díaz de Santos. 2002. p. 145.

Gráfica 44. Representación Grafica del Criterio 9 de EFQM



Fuente: MEMBRADO Martínez, Joaquín. Innovación y Mejora continua según el modelo EFQM de Excelencia. 2ª. Edición. España: Editorial Díaz de Santos. 2002. p. 165.

En términos generales, el modelo EFQM es una cadena de interrelaciones, donde el producto final de la acción de los agentes es la consecución de los resultados clave de la organización, pero donde dichos resultados se retroalimentan continuamente para iniciar un nuevo ciclo, constituyéndose así en un proceso de mejoramiento continuo.

5.5 DESARROLLO DE LA MATRIZ DE INTEGRACIÓN

Cómo incorporar los conceptos teóricos de la gestión de activos al modelo EFQM para pymes? Cómo se interrelaciona PAS55 y EFQM? La respuesta a estos interrogantes son en esencia el paso siguiente y el corazón mismo del modelo a proponer. La metodología propuesta consiste en desarrollar una matriz de integración, en donde a partir de cada uno de los subcriterios del modelo EFQM para pymes, se proceda a indicar cuales requerimientos de PAS55 son compatibles con cada uno de ellos, para seguidamente proceder a redactar en una forma general como se integran los aspectos, teniendo en cuenta hacer una clasificación por temas bien diferenciados. Ver gráfica 45.

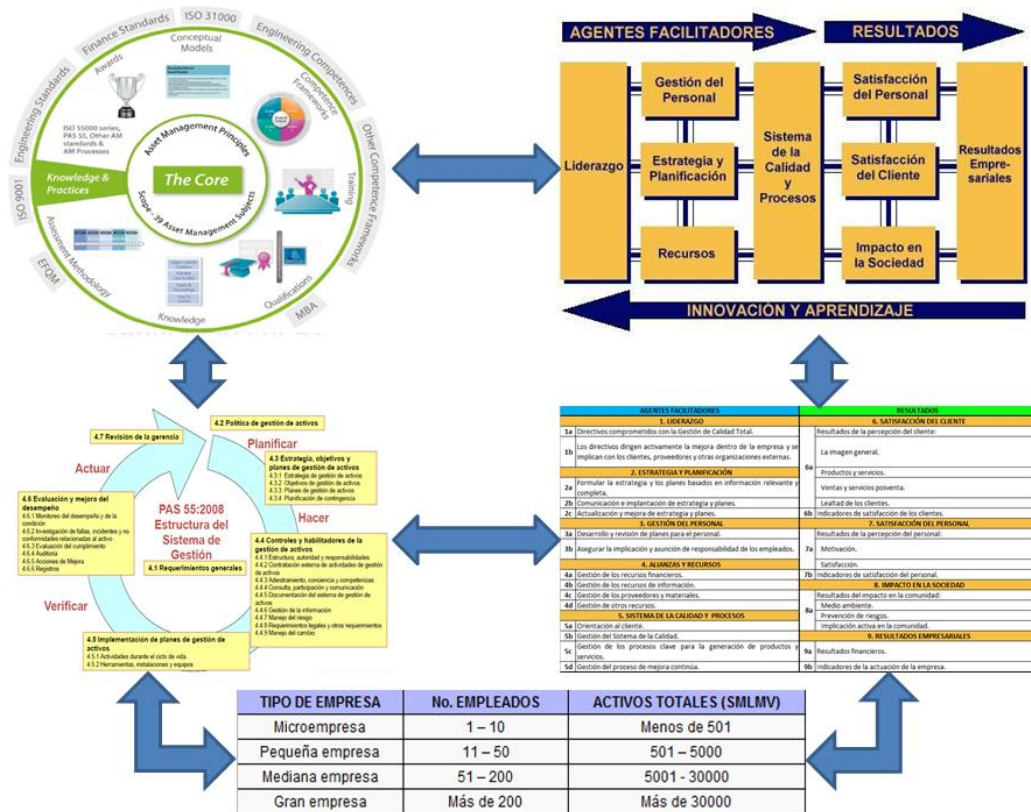
El modelo propuesto es genérico, por tanto la idea es que esta descripción general de integración sirva de guía para que la empresa que lo quiera desarrollar lo estudie y haga una adaptación del mismo, para aplicarlo acorde a sus requerimientos particulares y al entorno del sector económico industrial en que se ubica la organización.

Adicional a la matriz se creará una versión gráfica del modelo que condense la información de la misma y de una forma práctica y sencilla le permita a cualquier persona, ajena o no al tema de la gestión de activos físicos, apropiarse de los conceptos y entender fácilmente cómo funciona el sistema. El desarrollo de la

matriz se incluye al final del documento dado lo extensa que es (Ver Anexo A. Matriz de integración del modelo propuesto).

Gráfica 45. Interrelación de conceptos para generación de la matriz de integración

DESARROLLO DEL MODELO PARA PYMES



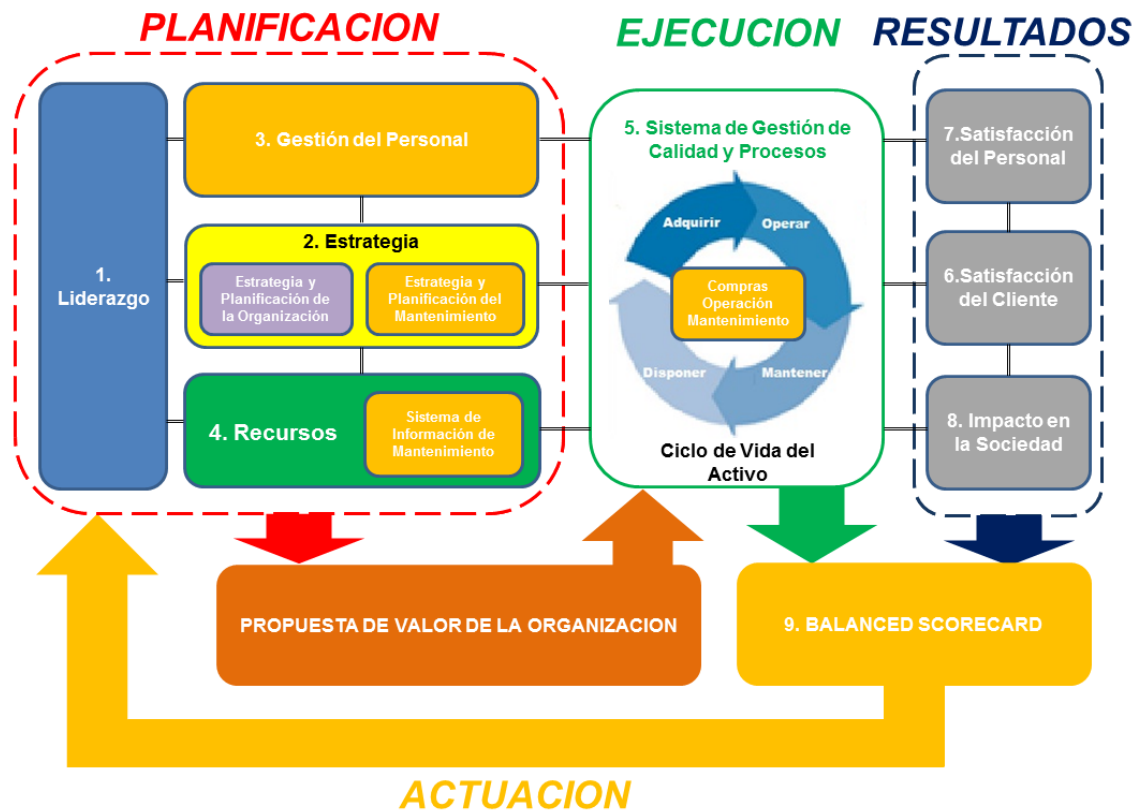
Fuente: Los autores.

5.6 VERSIÓN GRÁFICA DEL MODELO

Producto del desarrollo de la matriz de integración de conceptos entre EFQM y la gestión de activos físicos surge el **SIGAFPI** (Sistema Integral de Gestión de Activos Físicos para Pymes Industriales), el cual es el modelo propuesto para la

estructuración del sistema de gestión integral de activos para pymes industriales, y cuya versión gráfica se representa de la siguiente manera:

Gráfica 46. Versión grafica del modelo SIGAFPI



Fuente: Los autores

En esencia, el modelo consta de nueve agentes que son consistentes con los facilitadores propuestos por el modelo EFQM, y que a su vez se agrupan en cuatro etapas de desarrollo bien diferenciadas:

ETAPA DE PLANIFICACIÓN (P):

1. Liderazgo.
2. Estrategia.
3. Gestión del personal.
4. Recursos.

ETAPA DE EJECUCIÓN (H):

5. Sistema de gestión de calidad y procesos.

ETAPA DE VERIFICACIÓN (V):

6. Satisfacción del cliente.
7. Satisfacción del personal.
8. Impacto en la sociedad.

ETAPA DE ACTUACIÓN (A):

9. Balanced Scorecard.

El modelo se ha concebido de manera tal que a través de la metodología **PHVA** (Planear – Hacer – Verificar – Actuar), muy extendida hoy en día gracias a los sistemas de gestión de calidad, se oriente a la organización para desarrollar la gestión de sus activos físicos en un proceso ininterrumpido de mejoramiento continuo. En los siguientes numerales se explica en que consiste cada etapa.

5.6.1 Etapa de Planificación

Esta etapa es supremamente importante porque es allí en donde se alinean las políticas y objetivos de la compañía con sus pares de la estrategia de mantenimiento y gestión de activos, y es por esa razón que se hace énfasis en tres pilares fundamentales (símbolos en color naranja), por las razones que se exponen a continuación:

Estrategia y Planificación del mantenimiento: Un sistema de gestión de activos físicos debe tener una política, estrategia, planes y objetivos bien definidos y acordes con las metas de la organización. Estos aspectos se deben construir bajo la premisa de garantizar la integridad y seguridad del personal, y la del medio

ambiente; por otra parte, debe incrementar progresivamente la disponibilidad de los equipos a través de la implementación de una estrategia de confiabilidad y un análisis de los riesgos asociados a la operación de los activos. A través de una auditoría de mantenimiento se determina el estado actual del área dentro de la organización, y a partir de los resultados se estructuran los componentes de la estrategia de mantenimiento.

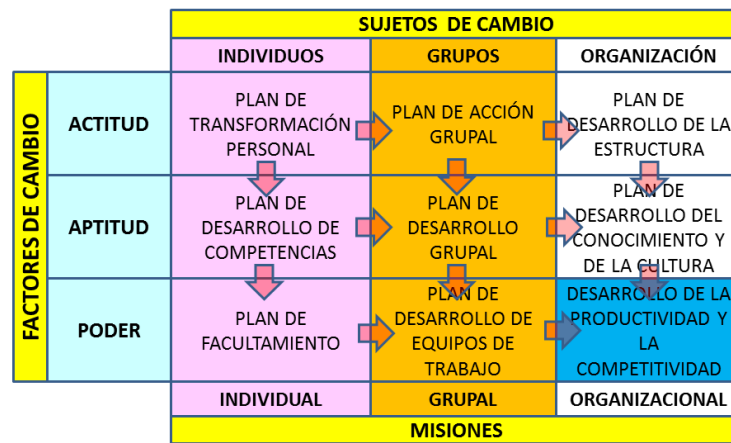
Gestión del Personal: Sin un personal calificado es imposible que el sistema de gestión alcance los resultados esperados. Por esta razón, es necesario que el personal se capacite en diversos aspectos como lo son los sistemas de gestión de calidad, seguridad y salud ocupacional, medio ambiente y gestión de activos. Sin embargo, para que el trabajador pueda desarrollar competencias técnicas y personales se recomienda que la organización se oriente bajo la matriz del gráfico 47, en la cual se hace énfasis en que los factores de causan el cambio en la persona hacia su trabajo son la actitud, el empoderamiento y la aptitud de la persona, y que por otra parte, deben haber planes de capacitación a nivel individual, grupal y de organización, para que el resultado final sea un incremento en la productividad y la competitividad.

Sistema de información de Mantenimiento: Otro factor clave para que el sistema de gestión de activos funcione, es la implementación de una buena plataforma de software para el mantenimiento. Se debe aclarar que esta herramienta no se debe enfocar solo en la administración y gestión del mantenimiento como tal, es decir, ordenes de trabajo, programación de recursos, entre otros. Un software orientado a la gestión de activos debe incorporar entre otras cosas los siguientes aspectos:

- Modulo de depreciación de los activos a través del tiempo.
- Asiento contable de todas las actividades realizadas sobre los activos.
- Taxonomía de todos y cada uno de los activos de la compañía.

- Inventarios de activos, repuestos, herramientas y en general, recursos requeridos por el área de mantenimiento.
- Control de órdenes de trabajo de mantenimiento.
- Estadística de fallas de equipos y tiempos de “mantenimiento”.
- Módulo de generación de reportes.

Gráfica 47. Matriz de Capacitación para el cambio en la productividad y la competitividad



Fuente: Diapositivas Curso Manufactura Productiva. UIS Bogotá. Esp. Gerencia. De Mantenimiento. Julio de 2012. Ing. Fabio González.

El producto final de la etapa de Planificación es la **Propuesta de Valor** de la compañía, y esta se convierte en la entrada de la etapa de Ejecución.

5.6.2 Etapa de Ejecución

En esta etapa se debe poner en práctica toda la planificación y hacer la integración efectiva entre el sistema de gestión de la organización y los requisitos

que PAS55 establece para llevar a cabo la gestión de los activos. La ejecución se basa en el concepto del **ciclo de vida del activo**, que comprende 4 subetapas: Adquirir, Operar, Mantener y Disponer.

Por otra parte se debe hacer énfasis en estandarizar los procesos de tres áreas claves de la compañía para desarrollar el sistema de gestión (caja en color naranja en el modelo gráfico):

Compras: Esta área debe ser estratégica en el sistema, pues debe ser partícipe de suministrarle tanto a Operación como a Mantenimiento los recursos requeridos para sus actividades, con la oportunidad y especificaciones requeridas. Además, debe apoyar al área de ingeniería en la elaboración de las especificaciones para la adquisición de nuevos activos, y encargarse de llevar el registro de la depreciación de los equipos para informar oportunamente a gerencia para la toma de decisiones clave.

Operación: Como área de ejecución operativa debe ser la primera en informar a Mantenimiento sobre anomalías en los activos y procurar el cuidado de los mismos. Se deben crear procedimientos estandarizados y seguros para el trabajo, para el registro y reporte de actividades, y la comunicación e interacción con otras áreas de la empresa en especial Mantenimiento.

Mantenimiento: Mantenimiento debe encargarse de ejecutar el plan de mantenimiento, optimizar los recursos y poner en marcha la implementación de la estrategia de confiabilidad adoptada por la organización. El plan de mantenimiento debe ser producto combinado de la auditoría de mantenimiento y la estrategia de confiabilidad.

Producto de la etapa de Ejecución surgen los Resultados, entendiendo estos como los indicadores de desempeño del sistema de gestión, sobre los cuales la organización posteriormente evalúa y toma decisiones.

5.6.3 Etapa de Resultados

Esta etapa corresponde a la verificación de los resultados de la organización a través de la revisión y evaluación de las métricas de desempeño establecidas en la etapa de Planificación para cada uno de los objetivos estratégicos, es decir, para cada una de las cuatro dimensiones existentes: financiera, del cliente, de procesos, y de aprendizaje y personal. Sin embargo, deben diferenciarse claramente métricas para los siguientes aspectos:

Satisfacción del cliente: Evalúa el nivel de satisfacción del cliente final y la conformidad respecto a lo que ofrece la organización en su Propuesta de Valor.

Satisfacción del personal: Evalúa el nivel de satisfacción del personal como cliente interno de la organización y su compromiso con el sistema de gestión.

Impacto en la sociedad: Evalúa el relacionamiento de la organización con diferentes entes de la sociedad, y el cumplimiento de compromisos de responsabilidad adquiridos e implícitos.

5.6.4 Etapa de Actuación

Producto de la etapa de Ejecución se obtienen métricas de desempeño técnico y financiero de la organización, en tanto que de la etapa de Resultados se obtienen métricas específicas de satisfacción de clientes tanto internos como externos (proveedores, clientes, inversionistas, comunidad, etc.). El conjunto de todos estos indicadores conforma el **Balanced Scorecard Organizacional**, que es la herramienta con que la alta gerencia de la organización y las diferentes áreas pueden verificar el avance en la consecución de las metas y objetivos, para luego tomar decisiones, y mediante la retroalimentación de la información a la etapa de Planificación, cerrar de esta forma el ciclo de mejora continua.

Por otro lado, más que certificar a la organización en PAS55 que es un estado deseable, lo que se pretende es que la empresa implemente buenas prácticas de gestión de calidad, gestión de mantenimiento y gestión de operaciones, con el fin de incrementar el valor de la empresa, asegurar su sostenibilidad y hacerla mas competitiva para los nuevos desafíos que plantea el entorno actual tan cambiante.

5.7 VIABILIDAD DE APLICACIÓN DEL MODELO SIGAFPI

Según información publicada por Mipymes⁴² que es un portal de internet del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia, la distribución actual entre pymes y grandes empresas del país es aproximadamente la siguiente:

Tabla 8. Distribución de Empresas en Colombia a comienzos de 2012

PARAMETRO	TIPO DE EMPRESA	
	PYMES	GRAN EMPRESA
Proporción del Total	96%	0,1%
Empleo generado	81%	19%
Aporte al PIB	40%	60%

Fuente: SCRIBD. Colombia un país de múltiples empresas. [en línea] [Consultada en Agosto de 2012] <<http://es.scribd.com/doc/103858349/Colombia-un-pais-de-multiples-Empresas-Camilo-Montes-Director-Nacional-de-Mipymes>>

Por otra parte y según otra fuente bibliográfica, “a comienzos de 2012 existen en Colombia alrededor de 1.330.085 Pymes registradas y que generan más del 70% del empleo y más del 50% de la producción bruta de la industria, el comercio y los servicios. El 87% de las pequeñas y medianas empresas en Colombia tienen seis

⁴² www.mipymes.gov.co

o más años de haber sido creadas, pero a pesar de ello la crisis económica también las ha golpeado reduciendo el volumen de sus ventas y utilidades.”⁴³

Ahora, comparando con los datos del censo económico nacional de 2005, se aprecia que la cantidad de empresas sigue siendo más o menos constante:

Tabla 9. Número de establecimientos empresariales a nivel nacional 2005

Tamaño de empresa	No. de Establecimientos	Participación
Microempresas	1.336.051	92.6%
Pequeñas	46.200	3.2%
Medianas	7.447	0.5%
SUBTOTAL MIPYMES	1.389.698	96.4
Grandes	1.844	0.1%
No informa	50.575	3.5%
TOTAL	1.442.117	100%

FUENTE: DANE censo económico de 2005

Tabla 10. Estructura productiva nacional por actividad económica 2005

SECTOR	No. de establecimientos	Participación
INDUSTRIA	178.696	12.4%
SERVICIOS	486.391	33.7%
COMERCIO TOTAL	754.777	52.3%
SUBTOTAL	1.419.864	98.4%
UNID AUX	22.253	1.5%
TOTAL	1.442.117	100.%

FUENTE: DANE censo económico de 2005

De las tablas, se observa que el total de empresas dedicadas al sector industrial en el país equivale al 12,4%, y que las pymes (pequeñas y medianas) equivalen el 3,7% del total. Haciendo un cálculo con la cantidad de empresas registradas a

⁴³ MANAY Manay y Gisely MEDINA. Las micro, pequeñas y medianas empresas (Mipymes) y su participación en el desarrollo social y crecimiento económico de América Latina. 31 de Enero de 2012.

2012, bajo el supuesto de que se mantiene la proporción del 3,7% sobre el total de empresas, se tiene que:

$$1.330.085 * 0,037 = \mathbf{49210 \text{ Pymes Pequeñas y Medianas}}$$

Por otra parte, no se pudo obtener información mas actualizada sobre la cantidad de pymes dedicadas específicamente a la producción industrial, pero haciendo una aproximación bajo la consideración que la participación del 12,4% se mantiene constante como indican las tablas se tiene:

$$49210 * 0,124 = \mathbf{6102 \text{ Pymes Industriales}}$$

Esta cifra indica que existe un gran potencial de empresas que pueden estar interesadas en desarrollar un sistema de gestión integral de activos físicos y en las cuales desde luego se podría aplicar el modelo propuesto.

Por otra parte, un aspecto interesante para el caso de Colombia es el incremento progresivo año a año en la cantidad de organizaciones que se encuentran certificadas con un sistema de gestión de calidad bajo ISO 9001. La estadística muestra que entre fines de 2004 y fines de 2008 se paso de 4120 a 7696 empresas certificadas en calidad, en todos los sectores productivos y con una tendencia sostenida de crecimiento (Ver tabla siguiente). Esto indica que las organizaciones están en busca de una mejora continua y estandarizar sus procesos para ser cada vez más competitivas en el mercado.

Tabla 11. Empresas certificadas por ISO en Calidad - Años 2004 a 2008

Central and South America	Dec. 2004	Dec. 2005	Dec. 2006	Dec. 2007	Dec. 2008
	Argentina	4 149	5 556	7 934	8 808
Bahamas	5	–	–	3	2
Barbados	11	11	11	11	12
Belize	–	3	2	2	5
Bermuda	1	–	1	1	1
Bolivia	88	104	198	161	198
Brazil	6 120	8 533	9 014	15 384	14 539
Cayman Islands (UK)	1	–	1	1	1
Chile	924	1 124	2 565	4 013	4 103
Colombia	4 120	4 926	6 271	7 033	7 696

Fuente: ISO Survey 2008

En la medida en que las empresas cuenten con un sistema de gestión de calidad, se facilita la integración con el modelo SIGAFPI. Sin embargo, para aquellas pymes industriales que aún no cuentan con procesos de calidad certificados la aplicación del modelo propuesto es una oportunidad interesante para abordar el tema y mejorar sustancialmente en gestión de recursos, desarrollo y ejecución del plan de mantenimiento, mejora en las operaciones y desempeño general de la organización.

Otro dato para destacar es la penetración del PAS55 y la gestión de activos físicos en el país. Por ejemplo, se tiene información que en 2011 empresas reconocidas como ISA S.A. han puesto de manifiesto que están en el proceso de implementación de este estándar para realizar la gestión de sus activos,⁴⁴ y el otro caso destacable es el de las empresas del grupo Endesa Colombia (CODENSA

⁴⁴ ISA S.A. http://cliente.isa.com.co/index.php/editions/view/isa_mejora_su_gestion_de_activos [Consultada en Septiembre de 2012]

S.A. ESP y EMGESA S.A. ESP), que también están en desarrollo de su sistema de gestión de activos físicos.⁴⁵

En cuanto a capacitación en temas de gestión de activos, ya se encuentra en el mercado colombiano oferta sobre el tema. Como se menciona en la matriz de integración del modelo, la formación técnica en gestión de activos es importante, pero debe acompañarse de un buen componente de capacitación integral. El hecho de que PAS55 sea en estructura similar a la normatividad ISO para calidad y demás (ambiente, seguridad y salud ocupacional, etc.), hace que la comprensión del tema sea sencilla.

Es importante resaltar que desde el comienzo del proyecto de implementación del sistema, la gerencia establezca y comunique su decidido compromiso, y que sobre todo, no busque resultados tan inmediatos sino que se trace metas de crecimiento progresivo en cada una de las etapas de aplicación del modelo.

5.8 PORQUÉ APLICAR EL MODELO SIGAFPI EN SU ORGANIZACIÓN?

Indudablemente, la aplicación del modelo traería muchos beneficios a la organización, entre los cuales se destacan:

- Incremento de la confiabilidad y disponibilidad de los activos de la empresa.
- Mejora sostenida de la productividad.
- Mejora de la calidad los productos y optimización de los tiempos de entrega al cliente.
- Reducción y optimización de los costos de mantenimiento.
- Cumplimiento del plan de mantenimiento y reducción de fallas.

⁴⁵ IEEE

http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=6083208&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D6083208 [Consultada en Septiembre de 2012]

- Estandarización de procesos y procedimientos desde una óptica de gestión integral de calidad.
- Introducción progresiva de buenas prácticas de gestión e integración entre áreas de la empresa.
- Incorporación de un ciclo de mejora continua.
- Crecimiento de la empresa a nivel organizacional.
- Crecimiento y mejora de las competencias y desempeño del personal.
- Creación de una base de datos de conocimiento de procesos, fallas, activos, entre otros.
- Incremento de la rentabilidad de la organización y obtención de mejores indicadores financieros.
- Mayor satisfacción de los clientes tanto internos como externos de la organización.
- Desarrollo de un Balanced Scorecard Organizacional de carácter integral.
- Afinamiento de la política, estrategia, planes y objetivos estratégicos de la empresa acorde con los constantes cambios del ambiente interno y externo de la organización.
- Desarrollo de una política, estrategia, planes y objetivos para el área de mantenimiento, acordes con los objetivos finales de la empresa en cada una de las diferentes dimensiones (financiera, cliente, procesos y conocimiento).
- Alineación de los sistemas de calidad, seguridad y salud ocupacional, medio ambiente, responsabilidad social y gestión de activos bajo una misma óptica.
- Preparación de la organización para la obtención de eventuales certificaciones en diferentes metodologías de gestión.

5.9 EN CUÁNTO TIEMPO SE PUEDE IMPLEMENTAR EL MODELO SIGAFPI?

Uno de los principales problemas al que se enfrentan todos los modelos de gestión de activos físicos radica en que la alta gerencia de las organizaciones busca resultados si no inmediatos, si a corto plazo. Por otra parte, por lo cambiante del ambiente externo de las empresas, hoy en día suele revisarse la política y estrategia corporativa en horizontes que no superan los tres años, esto para reorientar los objetivos estratégicos y la planeación. En esta medida, no existe en muchos casos el tiempo de maduración necesario para la planeación y puesta en marcha de un sistema de gestión integral de gestión de activos.

En la práctica es difícil determinar un tiempo estándar para implementar determinado modelo, porque básicamente cada empresa tiene características muy propias de si misma y que la diferencian de las demás, tales como:

- Cantidad de activos.
- Tipos de activos existentes.
- Plantilla de personal.
- Estructura interna de la organización y procesos.

Sin embargo, la recomendación es que el desarrollo e implementación del sistema se trate como un proyecto, en el cual se establezcan metas a corto, mediano y largo plazo. El largo plazo puede definirse de tal manera que como máximo tenga un horizonte a tres años, tiempo en el cual el modelo puede desarrollarse y tener tiempo de maduración para empezar a mostrar resultados. De esta forma se puede tener control sobre los recursos, establecer métricas de avance y planes de trabajo claros con respecto a los requerimientos del sistema.

5.10 CÓMO ABORDAR EL MODELO SIGAFPI?

Al igual que cualquier otro modelo de gestión de activos, lo primero es realizar un diagnóstico de la empresa y del área de mantenimiento, y determinar el gap con respecto a los mínimos requisitos indispensables y aspectos rescatables de la gestión actual de la organización para aplicar el modelo. La herramienta es la auditoría de mantenimiento tal como se indicó en la matriz de integración.

Lo ideal es contratar a un ente externo con experiencia en PAS55 que asesore a la organización a lo largo de todo el proceso, al menos durante la etapa de diagnóstico. El fin no debe ser en sí certificarse en PAS55, sino introducir buenas prácticas que redunden en los resultados de la empresa, por tanto, es la misma pyme la encargada de determinar el alcance de la implementación del modelo y hasta donde contratar el acompañamiento externo. La idea del modelo propuesto es que con las pautas generales no sea absolutamente indispensable un acompañamiento de todo el proceso y por otra parte que la empresa sea capaz de forma autónoma de desarrollar su proceso de conocimiento y aprendizaje en gestión de activos.

En el marco teórico de este documento hay un capítulo referido al contenido y alcance que debe contener una auditoría de mantenimiento y como guiarla. Sin embargo, este aparte solo contiene unas pautas generales y la elaboración del cuestionario y metodología específica queda a elección del grupo que se encargue del proyecto de implementación del sistema de gestión. En cuanto a gestión de activos se sugiere consultar la página del IAM, en donde ellos mismos proponen un cuestionario elemental bajo el cual se orienta la auditoría, desde la óptica de la gestión de activos físicos.

5.11 CONSIDERACIONES FINALES DEL MODELO

La gestión de activos físicos es la tendencia presente y futura en la gestión del mantenimiento de la organización, pues cambia el paradigma referente a que mantenimiento es un área solo de apoyo al interior de la organización y que no genera valor sino que lo destruye. Como se ha tratado de sustentar a lo largo del documento de este proyecto, la gestión de activos no debe verse como algo inalcanzable solo por empresas de clase mundial, por aquellas que disponen de un recurso económico poderoso. La gestión de activos debe estar al alcance de organizaciones de niveles más abajo, en donde el tema pasa más por el interés y esfuerzo de la organización en adoptar mejores prácticas.

Al igual que la implementación de cualquier otro sistema de gestión se requiere un compromiso real y sostenido de la alta gerencia de la organización, pero para que el sistema sea integral debe permear todas las áreas y en todos los niveles. Gran parte del éxito de un sistema de gestión está en el recurso humano, en su compromiso y comprensión de los objetivos finales.

Finalmente la conclusión es que existen muchos modelos, pero ninguno tiene la verdad absoluta. Cada uno ofrece unas pautas sobre las cuales cada empresa en su caso particular debe trabajar, en busca de la excelencia, la calidad y el sostenimiento y valoración en el mercado.

CONCLUSIONES

- Los sistemas de gestión de integral de activos físicos rompen con el paradigma tradicional de las organizaciones, en el sentido de que mantenimiento pasa de ser un área secundaria y generadora de gastos, a un área estratégica y que aporta valor a la empresa.
- La gestión de activos físicos se desarrolla en torno al concepto del ciclo de vida del activo y comprende cuatro etapas, que comienzan con la adquisición, la posterior operación y mantenimiento, y finalmente su disposición.
- PAS55 mas que una normativa, es una guía de 28 requerimientos que recopilan las buenas prácticas que deben adoptar las organizaciones para desarrollar su modelo de gestión de activos.
- La auditoría de mantenimiento es la herramienta de diagnóstico que se debe aplicar en la etapa inicial del desarrollo del modelo de gestión de activos y permite evaluar el gap existente entre el estado actual del mantenimiento en la organización y el estado esperado, para determinar las necesidades en cuando al modelo.
- Un modelo de gestión de activos físicos se debe caracterizar por tres componentes fundamentales, a saber un core que reúna los principios que rigen la gestión, un grupo de conocimientos y buenas prácticas de gestión, y un grupo de metodologías de apoyo que complementen mutuamente el modelo.
- Los sistemas de gestión de calidad se basan en el concepto del ciclo de mejora continua PHVA (Planificar – Hacer – Verificar – Actuar), por tanto se

constituyen en una metodología de soporte al sistema de gestión de activos.

- El EFQM es el modelo europeo estándar de gestión de calidad y excelencia operativa, que se basa en 9 agentes claramente diferenciados y que orientan a las organizaciones que deseen implantar un sistema de gestión.
- El modelo propuesto integra los requerimientos de PAS55 con cada uno de los agentes del modelo EFQM, para que de esta forma la empresa pueda abordar bajo una misma óptica los conceptos de gestión de activos, calidad, y excelencia operacional.
- Es indispensable que las pymes que quieran implementar buenas prácticas en gestión de activos centren su atención en capacitar al personal de manera integral, contar con una plataforma de software que además de manejar la planificación del mantenimiento tenga en cuenta la depreciación del activo, y desarrollar procedimientos estandarizados de actividades e interrelaciones entre las áreas de compras, operación y mantenimiento.
- Para que cualquier modelo de gestión de activos físicos de resultados debe existir un claro compromiso de la gerencia de la organización, un buen componente de inversión especialmente en capacitación y plantear metas realmente alcanzables a corto, mediano y largo plazo.
- En Colombia existe un gran potencial de pymes que podrían estar interesadas en adoptar el modelo propuesto para adaptarlo a sus necesidades específicas e implementar buenas prácticas en gestión de activos.

- La gestión de activos es alcanzable no solamente por las grandes organizaciones de clase mundial, es posible implementar las buenas prácticas en empresas de clases inferiores adaptando los conceptos básicos.

BIBLIOGRAFÍA

AGRESTI, Angelo. Asset Performance for Profitability. ACM 2003. [en línea] [Consultado en Julio de 2012] <http://www.plant-maintenance.com/articles/SAM_Origins.pdf>

AMENDOLA, Luis. Alineación del Project Management con la estrategia de la Organización – Una visión del negocio. España: Ediciones PMM Institute for Learning. 2011. ISBN 978-84-935668-2-1.

_____. Gestión Integral de Activos Físicos. España: Ediciones PMM Institute for Learning. 2011. ISBN 978-84-935-668-8-3.

_____. Operacionalizando la Estrategia. España: Ediciones PMM Institute for Learning 2009. ISBN: 978-84-935668-5-2.

_____. Organización y Gestión del Mantenimiento – Mantenimiento como Negocio “Balanced Scorecard”. España: Ediciones PMM Institute for Learning. 2008. ISBN 978-84-935668-1-4.

ANIF. La gran encuesta PYME Primer Semestre 2012. Informe de Resultados. Lectura Regional.

BYRNE, Roger. What is really good & not so good about PAS 55? Asset Management & Maintenance Journal. Volumen 22. Numero 4. Australia. Octubre 2009. ISSN 1835-789X (Print) ISSN 1835-7903 (Online)

BSI PAS 55-1:2008. Gestión de Activos Asset Management. Parte 1: Especificaciones para la gestión optimizada de activos físicos. Inglaterra. 2008.

BSI PAS 55-1:2008. Gestión de Activos Asset Management. Parte 2: Directrices para la aplicación de PAS55-1. Inglaterra. 2008.

BSI PAS 99:2006. Especification of common management system requirements as a framework for integration. 2006.

CEOE – CEPYME CANTABRIA. [en línea] [Consultada en Julio de 2012] <<http://www.ceocant.es/documentosvarios/calidadtotal/introduccion-puntob.htm>>

CNN EXPANSION. Ciclo de Vida Certificado. [en línea] [Consultada en Junio de 2012] <<http://www.cnnexpansion.com/manufactura/tendencias/ciclo-de-vida-certificado>>

DURAN, José Bernardo. Gestión de Mantenimiento bajo estándares Internacionales como PAS 55 Asset Management. [en línea] [Consultada en Abril de 2012] Disponible en internet <www.twpl.com>

FLORES, Eduardo y LOPEZ, Santiago. Revisión de la estrategia de mantenimiento de Abocol S.A. bajo la norma PAS 55. Universidad Industrial de Santander. 2009.

GFMAN. The Asset Management Landscape English Version. November 2011. ISBN 978-0-9871799-1-3. [en línea] [Consultada en Junio de 2012] <http://gfmam.org/files/ISBN9780987179913_LANDSCAPE.pdf>

IAM – Institute of Asset Management. The PAS55 Assessment Methodology Guidance: Version 1. Inglaterra. Febrero de 2009.

IAM – Institute of Asset Management. Assessment Management – An anatomy Version 1.1 Inglaterra. Febrero de 2012.

IAM - Institute of Asset Management. Inglaterra. [en línea] [Consultada en Mayo de 2012] <http://theiam.org/wiki/Conceptual_Model>

IBM. White Paper - Enabling the benefits of PAS 55: The new standard for asset management in the industry. June 2009.

IEEE

http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=6083208&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D6083208
[Consultada en Septiembre de 2012]

INTERCONEXION ELECTRICA S.A.

<http://cliente.isa.com.co/index.php/editions/view/isa_mejora_su_gestion_de_activos [Consultada en Septiembre de 2012]>

ISO I5663-1. Petroleum and Gas Natural Industries Life Cycle Costing, International Standard. Part 1: Methodology. International Organization for Standardization. 2000.

ISO Survey 2008

IT CONSOL. IBM MAXIMO alineado a PAS55: El nuevo estándar para la gestión de activos en la industria. <www.itconsol.com> p 3.

LCE – Life Cycle Engineering. [en línea] [Consultada en Junio de 2012]

http://www.lce.com/RiskBased_Asset_Management_209.html

MANAY Manay y Giselhy MEDINA. Las micro, pequeñas y medianas empresas (Mipymes) y su participación en el desarrollo social y crecimiento económico de América Latina. 31 de Enero de 2012.

MEMBRADO Martínez, Joaquín. Innovación y Mejora continua según el modelo EFQM de Excelencia. 2ª. Edición. España: Editorial Díaz de Santos. 2002.

MYPYMES. Portal Empresarial Colombiano. Ministerio de comercio, industria y turismo de Colombia. [en línea] [Consultada en Agosto de 2012] <www.mipymes.gov.co>

MINCOM PTY LTDA. El enfoque de Gestión de Activos según la norma PAS 55. 2010.

MOUBRAY, John. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad RCM II. Estados Unidos, ALADON LCC, 2004. ISBN 09539603-2-3.

NC-PAS99:2008. Especificación de requisitos comunes del sistema de gestión como marco para la integración. Cuba: Cuban National Bureau of Standards. Octubre de 2008.

PEREZ, Carlos Mario. Modelos de Gestión Integral de Activos. [en línea] [Consultada en Junio de 2012] <<http://confiabilidad.net/articulos/los-modelos-de-gestion-integral-de-activos/>>

ROS McDONELL Lorenzo y Carmen de NIEVES. Comparación entre los modelos de gestión de calidad total: EFQM, Gerencial Deming, Iberoamericano para la excelencia y Malcolm Baldrige. Situación frente a ISO 9000. España: X congreso de Ingeniería de Organización. 2006. p. 5.

SAMI Reaching Higher Corporation. [en línea] [Consultada en Junio de 2012] <http://samicorp.com/index.php?option=com_content&view=article&id=57&Itemid=108#pyramid>

SCRIBD. El Diamante de Porter. [en línea] [Consultada en Junio de 2012] <<http://www.scribd.com/doc/9060501/El-Diamante-de-Porter>>

SCRIBD. Colombia un país de múltiples empresas. [en línea] [Consultada en Agosto de 2012] <<http://es.scribd.com/doc/103858349/Colombia-un-pais-de-multiples-Empresas-Camilo-Montes-Director-Nacional-de-MIpymes>>

TQM Consultores. Modelo EFQM de Excelencia. [en línea] [Consultada en Junio de 2012] <<http://www.tqm.es/TQM/ModEur/ModeloEuropeo.htm>>

WIKIPEDIA. Pequeña y mediana empresa. [en línea] [Consultada en Julio de 2012] <<http://es.wikipedia.org/wiki/Deming>>

WILLIAMS, Greg. Asset Management Standards From PAS55 to ISO5500 - Where could this go to? PricewaterhouseCoopers. 2011.

WOODHOUSE, J. Asset Management. What is Asset Management. Institute of Asset Management. [en línea] [Consultada en Junio de 2012] <<http://www.plant-maintenance.com/articles/AMbasicintro.pdf>>

12 MANAGE. Modelo del Diamante de Porter y Clusteres (Michael Porter) [en línea] [Consultada en Julio de 2012] <http://www.12manage.com/methods_porter_diamond_model_es.html>

ANEXOS