

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Ingeniería Industrial

Metodología para la aplicación de la familia de normas ISO 55000 integradas con sistema de Gestión del Riesgo (Norma ISO 31000:2010) para una Utility de aguas

Autor: Pablo Zahera Bunes

Tutor: Vicente González - Prida

Dpto. Organización Industrial y Gestión de Empresas I
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2021



Trabajo Final de Máster
Máster Universitario en Ingeniería Industrial

**Metodología para la aplicación de la familia de
normas ISO 55000 integradas con sistema de
Gestión del Riesgo (Norma ISO 31000:2010) para
una Utility de aguas**

Autor:

Pablo Zahera Bunes

Tutor:

Vicente González-Prida

Profesor sustituto interino

Dpto. de Organización Industrial y Gestión de Empresas I

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2021

Trabajo Final de Máster: Metodología para la aplicación de la familia de normas ISO 55000 integradas con sistema de Gestión del Riesgo (Norma ISO 31000:2010) para una Utility de aguas

Autor: Pablo Zahera Bunes

Tutor: Vicente González-Prida

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sin restricción v

Sevilla, 2021

El secretario del Tribunal

Sin restricción

Agradecimientos

Con la presentación de este trabajo pongo fin a la época más determinante de mi vida, donde las dudas, el sacrificio y la resiliencia han sido factores que han estado presentes para llegar. Esto no habría sido posible sin la ayuda de mi madre por su apoyo incondicional, a mis amigos por hacer de contrapoder a las obligaciones y darme oxígeno para afrontarlas y a mis mentores, tanto de la universidad, como de las respectivas empresas de las que afortunadamente he formado parte. Por ayudarme a convertirme en lo que quiero ser.

Un agradecimiento especial debo dedicar a mi profesor, y tutor del trabajo, Vicente, quien siempre ha mostrado su voluntad en ayudarme y ponerme el camino un poco más fácil en este último periodo, en el cual, he tenido que combinar el ejercicio profesional, las obligaciones familiares y los estudios. Además, Vicente me brindó la oportunidad de publicar por primera vez un extracto del presente TFM a modo de artículo, algo sobre lo que siempre le estaré agradecido.

Pablo Zahera Bunes

Sevilla, 2021

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Agradecimientos	vii
Índice de Figuras	11
Índice de Tablas	12
1 Introducción (objeto y justificación)	13
1.1 <i>Justificación del trabajo</i>	13
1.2 <i>Objetivos del trabajo</i>	14
1.2.1 <i>Objetivos generales</i>	14
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i>	15
2 Revisión bibliográfica	16
2.1 <i>Desarrollo histórico de la gestión de activos</i>	17
2.2 <i>Desarrollo histórico de la gestión de riesgos</i>	18
2.3 <i>Relación entre gestión de riesgo y gestión de activos</i>	18
3 Descripción de la filosofía de implementación de la metodología	21
4 Guía de implantación del sistema de gestión de activos	24
4.1 <i>Planear la gestión de activos de la Organización</i>	24
4.1.1 <i>Contexto de la Organización</i>	24
4.1.2 <i>Liderazgo</i>	33
4.1.3 <i>Criterios y definición de la cartera de activos. Alcance del sistema de gestión</i>	38
4.2 <i>Ejecutar los objetivos de la gestión de activos</i>	57
4.2.1 <i>Plan Estratégico de la Gestión de Activos (PEGA)</i>	57
4.2.2 <i>Soporte/Apoyo</i>	63
4.3 <i>Administrar riesgos</i>	68
4.3.1 <i>Evaluación del riesgo asociado a la gestión de activos</i>	68
4.3.2 <i>Establecimiento de objetivos y planes de acción para el SGA mediante la toma de decisiones basada en riesgo. Mapas de cobertura</i>	83
4.3.3 <i>Gestión del cambio</i>	86
4.3.4 <i>Tercerización</i>	86
4.3.5 <i>Caso práctico. Evaluación de los riesgos estratégicos de una Utility de aguas en el marco de la gestión de activos</i>	87
4.4 <i>Monitorear la operación</i>	107
4.4.1 <i>Evaluación del desempeño</i>	107
4.4.2 <i>Auditoría interna. Modelo de las 3 líneas de defensa</i>	114
4.5 <i>Análisis del sistema de gestión de activos físicos</i>	120
4.5.1 <i>Ciclo de vida de los activos</i>	120
4.5.2 <i>Gestión del mantenimiento de los activos. Tipos</i>	121
4.5.3 <i>Determinación de la vida residual y estrategia de reemplazo</i>	123
4.5.4 <i>Análisis del coste de ciclo de vida de los activos</i>	127
4.5.5 <i>Otros costes económicos</i>	129
4.6 <i>Mejora continua</i>	129
4.6.1 <i>Mejora continua del SGA</i>	129
4.6.2 <i>Mejora continua dentro de la gestión de riesgos</i>	130
5 Conclusiones y propuestas para futuras investigaciones	131
Bibliografía	134
Glosario	138

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Relación entre elementos clave de un SGA	20
Figura 2: Ciclo PDCA de un SGA	21
Figura 3: Pasos del SGA	22
Figura 4. Términos más utilizados en la gestión de activos	23
Figura 5: Régimen de gestión del suministro urbano de agua	25
Figura 6: Matriz incidencia partes interesadas	29
Figura 7: Jerarquía del PEGA	31
Figura 8: Diagrama de procesos del SGA	32
Figura 9. Política de gestión de activos	35
Figura 10. Ficha de puesto de trabajo	37
Figura 11: Matriz de criticidad	47
Figura 12: Diagrama de Pareto	47
Figura 13: Módulos de los sistemas de información para la gestión de activos	48
Figura 14. Arquitectura de un sistema SCADA	49
Figura 15: Interfaz ArcGIS	50
Figura 16: Clasificación de los modelos matemáticos de simulación	51
Figura 17. Diagrama de flujo de los datos en una Utility	52
Figura 18: Esquema de alineamiento de objetivos estratégicos con específicos	59
Figura 19. Esquema principal del SGA con toma de decisiones basada en riesgo	61
Figura 20. Cuadrantes Mapa de Riesgos	80
Figura 21: Apetito y tolerancia de riesgo	81
Figura 22. Organigrama Departamento Operaciones EMUASA	88
Figura 23. Mapa de riesgos inherente	99
Figura 24. Traslación de riesgo. De riesgo inherente a residual	101
Figura 25. Mapa de riesgos residual	106
Figura 26: Espectro de analítica del negocio	114
Figura 27. Modelo de las tres líneas de defensa para la gestión de riesgos	117
Figura 28. Determinación punto de obsolescencia	124
Figura 29. Curva de decaimiento basada en condición	126
Figura 30. Integración de varios puntos óptimos de reemplazo de diferentes activos en un tiempo óptimo de parada de planta	126
Figura 31. Nivel de madurez del SGA	130

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Singularidades de los distintos servicios urbanos de recurso	26
Tabla 2: Partes interesadas dentro del negocio de una utility de aguas	26
Tabla 3: Registro y clasificación de activos según la ISO 14224	39
Tabla 4: Rama del árbol jerárquico de activos para una Utility	40
Tabla 5. Inventario de activos de información	41
Tabla 6: Clasificación según estado del activo	42
Tabla 7: Nivel de servicio de una estación de bombeo	43
Tabla 8: Modos de fallo asociados a distintos fallos del motor eléctrico de una bomba de impulsión	45
Tabla 9. Oportunidades del uso de la BI en las Organizaciones	53
Tabla 10. Planes de acción para implementar controles en el ámbito de la seguridad de la información	54
Tabla 11: Tabla de registro de comunicaciones	66
Tabla 12: Listado de riesgos estratégicos de la gestión de activos identificados en una Utility de aguas	73
Tabla 13. Aplicabilidad de las herramientas utilizadas para la evaluación del riesgo	82
Tabla 14. Mapa de cobertura	85
Tabla 15. Matriz de control	85
Tabla 16 Riesgos identificados Brainstorming	90
Tabla 17 Selección 30 principales riesgos	93
Tabla 18. Cuantificación niveles de riesgo	95
Tabla 19. Nivel de conocimiento	95
Tabla 20. Drivers de impacto	96
Tabla 21. Drivers de exposición	96
Tabla 22. Ponderación de drivers de impacto y exposición.	97
Tabla 23. Cuantificación de los riesgos inherente	98
Tabla 24. Evaluación controles	100
Tabla 25. Valoración del nivel de gestión	102
Tabla 26. Mapa de riesgos y controles	103
Tabla 27. Cuantificación de los riesgos residual	105
Tabla 28. Indicadores de desempeño (KPIs)	109
Tabla 29. Indicadores de costos (KCI)	110
Tabla 30. Indicadores de riesgos	111
Tabla 31. Fuentes utilizadas para el cálculo de los indicadores	112
Tabla 32. Mapeo de cláusulas ISO con apartados de la Guía	114
Tabla 33. Matriz de testeo	119
Tabla 34. Ventajas y desventajas de cada tipo de mantenimiento	122
Tabla 35. Evaluación de indicadores para distintos tipos de mantenimiento de activos físicos	123
Tabla 36. Factor corrector de vida residual	125

1 INTRODUCCIÓN (OBJETO Y JUSTIFICACIÓN)

1.1 Justificación del trabajo

La familia de normas de la ISO 55000 (2014) da un enfoque completamente disruptivo al concepto de activo. Esta la define como “*algo que posee valor potencial o real para una Organización. El valor puede variar entre diferentes organizaciones y sus partes interesadas y puede ser tangible o intangible, financiero o no financiero*” (ISO 55000, 2014), lo cual contrasta con el concepto clásico de conjunto de bienes y derechos que la empresa posee, es decir, dándole un sentido puramente físico y económico.

Este concepto se vuelve mucho más general, entendiendo que, si algo genera valor para la Organización, ya es un activo, por lo que su gestión se vuelve mucho más compleja y difícil de acotar. La justificación del trabajo se debe a la poca literatura escrita existente sobre la aplicación de la ISO 55001 y su falta de profundidad, así como la ambigüedad en el uso combinado de los conceptos de activo y riesgo.

También, conviene resaltar, según especifica en la norma ISO 55000 (2014) en su apartado de generalidades, un Sistema de Gestión de Activos, de ahora en adelante SGA, es “*Un conjunto de elementos de una Organización interrelacionados y que interactúan cuya función es establecer la política y los objetivos de la gestión de activos y los procesos necesarios para lograr dichos objetivos. En este contexto, los elementos del sistema de gestión de activos deberían verse como un conjunto de herramientas, incluyendo políticas, planes, procesos de negocio y sistemas de información, que se integran para asegurar la realización de las actividades de gestión de activos*”. (ISO 55000, 2014)

Teniendo claro los conceptos fundamentales anteriores, ya se puede exponer el sentido que cobra aplicar esta metodología al ejemplo propuesto. En aras de garantizar un correcto suministro, una eficiente gestión y la máxima calidad de las aguas municipales por parte de las empresas encargadas de su gestión, comúnmente conocidas como utilities, ya sean privadas, público-privadas o públicas, resulta crucial una correcta gestión de los activos a través de los cuales desarrollan su operación, y cumplen sus objetivos.

Esta familia de normas UNE ISO 55000, y su integración con la gestión del riesgo, permitirá maximizar la eficiencia de la gestión, minimizando costes tanto de capital (CAPEX) como de operación (OPEX). Además, asegurando en todo momento la calidad de los procesos, la continuidad de las operaciones y la correcta gestión de los riesgos asociados, de forma que todas las partes interesadas puedan resultar satisfechas.

Tras una profunda revisión bibliográfica, la experiencia profesional y el conocimiento adquirido por el autor en empresas líderes en los sectores de automatización para la gestión de aguas y de servicios profesionales para consultoría de riesgos, se considera que los retos que tiene por delante la industria del agua en materia de gestión de activos son los siguientes

- Infraestructura anticuada
- Fuerza laboral envejecida
- Costes de inversión (CAPEX) y operación (OPEX) poco optimizados
- Al tratarse en su mayoría de empresas de carácter público o público-privado, se requiere de la justificación de por qué reemplazar equipos y realizar inversiones, ajustando lo máximo como sea posible las facturas al consumidor
- Aumentar la resiliencia de todos los equipos que forman parte de la red (motores, bombas, tuberías, protecciones etc.) en aras de preservarlos del fallo asegurando la continuidad de las operaciones
- Implementar mecanismos de mitigación de riesgos en las actividades de gestión de activos, incluyendo aquellas que tradicionalmente se han escapado de su alcance debido al enfoque tradicional de activo
- Crear sinergias entre los distintos tipos de activos que han surgido como consecuencia del lanzamiento de la ISO 55000
- Manejo de grandes cantidades de información de las que no se saca un provecho para la mejora de la Organización (Rajala y Hukka, 2018).

Estos ocho retos o problemas están muy relacionados con el coste, el control de este, la mejora de la eficiencia y la fiabilidad, la formación al personal, la gestión del riesgo y el uso de las últimas tecnologías de información y monitoreo, para lo cual, la aplicación de las técnicas que pueden proveer los sistemas de gestión de activos y de riesgos, resultan indispensables para darles solución y control.

Para ilustrar lo anterior se plantea un problema típico de gestión que involucra varios de los problemas anteriormente planteados, Si se rompe un caudalímetro de la marca X en algún punto del sistema de distribución de agua, y el departamento de compras se hace con uno de la marca Y, el cual resulta incompatible para la toma de datos del caudal con la solución de automatización y de adquisición de datos implementada. Habrá supuesto una pérdida de tiempo y de dinero, lo cual da lugar a una ineficiente y cara gestión, estando además expuesto a riesgos de fraude y malversación de fondos empresariales consecuencia de la falta de control interno de la Organización.

Es aquí donde una correcta gestión de activos y riesgos minimiza la posibilidad de incurrir en este tipo de problemáticas, ya que su alcance llega a todas las áreas de la Organización, de forma que se puedan implementar distintos procesos, procedimientos y políticas que garanticen el buen uso de los recursos y la consecución de los objetivos empresariales.

Para terminar, de acuerdo con el webinar de gestión de activos en gestión del riesgo de la EALDE Business School, gestionar los activos no cuesta demasiado dinero, ya que solo supone un 3% de los costes de industrialización del activo. Aunque, si este no se hace, las incidencias que se producirán supondrán un 82% del coste de industrialización del activo. De ello se entiende que la implementación de un SGA repercutirá de forma positiva en la cuenta de resultados de la Organización

La razón por la cual incorporar la gestión de riesgos con la gestión de activos se debe a que se trata de dos aspectos empresariales intrínsecamente relacionados y opuestos en su naturaleza. El activo, como elemento generador de valor, tiene una consecuencia positiva en el negocio, mientras que el riesgo, lo contrario. Por ello, la gestión de cualquier Organización debe perseguir maximizar el valor generado por sus activos y minimizar los riesgos asociados para conseguir la excelencia y ser sostenible.

1.2 Objetivos del trabajo

1.2.1 Objetivos generales

El presente TFM consiste en el establecimiento de una Guía de aplicación para la gestión de activos en las Organizaciones, la cual sigue una metodología propia bajo el amparo de las cláusulas de la Norma ISO 55000 (2014) y su serie anexa. Esta metodología propia se basa en un enfoque basado en riesgo respecto de cada una de las actividades en materia de gestión de activos. Dada la facilidad de combinación de los distintos sistemas de gestión de las normas de la ISO, este análisis de riesgo se desarrolla también bajo el amparo de la ISO 31000 (2017),

La Guía de implantación se compone de seis pasos necesarios para implementarla adecuadamente. Cada paso se estructura en una serie de apartados cuyas especificaciones han de ser aplicadas para conseguir implantar el Sistema de Gestión de Activos. Cada apartado, está diseñado para que cualquier Organización, independientemente de su naturaleza, pueda gestionar sus activos. No obstante, conforme a lo comentado en el apartado de Justificación, se va a utilizar el caso específico de una Utility de aguas para ilustrar con garantías las recomendaciones de la Guía.

Con independencia de que el lector de este documento pretenda conseguir la certificación o no en ambas normas ISO, el hecho de seguirla e implementar todas o algunas de las recomendaciones presentadas en la metodología, va a suponer que se puedan obtener los beneficios producto de la aplicación de ambas familias de normas en su Organización.

Según el apartado 2.2 de la ISO 50000 (2014), entre los beneficios de la gestión de activos están:"

- *Mejora del desempeño financiero: puede lograrse una mejora del retorno sobre la inversión y la reducción de costos, mientras se preserva el valor de los activos sin sacrificar el logro de los objetivos organizacionales de corto o largo plazo;*

- *Decisiones de inversión en activos basadas en información: permite a la Organización mejorar la toma de decisiones y un eficaz balance de costos, riesgos, oportunidades y desempeño;*
- *Riesgo gestionado: la reducción de pérdidas financieras, la mejora de la salud y la seguridad, el fondo de comercio y la reputación, la minimización del impacto social y ambiental, pueden resultar en una reducción de las obligaciones tales como primas de seguro, multas y penalidades;*
- *Mejoras en resultados y servicios: asegurar el desempeño de los activos puede conducir a la mejora de servicios y productos que coherentemente alcancen o superen las expectativas de los clientes y partes interesadas;*
- *Demostración de responsabilidad social: la mejora de la aptitud de la Organización, por ejemplo, para reducir emisiones, conservar recursos y adaptarse al cambio climático, le permite demostrar responsabilidad social y comportamiento ético en las prácticas y la administración del negocio;*
- *Demostración de cumplimiento: ajustarse en forma transparente a los requisitos legales, estatutarios y regulatorios, así como adherir a procesos, políticas y normas de gestión de activos, puede permitirle demostrar cumplimiento;*
- *Mejora de la reputación: a partir de la mejora en la satisfacción del cliente, la conciencia y la confianza de las partes interesadas;*
- *Mejora de la sostenibilidad organizacional: la gestión eficaz de efectos de corto y largo plazo, los gastos y el desempeño, pueden mejorar la sostenibilidad de las operaciones y de la Organización;*
- *Mejora de la eficiencia y la eficacia: la revisión y mejora de los procesos, los procedimientos y el desempeño de los activos puede mejorar la eficiencia y la eficacia y el logro de los objetivos organizacionales.”*

De la lectura del apartado de “Introducción” de la ISO 31000 (2017) se pueden extraer las siguientes ventajas y beneficios:

- *Aumentar la probabilidad de alcanzar los objetivos;*
- *Estimular una gestión proactiva;*
- *Ser consciente de la necesidad de identificar y tratar el riesgo en toda la Organización;*
- *Mejorar la identificación de oportunidades y de amenazas;*
- *Cumplir los requisitos legales y reglamentarios pertinentes y las normas internacionales;*
- *Mejorar la redacción de informes obligatorios y voluntarios;*
- *Mejorar el gobierno;*
- *Mejorar la seguridad y la confianza de las partes interesadas;*
- *Establecer una base fiable para la toma de decisiones y la planificación;*
- *Mejorar los controles;*
- *Asignar y utilizar de manera eficaz los recursos para el tratamiento del riesgo;*
- *Mejorar la eficacia y la eficiencia operacional;*
- *Aumentar las prestaciones en materia de salud y seguridad, así como la protección ambiental;*
- *Mejorar la prevención de pérdidas y la gestión de incidentes;*
- *Minimizar las pérdidas;*
- *Mejorar el aprendizaje de la Organización;*
- *Mejorar la resiliencia de la Organización”.*

Para lograr obtener las ventajas comentadas en ambas normas, a lo largo de la Guía se van a proponer acciones para poder alcanzarlas de forma que el lector tenga una referencia un poco más aterrizada que la que se puede obtener leyendo las cláusulas generalistas que recogen ambas normas ISO.

1.2.2 Objetivos específicos

El primer y más importante de los objetivos específicos del TFM es el establecimiento de un hilo conductor en la gestión de los diferentes tipos de activos derivados del lanzamiento de la ISO 55000 (2014). Estos, al tener una naturaleza tan distinta, tienden a ser o bien gestionados de forma separada, o bien no considerados como activos, perdiendo cualquier oportunidad de establecer sinergias de gestión de forma que se asegure la obtención de las ventajas anteriormente señaladas.

El segundo de los objetivos constituye la parte más innovadora del TFM, y es la inclusión efectiva y coherente de la gestión de riesgos dentro de la gestión de activos. El objetivo es demostrar la relación inversa de los aspectos organizacionales de activo y riesgo.

El activo, como elemento generador de valor en las Compañías, y el riesgo, como elemento perjudicial en caso de materializarse, han de ser gestionados de forma complementaria. Para demostrar esta relación inversa, se plantea que el establecimiento de los objetivos estratégicos de la Organización se efectúe a partir de una toma de decisiones basadas en riesgo, y las estrategias y los planes de acción para cumplir con ellos se diseñen a partir de la gestión de activos, De esta forma a partir de la gestión de riesgos se gestionan activos.

Por otra parte, esta relación también ha de ser demostrada en sentido contrario. Para ello, la Guía debe ofrecer evidencia de que las actividades que se dediquen al aumento o a la conservación del valor de los activos, tendrá un efecto mitigador del riesgo asociado al negocio. Este planteamiento se prueba a lo largo de la aplicación de las distintas recomendaciones de gestión de activos en donde se ofrece evidencia del efecto mitigador de riesgos que tienen.

El tercero y último de los objetivos específicos es el de ofrecer una Guía que cumpla inequívocamente con los clausulados de la ISO 55001 y 31001, de forma que su aplicación sea útil para una hipotética certificación en ambos estándares de cualquier ente que la utilice. De aquí podría salir un cuarto objetivo que sería el de asegurar la adaptabilidad de los sistemas de gestión de activos y riesgos con cualquier otro que pueda estar previamente implementado o que pueda implementarse posteriormente. Por ello, se debe asegurar que la Guía garantice el aprovechamiento de toda la información que pudiera existir de otros sistemas de gestión.

Se deben proponer todas las herramientas necesarias, en materia de gestión de activos y riesgos, para que la Organización pueda:

- Mejorar la capacidad en la toma de decisiones estratégica
- Asegurar que los objetivos de la gestión de activos estén alineados con los de la Organización,
- Crear una cultura de gestión de activos
- Generar rentabilidad
- Minimizar incidentes y fallos de sus activos físicos
- Prolongar la vida de estos bajo el precepto de ser rentable
- Determinar el momento óptimo para su reemplazo
- Optimizar OPEX y CAPEX
- No incurrir en discontinuidades de operación
- Garantizar la satisfacción de los clientes (fiabilidad del servicio, calidad del agua, etc.) y demás partes interesadas
- Mantener los precios del recurso estables
- Combinar distintos sistemas de gestión
- Mejorar su imagen corporativa
- Cumplir la normativa (en materia de seguridad y salud, medioambiente, calidad, etc.)
- Sacar partido de todos los medios tecnológicos disponibles en el mercado en la medida de lo económicamente posible
- Considerar a los empleados como activos
- Mejorar sus mecanismos de reporte y el control interno en general
- Minimizar los riesgos asociados en cada proceso de gestión de activos de la Organización
- Crear sinergias entre las distintas áreas de negocio
- Buscar la mejora continua de su operación

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Desarrollo histórico de la gestión de activos

“Hay que remontarse a los años 70’s, específicamente al momento cuando la decisión de la OPEP de aumentar el precio del crudo en 1973 -1979 terminó con el petróleo barato que había lubricado el crecimiento de posguerra.

Como consecuencia de estos cambios se frenó el ritmo del crecimiento económico mundial. Creció la inflación, se redujeron las tasas de crecimiento y aumentó el desempleo. Importantes industrias incluso sectores industriales enteros se vieron obligados a reconvertirse introduciendo innovaciones tecnológicas, ahorrar energía, reducir sus plantas de personal con la finalidad de mantener la productividad. (Medina, 2015)

Como consecuencia de lo anteriormente planteado, surgen iniciativas que buscan el mejoramiento de la rentabilidad mediante el establecimiento de estrategias que pudieran minimizar costos y maximizar productividad, es así como en 1990 se crea en los EEUU la North American Maintenance Excellence Award , cuyo objetivo principal es impulsar la calidad y competencia en el uso de las “mejores prácticas” y la identificación de las empresas líderes; así como la divulgación y el intercambio de las 10 mejores prácticas, estrategias y beneficios derivados de la implementación.

En 1993 ocurre un hecho muy importante para la Gestión de Activos, nace en el Reino Unido el Institute of Asset Management (IAM), y agrupa diversas empresas interesadas en compartir experiencias y mejores prácticas orientadas básicamente a mejorar rentabilidad y productividad.

Las nuevas prácticas llamadas Asset Management trajeron una revolución en el Reino Unido, Australia y Nueva Zelanda, Es decir es en estas culturas donde se desarrolla conceptualmente esta importante filosofía gerencial denominada Gestión de Activos o en ingles Asset Management.

Entre los años 2003 y 2004 Se establece el comité de British Standard en Asset Management, en mayo de 2004 se publican las especificaciones British Standard PAS 55 el cual establece 28 requerimientos. Este importante estándar fue desarrollado para dar respuesta a la demanda de la industria de la estandarización de la gestión de activos. Es aplicable a cualquier Organización donde los activos físicos son realmente críticos para el cumplimiento de los objetivos de negocio.

Debido a sus comprobados éxitos a partir del 2008 ocurre la internacionalización, nace PAS 55 en español y debido a la gran aceptación de PAS 55, se plantea la generación de una norma o estándar ISO, que considera de una manera esquematizada toda la experiencia desarrollada en cuanto al Asset Management hasta ese momento. En este sentido el estándar ISO 55000 viene a pagar a mi entender una deuda que se tiene con la rentabilidad y productividad de los negocios, ya que, si existe un estándar ISO 9001 para asegurar la calidad e intereses de los clientes, un estándar ISO 18000 para todo lo asociado a la seguridad de las personas, un estándar ISO 14000 para lo relacionado al ambiente.

En el año 2012 el IAM lanza el documento Asset Management – an anatomy. Este es un documento muy importante para la Gestión de Activos, el cual establece un símil entre la disciplina de la anatomía del cuerpo humano y la anatomía de la gestión de activos, desarrollando conceptualmente un modelo de Gestión de Activos que maneja 6 grandes grupos de actividades requeridas:

- *Planificación Estratégica*
- *Toma de decisiones*
- *Organización y personas*
- *Conocimiento sobre el activo*
- *Ciclo de vida del activo*
- *Revisión de los Riesgos “(Medina, 2015)*

En el mes de enero del año 2014 es liberada la norma ISO 55000, la cual consta de tres documentos:

- ISO 55000: Gestión de activos — Aspectos generales, principios y terminología.
- ISO 55001: Gestión de activos — Sistemas de gestión — Requisitos
- ISO 55002: Gestión de activos — Sistemas de gestión — Directrices para la aplicación de la ISO 55001

2.2 Desarrollo histórico de la gestión de riesgos

La idea de riesgo y su percepción, ha ido cambiando a lo largo del tiempo, se puede ver claramente desarrollada por el autor Francesc Rosés (2002) según se especifica a continuación;

“Los métodos que se utilizaban antiguamente para hacer frente a las incertidumbres, las amenazas y la fatalidad eran la adivinación, las plegarias a los dioses y las Guías de los entes superiores. Los antiguos procuraban contentar a los dioses con los medios idóneos en cada momento. Evitar sus iras no siempre era un objetivo alcanzable. Los malos resultados, causados por los errores humanos o por su falta de iniciativa, se atribuían a la voluntad sobrenatural. No existía, en el plano social, el concepto de responsabilidad personal para muchas de las oportunidades humanas.” (Rosés, 2002)

No obstante, un concepto más técnico del riesgo se originó en el siglo XVII con las matemáticas asociadas a los juegos de azar. A su vez, en el siglo XVIII fue visto como un concepto neutral, considerando las pérdidas y ganancias, siendo empleado en la marina. Sin embargo, no fue hasta el siglo XIX, cuando este cobró una mayor importancia al incluirse en el estudio de la economía. Por último, fue en el siglo XX, cuando se le dio una connotación negativa, al referirse a los peligros en la ciencia y tecnología. (Vacca, 2012)

Actualmente, la gestión del riesgo está tomando gran relevancia en el mundo empresarial con el fin de obtener un mejor desempeño de la Organización de forma que sus activos preserven o aumenten su valor y se alcancen los objetivos planteados. Todo ello resultado de una óptima toma de decisiones basada en riesgo.

Se puede decir, que una de las principales y más eficaces herramientas para lograr los objetivos de cualquier Organización, es la gestión del riesgo. En el volátil mundo de los negocios de hoy, con la perspectiva de más incertidumbres en el futuro, la gestión de riesgos merece la atención de los ejecutivos a nivel estratégico. Cuando una empresa busca capacidades de gestión de riesgos desde un punto de vista estratégico, estas capacidades pueden aprovecharse para obtener una ventaja competitiva. (Elahi, 2013)

Por último, añadir, que la gestión del riesgo se ha convertido en una filosofía, y desde el año 2009, se plasma en la norma UNE ISO 31000 una metodología de aplicación, donde se define como *“Un conjunto de principios que se deben satisfacer para que la gestión del riesgo sea eficaz. Se recomienda que las organizaciones desarrollen, implementen y mejoren de manera continuada un marco de trabajo cuyo objetivo sea integrar el proceso de gestión del riesgo en los procesos de gobierno, de estrategia y de planificación, de gestión, y de elaboración de informes, así como en las políticas, los valores y en la cultura de toda la Organización”* (ISO 31000, 2010).

A su vez, la definición general que la ISO ha acuñado sobre el riesgo en su apartado *“términos y definiciones”*, en este caso obtenido de la NTP-ISO 31000, es el de *“efecto de la incertidumbre sobre los objetivos”*. (ISO 31000, 2010).

2.3 Relación entre gestión de riesgo y gestión de activos

1. Desde el punto de vista del ciclo de vida del activo

Los riesgos son una parte importante dentro de la gestión de activos. El primer concepto, y más evidente, es la relación del riesgo respecto a la operativa de los activos físicos. Durante su ciclo de vida, los activos, se han de gestionar de la mejor forma, para ofrecer el rendimiento especificado según el fabricante hasta su desmantelamiento de una manera segura, socialmente beneficiosa, ambientalmente responsable y de una forma continuada.

Esta continuidad en el funcionamiento es la forma que tiene el activo de proporcionar valor a la Organización, y, por lo tanto, se ha de evitar incurrir en fallos, sean de la naturaleza que sean, que le hagan dejar de prestar servicio. Todas las herramientas de prevención están basadas en un análisis de riesgo (mantenimientos, monitoreo, etc.), de forma que, mediante una toma de decisiones basada en riesgo, este activo se gestione minimizando la probabilidad de fallo y/o el impacto que su fallo tendría en la Organización.

2. Desde el punto de vista de los sistemas de gestión empresarial

Desde el punto de vista de sistemas de gestión, según lo establecido en la ISO 55001, *“el sistema de gestión de activos es parte integrante del sistema de gestión de la Organización y posee una estructura preestablecida. Debería estar alineado y ser coherente con:*

- *los objetivos de la Organización;*
- *el plan de la Organización”*

De donde se concluye que debe estar alineado con el resto de los sistemas de gestión, como puede ser el de calidad (ISO 9001), el de medio ambiente (ISO 14001), seguridad de la información (ISO 27001), o, como aplica, el de riesgos (ISO 31000)

3. Desde el punto de vista del análisis del coste

Como expone Vicente González en el curso *Introducción a la ISO 55001 y el análisis de costes de ciclo de vida* entre las decisiones que una empresa debe tomar en base al coste del tratamiento de activos son las siguientes, por un lado, se puede gastar menos, haciendo una menor inversión inicial, disminuyendo los costes de operación y mantenimiento o incrementando la vida útil del activo, lo que supone un aumento sustancial del riesgo asociado al fallo.

Por otro lado, gastando más, se tendrá mayor fiabilidad y disponibilidad de los activos (menor riesgo) así como una mejor eficiencia de estos, mejor calidad de los productos (del servicio en este caso), un aumento de la seguridad y el cumplimiento de las regulaciones ambientales.

4. Equilibrio entre coste, riesgo y desempeño

Y de lo extraído del webinar impartido por Ana Santiago para EALDE Business School, 2017, sobre la gestión de activos con ISO 55000 en risk management, hay que buscar un balance sobre tres ejes: coste, riesgo y desempeño. Donde el coste guarda relación con el esfuerzo realizado para una buena gestión del activo. Por otra parte, hay que evitar incurrir en riesgos que puedan afectar al activo generador de valor. Y, por último, el desempeño se relaciona con el valor máximo y óptimo obtenido del activo.

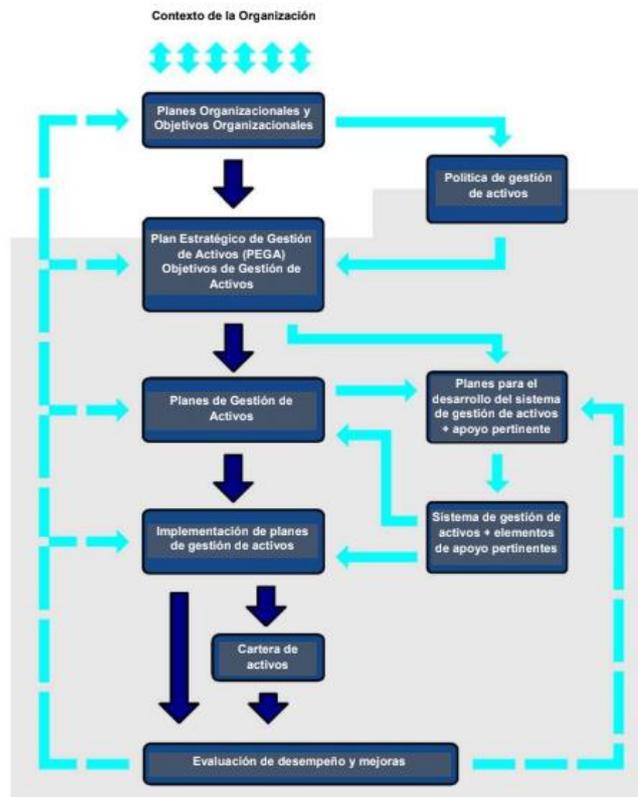
5. Desde el punto de vista de los objetivos del presente TFM

Como se ha indicado en, este TFM busca establecer una relación inversa entre el riesgo y el activo debido a la nueva concepción de este último que acuña la ISO 55001. De esta relación surge la toma de decisiones basadas en riesgo

Atendiendo a las definiciones anteriores del apartado 1.2.1, considerando el activo como un elemento generador de valor en la Organización independiente de su naturaleza, y al riesgo como un elemento generado por la operativa de la Organización, que, en caso de materializarse tiene un impacto negativo sobre la misma, esto deriva en que todas las actividades que se dediquen al aumento o a la conservación del valor de los activos, tendrá un efecto mitigador del riesgo. Esta premisa sobre que el activo y el riesgo son dos conceptos de relación inversa es uno de los objetivos que se pretenden demostrar con este TFM.

Es por ello por lo que, la base del trabajo será buscar la combinación óptima entre los costes o recursos de los que se disponga y la maximización del rendimiento y el valor de los activos a través de la toma de decisiones basada en riesgo. De forma que a través de un análisis de riesgos se puedan marcar una serie de objetivos estratégicos, enmarcados dentro del Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA), y se puedan diseñar una serie de estrategias para alcanzarlos a través de la implementación de planes de gestión de activos. La figura 1 muestra la relación entre los elementos más importantes del SGA.

Figura 1: Relación entre elementos clave de un SGA



Fuente: Woodhouse, 2014

En el marco de la gestión de activos basada en riesgo, las organizaciones tienen necesidades muy diferentes entre sí, de tal forma que se tendrán que implementar unos planes de acción con carácter más urgente que otros. Estos planes de acción más urgentes buscan dar cumplimiento a los objetivos más críticos, es por ello por lo que el TFM va enfocado a atacar en primer lugar esos objetivos.

El alcance del SGA a medida que se vaya aplicando la metodología será mayor, pudiendo gestionar más objetivos cuando el sistema se encuentre más maduro, siempre bajo la premisa de la mejora continua. El TFM ofrece una metodología que es independiente del estado de madurez del SGA. Siguiéndola, siempre se conseguirá una mejor gestión de activos. No obstante, puesto que la extensión es limitada, el planteamiento se hace como si en la Organización ni los activos ni los riesgos se encuentran gestionados.

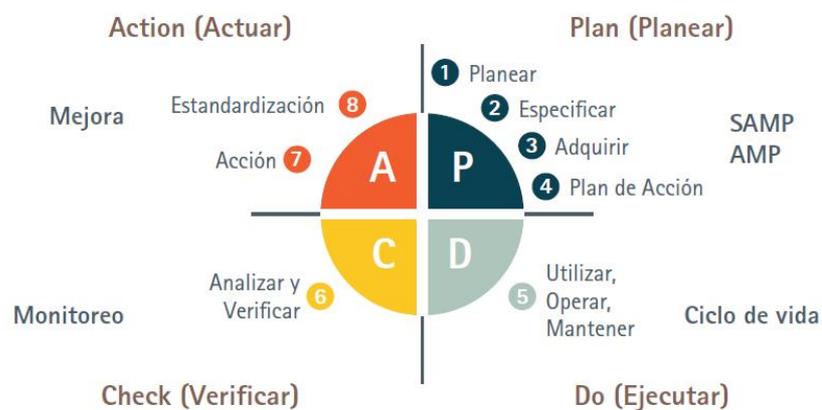
3 DESCRIPCIÓN DE LA FILOSOFÍA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA

Los pasos sobre los que se va a estructurar la Guía para la implantación de la ISO 55001 del presente TFM tienen de base los propuestos por la (Cooper Association Latinoamérica, 2015) pero con un enfoque de cumplimiento sistemático de todas las cláusulas de la ISO 55001 para la gestión de activos y la ISO 31001 para la gestión del riesgo.

Se va a seguir un esquema similar al que propone Pedro Canterla en su TFM (Canterla, 2016) y el apéndice 3 de *Implementación guide for an ISO 55001 asset management system. A practical approach for the roads sector* (CEDR, 2016) de forma que por un lado se proponga la estrategia a seguir de forma genérica, pudiéndose aplicar a cualquier tipo de empresa u Organización, mientras que, por otro, se ejemplifique con notas orientativas y supuestos prácticos para el caso de una Utility de aguas. A su vez, se dará un enfoque práctico a cada cláusula de forma que cualquier gestor de activos pueda saber cómo empezar a implementar el SGA en la Organización.

Se propone que la empresa, en este caso la Utility, implante un SGA a través de una serie de pasos, apoyados en el ciclo PDCA, que es la base de cualquier sistema de gestión, tal y como se muestra en la figura 2.

Figura 2: Ciclo PDCA de un SGA



Fuente: International Copper Association, 2015.

Estando compuesto de seis pasos que permiten la estructuración del SGA dentro de cualquier empresa con uso intensivo de activos, tal y como se muestra en la figura 3.

Figura 3: Pasos del SGA



Fuente: International Copper Association, 2015.

El paso 1 se refiere a la planificación del sistema, asociado a la fase P del ciclo PDCA. Los pasos 2 y 3 se refieren al desarrollo del sistema, abarcados por la fase D del ciclo PDCA. Los pasos 4 y 5 representan la etapa de verificación del ciclo PDCA analizando los activos desde la óptica de su ciclo de vida, y el paso 6 se refiere a las acciones a llevar a cabo para mejorar el sistema, siendo la etapa A del ciclo PDCA.

Es importante ver esta Guía como un proceso iterativo, donde en cada paso se extraiga información y se utilice tanto en pasos anteriores como posteriores. De esta forma, a medida que la implantación vaya madurando, los beneficios de la gestión de activos serán mayores, y los riesgos inherentes a la actividad y gestión de la Utility estén mitigados.

Para cada cláusula de la Guía, se van a proponer actuaciones a realizar para darle cumplimiento, estando esto enlazado con el objetivo general del trabajo, y, además, se indicarán las evidencias de cumplimiento, asociadas al SGA. Se propondrán distintos documentos que se originan por los requerimientos de la norma, los cuales se incluirán en la Guía tanto de forma genérica como particular para el caso de la Utility. Siempre en los casos donde con el ejemplo genérico no quede perfectamente claro cómo sería su uso o cual sería su utilidad. Además, se podrán incorporar figuras, que sirvan de soporte teórico y de ilustración a todas las actuaciones propuestas.

Cada apartado contendrá el desarrollo de los requerimientos para dar cumplimiento a las distintas cláusulas de la norma ISO 55001, seguidos de ejemplos y el desarrollo de particularizaciones asociadas al caso de la Utility. Existen apartados en donde no tiene tanto sentido indicar que se tiene que hacer, sino más bien un planteamiento de las posibilidades que ofrece el mercado para poder dar cumplimiento al requerimiento. Lo cual dependerá de los recursos de la Organización.

Para el diseño del PEGA se ha ejecutado un ejemplo práctico de análisis de los riesgos estratégicos de la Organización, mediante el cual se evalúan en base a su criticidad pudiendo de esta manera establecer los objetivos estratégicos que conforman el PEGA.

Por último, cabe mencionar que el desarrollo de la metodología hará mención a la figura de gestor de activos como responsable de implementar el SGA. No obstante, dependerá de la Organización y del modelo de gobierno y Organización que tenga, que quien implemente el SGA sea otro profesional con otras responsabilidades aparte.

La irrupción de esta norma ISO 55000 ha hecho aumentar de forma muy notable los campos disciplinarios a los que aplica. Mediante la técnica de mapeo científico, (GAVRIKOVA. E, VOLKOVA. I y BURDA. Y, 2020) han creado un mapa de visualización del campo de investigación dedicado a la gestión de activos. En la que muestra la frecuencia de aparición de un término (cuanto más grande sea el círculo, más frecuentemente se utiliza el término en la de artículos seleccionados) y el vínculo entre los términos (cuanto más cercana es la distancia, más fuerte es el vínculo). El vínculo se determina por la frecuencia de coocurrencia en el título, las palabras clave o el resumen. Como se podrá comprobar a su finalización, la inmensa mayoría de los términos son abordados a lo largo del presente TFM.

4 GUÍA DE IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE ACTIVOS

4.1 Planear la gestión de activos de la Organización

El primer paso lógico para llevar a cabo la implementación es la planificación de la gestión de activos. Esta es la etapa que más tiempo lleva y la más importante, ya que, a partir de esta, los siguientes pasos se van a poder efectuar de forma correcta. Este primer paso abarca las cláusulas 4 y 5 de la ISO 55001.

4.1.1 Contexto de la Organización

Se ha de analizar el contexto a nivel de gestión de la Organización para tener un punto de partida para iniciar o actualizar el Plan Estratégico de Gestión de Activos, de ahora en adelante, PEGA. La Organización tendrá que decidir si quiere comenzar con un SGA genérico, basado en la ISO 55000 con la intención de que este cumpla totalmente con la norma ISO 55001, o si usar el SGA, o partes de este, en caso de que exista, aplicando ingeniería inversa para cumplir con los requisitos de la norma ISO 55001.

Cada opción tendrá sus propias necesidades de recursos y costos, y serán entregados en diferentes escalas de tiempo, aunque lo más recomendable es extraer primero toda la información relativa a la gestión de activos de la Utility, y adaptarla al formato que esta Guía propone aplicando la ingeniería inversa, ya que empezando de cero se desaprovecharía parte de la documentación y conocimiento que ya existe sobre recursos, operación, gestión, Organización, gobierno, etc.

4.1.1.1 Conocimiento de la Organización y su contexto

Partiendo del supuesto que este responsable de aplicación de la Guía (gestor de activos) no conoce nada de la Organización, de forma que hay que empezar de cero y no saltar ningún paso. Inicialmente en esta etapa se deben responder algunas preguntas:

- ¿Qué genera valor para la empresa? Es decir, cual es el producto o servicio que vende o presta para hacerla viable económicamente.
- ¿Cuál es el foco de su negocio? Es decir, que tipo de clientes tiene, si el entorno de venta es competitivo o no y donde genera el valor diferencial.
- ¿Cuál es el resultado esperado? Es decir, existen Organizaciones que buscan crecer en tamaño, otras mantenerse, otras aumentar el valor añadido del producto o servicio que ofrecen, etc.

Para poderlas responder, primero se debe conocer en detalle el plan estratégico de la Organización a corto, medio y largo plazo, para poder diseñar un SGA alineado con los objetivos organizacionales que resultan de contestar las preguntas anteriores. Para responder bien a esas preguntas, el gestor de activos debe tener locución con aquellas personas responsables de los departamentos y de la Organización en su conjunto, ya que ellos tienen la visión global. A estas personas se les denominará Alta Dirección.

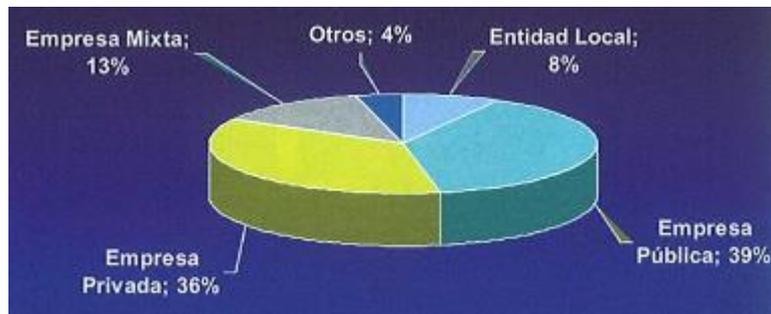
No obstante, este es un paso que se requiere para profundizar en el contexto. El plan estratégico al que se hace referencia es aquel anterior a la implementación, en los apartados 4.2 y 4.3 (D del ciclo PDCA) donde se desarrolla el sistema se diseñará uno con un enfoque propio de riesgos.

En las utilities españolas, tanto en la propiedad como en la operación suele tener participación entes públicos y privados. Por lo que se debe dejar claro cuál es el alcance de cada parte en la toma de decisiones de la Utility. Como ejemplo, Aguas de Murcia (EMUASA), es una empresa mixta con el 51% de acciones de participación pública municipal (Ayuntamiento de Murcia) y el 49% restante de participación privada a través de la empresa

Hidrogea perteneciente al Grupo Suez. (EMUASA, 2021).

Según la encuesta de suministro de agua realizada por la Asociación Española de Abastecimiento de agua y Saneamiento (AEAS, 2013) y que representa a 28,2 millones de habitantes, muestra que la participación de las utilities españolas descompone según muestra la figura 4.

Figura 5: Régimen de gestión del suministro urbano de agua



Fuente: AEAS, 2013.

Como el agua es un bien de primera necesidad algunos objetivos y parte del plan de la Organización, pueden ser establecidos por el gobierno local, o pueden definirse en el acuerdo comercial de gestión del servicio de suministro y saneamiento entre el gobierno y la empresa operadora.

Se deben identificar todas las cuestiones internas y externas que afectan tanto al logro de los objetivos de la Organización como los del SGA. Para una adecuada comprensión de estas cuestiones externas e internas se tendrán en cuenta factores relacionados con aspectos legales, tecnológicos, de competencia del mercado, económicos, cultural, sociales, así como valores de la Organización, cultura de la Organización, conocimiento y su desempeño. A continuación, se muestran algunos particularizado para el caso de la Utility de aguas:

- *Aspectos legales.* Son aquellos relativos a las repercusiones jurídicas que tienen aspectos del negocio tales como seguridad de consumo, garantía de suministro, impacto ambiental, seguridad laboral, cumplimiento normativo, modelo de gobierno, etc.
- *Aspectos tecnológicos.* Todo lo relativo a los activos físicos de la Organización tales como bombas, válvulas, aparataje eléctrica, tuberías y conducciones, sistemas de control, de medida, sistemas de adquisición de datos, software de simulación, sistemas de información, etc.
- *Aspectos geográficos.* Lo cual incluye la capacidad de suministro, la dimensión de la red, complejidad del terreno, el área de actuación de la empresa, (número de habitantes a los que presta servicio, número de barrios, número de pedanías, etc.)
- *Aspectos Económicos.* Como por ejemplo el control del coste (tanto CAPEX como OPEX), la necesidad de justificación de cada inversión, eficiencia, retorno económico de la innovación, cobros a clientes, pagos a proveedores, etc.
- *Aspectos sociales.* acceso al agua, igualdad, diversidad, seguridad laboral, educación ciudadana, gestión de partes interesadas, etc.
- *Otros aspectos.* Como son los relacionados con valores de la Organización, estructura de la Organización y modelo de gobierno, cultura de la Organización y código ético, sistemas de gestión en materia de calidad, medioambiente o seguridad y salud, formación de personal, gestión del riesgo, etc.

4.1.1.2 Conocimiento de las necesidades y expectativas de las partes interesadas

En cumplimiento con la cláusula 4.2 de la ISO 55001 se deben identificar cuáles son las partes interesadas tanto internas como externas, así como las necesidades y las expectativas de estas respecto al SGA, observando como interactúan con el sistema y cuáles son sus objetivos.

Con relación a las partes interesadas, uno de los pilares fundamentales de la regulación es el control de la calidad del servicio, el cual difiere respecto de otras utilities como la de energía. Mientras que en el servicio de electricidad o de gas la calidad con la que se suministra el recurso no es percibido por el usuario final, en el caso del agua es muy distinto. (Cabrera, 2001)

La tabla 1 muestra cómo los servicios urbanos de agua presentan un mayor número de parámetros que influyen en la percepción del servicio por parte de los usuarios. Por una parte, la calidad del “producto” agua es mucho más variable y a la vez puede ser percibida con detalle por el usuario (olor, sabor, color, potabilidad). Por otra, el servicio genera un impacto que también afecta directamente al usuario (inundaciones, impacto ambiental de las aguas residuales). Esto hace que la gestión de las partes interesadas sea particularmente importante para el caso de estudio.

Tabla 1. Singularidades de los distintos servicios urbanos de recurso

Electricidad	Gas	Agua
<ul style="list-style-type: none"> • Continuidad • Tensión/intensidad adecuadas • Facturación adecuada • Gestión de clientes correcta 	<ul style="list-style-type: none"> • Continuidad • Facturación adecuada • Gestión de clientes correcta 	<ul style="list-style-type: none"> • Continuidad • Presión/Caudal adecuados • Potabilidad • Sin sabor • Sin olor • Sin color • Sin inundaciones residuales • Impacto ambiental mínimo • Facturación • Gestión clientes

Fuente: (Cabrera, 2001)

No obstante, no solo el consumidor final es el único interesado respecto del negocio de la Utility. Para que quede bien documentado y se pueda satisfacer las necesidades de todos, se debe cumplimentar una tabla de contenido donde figuren todas las partes interesadas con sus necesidades y expectativas, para que, con posterioridad, se puedan tomar decisiones respecto del SGA en base a su importancia o criticidad. Un ejemplo particularizado para el caso de estudio es la tabla 2, donde la necesidad es la que tiene el interesado respecto a la Utility, y la expectativa lo que la Utility espera del interesado.

Tabla 2: Partes interesadas dentro del negocio de una utility de aguas

PARTE INTERESADA	NECESIDAD	EXPECTATIVA
Proveedores de materiales, instrumentación y equipos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cobro en tiempo y forma de acuerdo con las condiciones estipuladas en el contrato ✓ Que el acuerdo comercial dure lo más posible y que el valor comercial de los acuerdos sea lo más alto posible 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Suministro de equipos y materiales en tiempo y forma, de acuerdo con las condiciones estipuladas en el contrato, siempre alineados con el SGA ✓ Que el precio del equipo sea lo más competitivo posible

Sin restricción

Servicios externalizados	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cobro en tiempo y forma de acuerdo con las condiciones estipuladas en el contrato ✓ Que el acuerdo comercial dure lo más posible y que el valor comercial de los acuerdos sea lo más alto posible 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Seguridad de que se efectúen los servicios bajo los requisitos del SGA. ✓ Que el precio del servicio sea lo más competitivo posible
Clientes y consumidores	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fiabilidad del suministro ✓ Calidad del agua (en términos de potabilidad, sabor, olor, color y residuos) ✓ Precio ajustado a un bien de primera necesidad ✓ Cumplimiento con legislación ✓ Justificación de cualquier inversión en materia de gestión de activos ✓ Maximización de la eficiencia de gestión en la Utility <p>En definitiva, que se cumplan los principios de disponibilidad, calidad, aceptabilidad, accesibilidad y asequibilidad. (Cabrera, 2001)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pago de las facturas acordes al consumo
Comunidades de vecinos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Correcta gestión de los activos para prevenir accidentes de fugas u otro tipo de accidente, que pueda afectar al tránsito normal de personas en la vía pública o al medioambiente 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pago de las facturas acordes al consumo ✓ No obstaculizar cualquier necesidad de la Utility que les pueda afectar. Por ejemplo, las obras en algún punto de sistema de distribución o cualquier otra remodelación y/o puesta en marcha de instalaciones de gestión de agua que puedan interaccionar con ellos
Agencias y organizaciones medioambientales	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Que se cumplan todos los requisitos relativos a la legislación medioambiental para el suministro y saneamiento de agua ✓ La gestión de activos debe estar alineada con la gestión del medioambiente 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Que se facilite asesoramiento en materia medioambiental ✓ Reconocimiento público respecto a las prácticas de la Utility en materia medioambiental
Otras utilities	<ul style="list-style-type: none"> ✓ No interaccionar con instalaciones eléctricas o de gas 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ No interaccionar con las instalaciones de la Utility de aguas
Gobierno	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Que se garantice el suministro a todas aquellas personas que no pueden pagar el servicio y a los consumidores en general 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Obtener los permisos que puedan depender del mismo para poder desempeñar la actividad de la Utility en condiciones normales

	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Que la gestión de la Utility cumpla con los principios ética y cumplimiento de acuerdo con su código ético 	
Aseguradoras y agencias de riesgos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El SGA debe estar alineado con el sistema de gestión de riesgos 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Habiendo garantizado una correcta gestión del riesgo y una buena praxis en materia de gestión de activos, que se cubran los gastos en caso de cualquier contingencia en caso de haber transferido el riesgo
Agrupaciones sindicales y representantes de empleados	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El sistema de gestión de activos debe estar alineado con políticas adecuadas en materia de prevención de riesgos laborales ✓ Que se dote a los empleados de la formación necesaria para desempeñar su labor, así como para crecer dentro de la Organización 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se espera que se reconozca la labor de la empresa en materia de seguridad laboral y formación ✓ Evitar que la fuerza laboral mantenga el conocimiento y la formación necesarias para desempeñar su labor
Empleados de la Organización	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cobro de sueldo ✓ Seguridad laboral ✓ Correcta información en material de gestión de activos ✓ Asignación de rol acorde a conocimiento ✓ Responsabilidad acorde a experiencia ✓ Formación 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Que los empleados estén alineados con la alta dirección en general, y con la gestión de activos en particular ✓ Que comprendan la importancia de la gestión de activos ✓ Que sus decisiones en el trabajo cumplan con políticas, procesos y procedimientos del SGA
Dueños y accionistas (empresas público-privadas)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Que la gestión de la empresa se haga de la mejor manera, siendo la gestión de activos parte importante ✓ Que se minimicen los riesgos ✓ Que se maximicen los beneficios preservando el principio de asequibilidad ✓ Que se mejore la responsabilidad social corporativa ✓ Cumplimiento de los objetivos estratégicos en general, y en particular, de la gestión de activos 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Liderazgo y compromiso en materia de gestión de activos ✓ Que se aseguren los recursos necesarios para cumplir con los objetivos del SGA

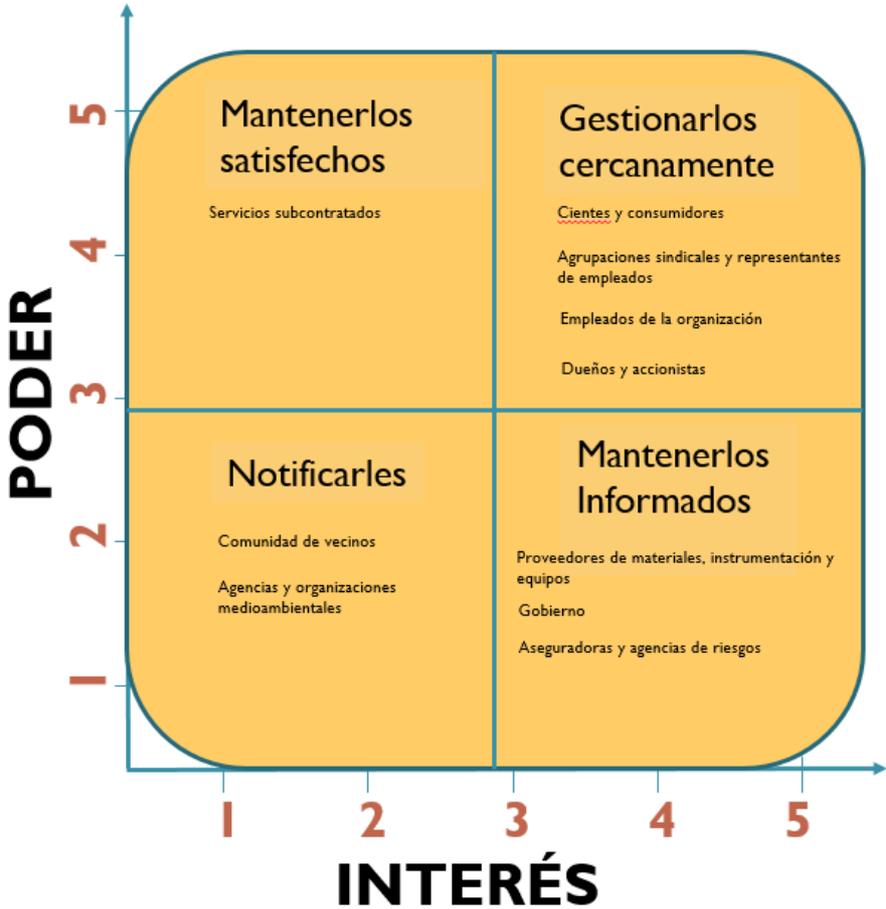
Fuente: Elaboración propia

Una vez identificadas las partes interesadas, se deben determinar cuáles son los roles y responsabilidades dentro del equipo encargado de la gestión de activos, si bien a medida que el SGA vaya madurando, los roles y responsabilidades de las partes interesadas pueden ir cambiando, ajustándose a las necesidades del sistema.

Sin restricción

Debido a la heterogeneidad dentro de las partes interesadas, puede ocurrir que se presenten conflictos de intereses. Por esto, un objetivo dentro del SGA podría ser establecer una jerarquía atendiendo a su criticidad respecto de la Organización. El PMBOK recomienda trabajar una matriz de influencia, en aras de visualizar esta jerarquía, facilitando la toma de decisiones. (PMI, 2013). En la figura 6 se muestra un ejemplo de clasificación de las partes interesadas identificadas en la Tabla 2.

Figura 6: Matriz incidencia partes interesadas



Fuente: Elaboración propia

Cada cuadrante de la matriz incorpora la acción a realizar a alto nivel para gestionar cada una de las partes interesadas atendiendo a su criticidad. Esta criticidad depende de dos dimensiones igualmente importantes, poder de cada parte e interés

Para entenderlo bien, un proveedor de cualquier naturaleza ya sea de material hidráulico (tuberías, bombas, válvulas), eléctrico (motores, contactores, protecciones), suministros de energía, soluciones de automatización etc. tiene capacidad de obstaculizar la continuidad de las operaciones de la Utility, pero su interés en que la Organización funcione bien no va más allá de que esta pague a tiempo.

Aquellas partes críticas (clientes, sindicatos, empleados, dueños etc.) deberán de ser satisfechas poniendo todos los recursos existentes para satisfacerlos ya que tienen una capacidad muy alta de influir en consecución de los objetivos de la Utility, así como un interés alto en que el desempeño de la Organización sea óptimo.

Por ejemplo, en el contexto de una Utility como EMUASA en donde el 51% del accionariado es público y el 49% es privado, siendo este último propietario el encargado de la gestión de esta. El gobierno podría tener un poder lo suficientemente grande como para prescindir de la Alta Dirección o arrebatar la titularidad de la gestión a esta empresa. Por lo tanto, resulta crítico cumplir con sus necesidades y con los acuerdos jurídicos firmados.

4.1.1.3 Determinación del alcance del sistema de gestión de activos

Este apartado tiene como objetivo dar cumplimiento a la cláusula 4.3 de la ISO 55001.

Una vez se conoce el propósito de negocio de la Organización y su contexto en materia de gobierno, organigrama y partes interesadas se debe trabajar en la determinación, diseño y documentación de los siguientes elementos que conforman el SGA:

- Política de gestión de activos
- Objetivos de la gestión de activos.
- Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA)
- Plan (es) de gestión de activos individuales

No obstante, la ISO 55001 recomienda tener en cuenta qué otros sistemas de gestión, de ahora en adelante, SG, están implementados en la Organización, si es que los hubiere. Existen diferentes estrategias para la integración de los SG estandarizados (Normas ISO). Karapetrovic y Jonker (2003) afirman que para las organizaciones que han establecido un SG de Calidad antes que un SG de medioambiente, una posible estrategia para integrar otros SGs puede ser:

- Integrar el SG de calidad y otros SG basados en el "enfoque por procesos" de la norma ISO 9001.
- Integrar el SG de medioambiente y otros SG basados en el "modelo PDCA" de la norma ISO 14001.
- Posteriormente, unir, alinear e integrar estos SG específicos (Casadeus, 2012)

De lo anterior, se puede extraer que cuando ya se ha implementado un SG, parte del trabajo está hecho, pudiéndose adaptar o complementar, lo que supondría no tener que empezar de cero aprovechando las sinergias con los otros sistemas.

La NTP 576 versa sobre la integración de los SGs de calidad, medioambiente y prevención de riesgos laborales. Para ello, en materia de integración documental, establece cuatro niveles de documentación que serían comunes para dichos sistemas de gestión:

1. Manual de Gestión. Debería recoger la política de la empresa con sus principios y compromisos, la Organización para desarrollarla y una síntesis de sus principales actuaciones, sobre todo sus objetivos, y que en su conjunto conforman el sistema que todos los miembros de la Organización han de conocer
2. Procedimientos de actuaciones preventivas. En materia de la formación, la información y la comunicación, la comunicación de deficiencias o sugerencias de mejora, las instrucciones de trabajo,

las compras, la selección de proveedores, la contratación de personal, el mantenimiento preventivo de instalaciones y equipos, el tratamiento de las anomalías o no conformidades, el seguimiento y control de las acciones correctoras o las auditorías internas.

3. Instrucciones de trabajo. Tienen gran importancia porque van destinadas a los trabajadores que han de realizar tareas consideradas críticas a fin de controlar que éstas se hagan de forma correcta.
4. Registros de actividad. Documentos que incorporan los datos y las informaciones clave que en el campo de la prevención tienen un valor esencial, además de los propios o convencionales en todo sistema (medir resultados y actuaciones, justificar, etc.), el de poder ser el elemento motivacional por excelencia para alimentar y estimular la participación de las personas en tareas preventivas. (Bestratén y Carboneras, 2011)

De lo anterior, aunque sea un caso de estudio para integrar el SG de prevención de riesgos laborales a los de calidad y medioambiente, todos los documentos citados anteriormente resultan muy útiles, sino utilizables, como parte del SGA. Ya que, o bien podrán contribuir para profundizar en el contexto de la Organización, o bien abordan cuestiones también pertenecientes al SGA y que son perfectamente utilizables.

En caso de existir algunos de estos SG, se deberán marcar los límites del SGA con respecto a los otros ya que cada uno tendrá un plan estratégico de gestión propio (incluido dentro del Manual de Gestión), con el riesgo de incluir objetivos estratégicos incompatibles entre sí. No obstante, si todos están amparados en el marco de directrices de las normas ISO, todos estarán alineados entre sí, cumpliendo con el Plan Estratégico de la Organización, tal y como se muestra en la figura 7.

Figura 7: Jerarquía del PEGA



Fuente: Elaboración propia

De vuelta a los elementos que componen el SGA, la ampliación del concepto de activo que trae consigo la ISO 55001, hace que lo que haya en materia de gestión de activos sea insuficiente. O, en caso de haberlo, no cumpla adecuadamente con los requisitos de la norma debido a la extensión del alcance del SGA de acuerdo con las nuevas tipologías de activos que surgen (ver apartado 4.1.1.3).

Esta gran variedad de activos hace que los mecanismos de gestión varíen enormemente en función de su naturaleza. Por ejemplo, tanto los profesionales expertos de la Organización, como los medios tecnológicos de la misma, son dos tipos de activos muy distintos, cuyas necesidades y objetivos de gestión serán muy diferentes. Los objetivos del SGA en materia de personas estarán relacionados con la formación, la ética o la remuneración que perciben, mientras que, para el equipamiento y demás recursos técnicos, los objetivos contemplarán materias relacionadas con el mantenimiento, su aprovisionamiento, etc.

Por ello, se deberá pactar con la Alta Dirección si el SGA quiere alcanzar a todos los activos independientemente de su naturaleza, o quiere poner énfasis en un tipo que a su juicio es crítico. En cualquier caso, el objetivo de esta Guía es el establecimiento de un SGA con pleno alcance a cualquier activo.

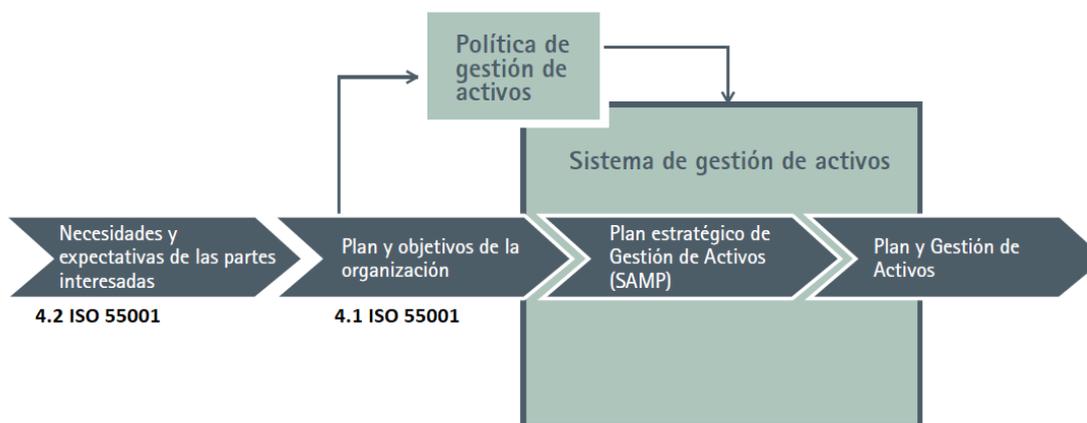
El alcance podrá irse expandiendo a medida que se vaya consolidando el SGA. Por ejemplo, ampliando la cartera de activos contemplados en los objetivos del SGA, tratando de priorizar los activos más críticos (Apartado 4.1.3) para ser los primeros en ser gestionados conforme al marco de control del SGA. No obstante, en esta primera iteración en la aplicación de la Guía, se propone una metodología basada en riesgo para establecer cuáles son más críticos (Apartado 4.3.5)

El alcance del sistema de gestión de activos consistirá en un documento escrito con varias subsecciones relevantes y será objeto de auditorías internas y externas del SGA. Este irá dentro del Manual de Gestión de Activos creado por la Organización en su aparatado correspondiente y se podrá completar después del análisis de riesgos realizado en el apartado 4.3 de la Guía.

4.1.1.4 Sistema de Gestión de Activos (SGA)

Este apartado es puramente teórico, y en él se describen cuáles son los procesos por diseñar y documentar de forma secuencial, así como la jerarquía entre ellos. Ver figura 8.

Figura 8: Diagrama de procesos del SGA



Fuente: Modificado de International Copper Association, 2015.

Para saber en qué punto se encuentra la Organización en materia de gestión de activos, el GA se tendrá que revisar la gestión que se está haciendo en la Utility mediante reuniones con los distintos responsables de los departamentos en materias descritas en el apartado 4.1.3., intentando entender toda la operativa de la Organización a lo largo de los departamentos en los que se divide el Organigrama funcional.

Una vez se conocen las partes interesadas dentro de la Organización y su contexto (Plan Estratégico de la Organización con los objetivos a más alto nivel y el resto de los SGs con sus PEG específicos). El PEGA consistirá en un conjunto de información documentada que especifique:

- Cómo los objetivos del SGA se pueden conectar con los objetivos organizacionales y cómo pueden contribuir a su cumplimiento (Apartados 4.2 y 4.3 de la Guía)
- La fijación de los objetivos de la gestión de activos (Apartados 4.2 y 4.3 de la Guía)
- El alcance del Plan de Gestión de Activos, de ahora en adelante PGA, el cual dependerá de los objetivos de gestión de activos, debido a que este recoge las estrategias a seguir para la consecución de estos (Apartados 4.2.1.4 y 4.3 de la Guía)
- Una descripción de cómo se establece, utiliza, mantiene y mejora el SGA (Apartados 4.4, 4.5 y 4.6 de la Guía)

Para ello, será conveniente el diseño y el acuerdo con la Alta Dirección de una política de gestión de activos, en donde debe constar el alineamiento y compromiso de esta con el SGA.

Como consecuencia del PEGA y su correspondiente fijación de objetivos, dará lugar al Plan de Gestión de Activos, de ahora en adelante, PGA, mediante el cual se traza la estrategia a seguir para la consecución de dichos objetivos. El diseño de este se detalla en el apartado 4.2.1 de la Guía.

4.1.2 Liderazgo

4.1.2.1 Liderazgo y compromiso

En este apartado se da cumplimiento a la cláusula 5.1 de la ISO 55001.

Los integrantes de la Alta Dirección son los encargados de definir la visión y estrategia empresarial. Son los líderes naturales de la gestión de activos y el resto de los sistemas de gestión, y es por esto por lo que tienen que alinear a todos los departamentos y sistemas de gestión, y, además, proporcionar todos los recursos necesarios para el logro de los objetivos de la Organización.

Además, deberán de designar al encargado de implementar el SGA, que será el anteriormente mencionado Gestor de Activos, quien será la figura que reporte directamente a la Alta Dirección todas las métricas de avance de las actividades que integran el PGA, así como el desempeño de aquellos empleados que intervengan en las mismas. No obstante, será el Gestor de Activos el último responsable de cara a la Alta Dirección.

En lo que respecta a la inversión y los costes relativos al sistema (inversiones tipo CAPEX, OPEX, compras superiores a x cuantía), será la Alta Dirección, tras un informe de justificación de necesidad elaborado y firmado por el Gestor de Activos, la que tendrá la última palabra para efectuar los pagos. Ver apartado 4.4.2 sobre el modelo de las tres líneas de defensa.

También, la Alta Dirección ha de ser informada sobre el análisis de riesgos efectuado en el punto 4.3, recibiendo reporte del avance y modificando los resultados según crean oportuno. Por ejemplo, si durante la aplicación de la metodología propuesta se obtienen tres riesgos considerados críticos, la Alta Dirección puede decidir si sustituir o incluir otro riesgo para que se gestione con el mismo grado de urgencia y con recursos similares.

Pese a que el Gestor de Activos es el responsable, la Alta Dirección de la Utility, al ser responsable de la gestión del negocio, debe tener competencia y formación en aspectos relativos a la gestión de activos. Algo que resulta determinante para que se pueda implementar medidas y operar y mejorar el SGA.

En el caso de la Utility, resulta lógico apreciar esta necesidad. Por ejemplo, a la hora de realizar desembolsos elevados tales como la construcción de una nueva estación de bombeo por pérdidas de presión irreparables en un punto de la red. Será la Alta Dirección la que debe aprobar los pagos siempre que estén por encima de una cantidad umbral.

Es tarea de la gestión de activos el dotar de los medios técnicos a la Organización para mejorar su desempeño y asegurar la continuidad de sus operaciones, por lo que en el caso de que la Alta Dirección no fuera consciente de esta necesidad, no podrían efectuarse los desembolsos y sería imposible tanto el mantenimiento como la mejora del SGA.

4.1.2.2 Política

Para dar cumplimiento a la cláusula 5.2 de la ISO 55001 se recomienda que la política de gestión de activos sea una declaración formal de apoyo por parte de la Alta Dirección demostrando su compromiso con la gestión de activos. Esto dará lugar a una política de activos para impulsar el pensamiento estratégico, la gestión de partes interesadas, la gestión de riesgos y la gobernanza, que se integrará con otras como las que marcan las ISO 9001 (calidad), ISO 11000 (colaboración), ISO 14000 (ambiental), ISO 27000 (seguridad de información) e ISO 31000 (riesgos).

Tal y como recomienda Assetivity (2020) debe ser un documento corto (típicamente de una página) donde solo figuren principios a alto nivel, donde el detalle lo proporcionarán otros documentos tales

como el PGA. Los únicos elementos que la política de activos debe contener de forma obligatoria son los siguientes:

- Un compromiso para cumplir con todos los requisitos legales, legislativos y regulatorios
- Un compromiso para la continua revisión y mejoría del SGA

En el contexto de una Utility, la política podría incluir algún principio básico de gestión de activos. Por ejemplo, la seguridad en el trabajo es fundamental, las decisiones de inversión se basarán en minimizar los costes a lo largo del ciclo de vida o el objetivo es minimizar el impacto en el medio ambiente.

También se puede hablar sobre algún objetivo a largo plazo, por ejemplo, a nivel de resultados o de requisitos de las partes interesadas. Pero fundamentalmente deberá consistir en un compromiso de la Alta Dirección de proveer de suficientes recursos y una estructura organizacional adecuada la gestión de activos.

Según la ISO 55002 (2014) la política no tiene por qué documentarse en un documento por separado en materia documental, puede estar contenida en otras políticas o documentos de alto nivel organizacional, por ejemplo, podría incluirse en el PEGA. El punto importante es que sea comunicable a la Organización.

La figura 9 presenta un ejemplo de Política de gestión de activos para una Utility de aguas:

Figura 9. Política de gestión de activos

En Aguas de _____ SA gestionamos el Ciclo Urbano del Agua en todo el término municipal de _____. La alta experiencia en materia de gestión del agua nos ha llevado al convencimiento de la necesidad de gestionar todos los activos de la organización de la mejor manera, con el objetivo final de contribuir a la calidad de vida de las personas y a generar valor con los grupos de relación.

Todas las decisiones tomadas en materia de gestión de activos se tomarán bajo una serie de principios guiados por tres ejes fundamentales.

SOCIAL

- Asegurar la calidad de productos y servicios por medio de la correcta gestión de los activos posibilitando la satisfacción de todas las partes interesadas.
- Asegurar la seguridad y salud de todas las personas: plantilla, clientes, proveedores, contratistas, colaboradores y terceros.
- Asegurar los compromisos legales aplicables a los productos y servicios gestionados que tengan relación con la gestión de los activos.
- Profundizar con las necesidades y expectativas de nuestros clientes y demás partes interesadas, para establecer objetivos y planes que por medio de la gestión de activos se puedan alcanzar.

AMBIENTAL

- Proteger el medio ambiente y prevenir la contaminación, respetar la biodiversidad y mejorar el desempeño ambiental de la organización, mediante la correcta operación y gestión de los activos de la organización.
- Promover un uso eficiente y sostenible de los recursos naturales y energéticos, invirtiendo recursos tanto humanos como económicos para reducir nuestro impacto.
- Colaborar con las administraciones, organizaciones y entidades públicas y privadas con el objetivo de promover actuaciones encaminadas a la mejora medioambiental.

EFICIENCIA

- Optimizar el funcionamiento de los procesos a través de la calidad, eficiencia y mejora continua, potenciando la homogeneización, la búsqueda de sinergias e innovación y asegurando también una comunicación eficaz entre las diferentes partes interesadas.
- Prevenir y reducir el impacto de aquellos incidentes que puedan afectar a la continuidad de cualquier proceso de la organización, y priorizando, con aquellos que sean críticos.

Dentro de la organización se considera primordial el liderazgo y compromiso de la Dirección, para ello se ha considerado un buen paso la implantación de un Sistema de Gestión de Activos conforme a la Norma UNE- EN- ISO 55001:20015 integrado con la Norma UNE- ISO 31000:2010, como herramienta para asegurar el compromiso que mantiene la organización en cuanto a la satisfacción del cliente, la gestión de los riesgos asociados, el cumplimiento de requisitos legales, reglamentarios, contractuales asociados, el cumplimiento de las expectativas y necesidades de las partes interesadas, así como la mejora continua de la organización y su sistema de gestión de la calidad.

DIRECCION

En _____ a _____ de _____ de _____

Fuente: Modificado de EMUASA, 2020

4.1.2.3 Roles, responsabilidades y autoridad en la Organización. Segregación de funciones

Se designa un equipo para uno o varios procesos dentro del SGA. A cada miembro se le asignan sus roles y responsabilidades, los cuales, van a variar en función del tamaño de la Organización. Una empresa grande, con más recursos podrá designar un equipo cuya tarea esté exclusivamente dedicada a la gestión de activos, e incluso se podría conformar un departamento dedicado a tal fin. Por otro lado, organizaciones de menor tamaño deberán integrar la gestión de activos en otros departamentos de forma que los profesionales combinen tareas.

En este último caso, los roles y responsabilidades en materia de gestión de activos estarán distribuidos por todos los departamentos de la Organización, debido al aumento del alcance del concepto de activo. Como se plantea en el apartado 4.3.2 de la Guía, se han de establecer responsables para la implantación de los distintos planes de acción para dar cumplimiento a los objetivos. Estos responsables, asumiendo que la gestión de activos se realiza por colaboración estrecha de varios departamentos, tendrán funciones en distintas materias siempre a nivel operativo. Por ejemplo, actividades a la hora de implementar un sistema de gestión empresarial, sacar métricas de operación de activos físicos, llevar a cabo formaciones semanales conducidas por expertos de cada materia o distribuir y procesar encuestas de satisfacción a clientes.

A un nivel superior en términos de roles y responsabilidades se encuentra el Gestor de Activos, o el equipo de gestión designado a tal efecto, que también podría ser. En este caso las funciones de estos deberían cubrir los siguientes aspectos:

El equipo de gestión o el Gestor de Activos designado tiene, entre otras funciones (American Copper Association (2015):

- Definir estrategias (líneas de acción)
- Atribuciones del equipo de gestión de activos
- Definir políticas
- Priorizar las inversiones
- Administrar los proveedores internos y externos
- Establecer servicios
- Conocer los activos y su ciclo de vida

Además, el Gestor de Activos es el responsable de realizar el análisis de riesgos estratégico (ver apartado 4.3.5) a través de entrevistas con los líderes de los distintos departamentos de la Organización, de forma que se obtengan aquellos riesgos más críticos los cuales se utilizarán para establecer los objetivos en materia de gestión de activos. También será quien establezca los correspondientes controles y sus planes de acción para implementarlos asignando los responsables de bajo nivel mencionados anteriormente.

Para tener esta información de forma inequívoca, pese a que se dispondrá de distintos documentos oficiales donde figurarán los roles y responsabilidades dentro del SGA (Por ejemplo, la Matriz de riesgos y controles o los mapas de cobertura, ver apartado 4.3.5). La ISO 55001 recomienda que se generen documentos o fichas específicos con los requisitos de personal con relación al SGA. No obstante, en caso de existir estos documentos, ya sea porque se haya implementado otro SG o porque sea una actividad de control interno propia de la Organización, bastará con incluir en ellas los roles y responsabilidades de cada empleado respecto de la gestión de activos. En la figura 10 se muestra una plantilla interesante para este apartado.

Figura 10. Ficha de puesto de trabajo

Logo empresa	FICHA DE PUESTO DE TRABAJO	Código:	
		Edición:	
		Fecha:	
DENOMINACIÓN DEL PUESTO:			
FUNCIONES:			
<input type="checkbox"/>	Compras	<input type="checkbox"/>	Contabilidad / Finanzas
<input type="checkbox"/>	Comercial / Atención al cliente	<input type="checkbox"/>	RR.HH. / Administración
<input type="checkbox"/>	Calidad	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento & Almacén
<input type="checkbox"/>	Logística externa	<input type="checkbox"/>	Logística interna
<input type="checkbox"/>	Producción	<input type="checkbox"/>	Cambio de utillajes, ajuste de máquinas
<input type="checkbox"/>	Diseño del proceso	<input type="checkbox"/>	Ofertas
RESPONSABILIDADES:			
COMPETENCIA NECESARIA PARA EL PUESTO DE TRABAJO			
FORMACIÓN			
EXPERIENCIA			
APTITUDES			
OBSERVACIONES:		Firma:	
		Fecha: _/ _/ _	

Fuente: Modificado de <http://gestion-calidad.com/>

Las actividades de alto nivel serán supervisadas por la Alta Dirección, es decir, aquellas de las que el Gestor de Activos es el responsable, de forma que se dé cumplimiento al modelo de las tres líneas de defensa presentado en el apartado 4.4.2.

En lo que respecta a las actividades de gestión de activos que requieran de interacción con terceras partes o que su ejecución errónea suponga un riesgo para la Organización, resulta recomendable establecer los roles y responsabilidades de acuerdo con la Segregación de Funciones, de ahora en adelante SF. Este es un principio muy utilizado en control interno que se basa en que un usuario no debe encontrarse en posición de poder iniciar y autorizar sus propias transacciones. En otras palabras, y de forma coloquial, se podría definir la SF como una versión de la expresión de “Divide y Vencerás” aplicada a la definición de roles y responsabilidades en una empresa. (Ginebrada, 2013)

Debido al alcance del SGA, esta herramienta puede ser muy útil a la hora de mitigar algunos de los riesgos identificados (ver apartado 4.3.1) asociados a la gestión de activo y que afectan a su buen funcionamiento. Por ejemplo, el encargado de la compra de cualquier tipo de activo físico no debería poder realizar un pedido de compra y a su vez poder pagar dicha factura. Se podría dar el caso en que esta acción fuese o bien malintencionada, lo que daría lugar a un pedido ficticio o incorrecto, o bien errónea, lo que daría lugar a un pedido que no se ajusta a las especificaciones requeridas. De no existir una correcta segregación de funciones, o bien un control similar, la Organización estaría incurriendo en un riesgo de fraude y/o error. Las actividades dentro de las áreas de compra

El gestor de activos deberá decidir el número de actividades que requieran SF teniendo en cuenta, que, si esta SF es muy estricta, los riesgos se reducen considerablemente, pero a su vez puede darse una situación de escasez de permisos que no permita un proceso eficiente. Por otro lado, si la SF es laxa, la eficiencia del proceso no se vería afectada, es más podría incluso llegar a ser más flexible, pero estaríamos incurriendo en una situación de riesgo más elevado.

Así pues, se debe establecer un balance entre ambas situaciones y donde la Organización, no se vea perjudicada. Para ello es preciso de la colaboración y aportación de los conocimientos específicos de los usuarios responsables, quienes deben ayudar a definir esta situación correctamente, pues son quienes, en el día a día, deben asegurar el control de sus procesos y su eficiencia.

4.1.3 Criterios y definición de la cartera de activos. Alcance del sistema de gestión

Este apartado no hace referencia directa a ninguna cláusula de la norma, pero profundiza en los apartados 4.1.1.1 y 4.1.1.3 de la Guía.

4.1.3.1 Tipos de activos

Partiendo de la redefinición de la ISO 55000 (2014) respecto del concepto de activo, es importante distinguir los distintos tipos que existen ya que, según su naturaleza, se van a gestionar de distinta forma. A continuación, se distinguen los tipos existentes y el lugar de la Guía en el que se tratan:

- Activos humanos (apartados 4.1.3.3, 4.1.2.1, 4.1.2.2, 4.1.2.3) donde se abordan temas sobre la gestión de la motivación, los roles y responsabilidades, el conocimiento, la experiencia, el liderazgo, la formación, etc.
- Activos de información (apartado 4.1.3.9) donde se tratan los sistemas de información utilizados para llevar a cabo las operaciones de la empresa, formas de captar la información de un activo, la seguridad de la información, forma de captar interacciones entre activos, formas de almacenar información de los activos, etc.
- Activos intangibles, donde se pueden encontrar la imagen corporativa y su impacto social, la sostenibilidad, el cumplimiento normativo, la implementación de SGs, etc.
- Activos físicos (tecnológicos) de la Organización, que son maquinarias, equipos, edificios, muebles, vehículos, materias primas, productos en proceso, herramientas, etc.

Todos los activos, aunque se gestionen de forma distinta, están muy interrelacionados entre sí, generando valor por su propia interacción. El conocimiento por parte de los profesionales que integran los departamentos de la Organización constituye un valioso activo, especialmente en aquellas organizaciones de alto valor añadido, como es el caso de la Utility. Esto supone que, si un equipo es altamente experto en el uso de una tecnología, la interacción de esos activos humanos y esos activos físicos o de información desencadena un aumento del valor que la suma de los tres funcionando de forma aislada.

Es por ello importante entender, que, pese a que se deben gestionar de forma distinta, ya que la gestión de los empleados no puede ser la misma que la gestión de la imagen de una Organización, la explotación de cada tipo retroalimentará a los otros

4.1.3.2 Registro de activos

Este apartado no solo ayuda a profundizar en el conocimiento del contexto de la Organización (4.1 de la ISO 55001), sino que también aborda las cláusulas 7.5 y 7.6 de la ISO 55001 relativas a la documentación de la información. Su implementación resulta útil para la gestión de los activos físicos y de información.

En cuanto a los primeros, resulta crucial conocer bien los activos físicos que componen la Organización, conocer su importancia y la forma en la que estos generan valor. Para comenzar su gestión, en esta fase de conocimiento del contexto, resulta muy útil su registro y clasificación documental, de tal forma que cualquiera que tenga acceso a dicha información pueda, entre otras cosas, conocer la fecha de adquisición, su funcionamiento, otros activos con los que interaccionan, su ubicación, su operación, su historial de mantenimientos, su coste original, su amortización o su criticidad dentro de la Organización

La ISO 14224 (2004) en su apartado 8.2, propone una forma de clasificación jerárquica, mediante la cual, se le da a cada activo un encaje en la Organización. La norma propone que de los niveles 1 al 5 sean a alto nivel, es decir, que no tengan en cuenta el equipamiento, y que los niveles del 5 al 9, constituyan a modo de inventario una clasificación jerárquica padre-hijo de los equipos presentes.

El nivel 9 marca el último eslabón reducible, también llamado ítem mantenible. Cuantos más niveles alcancen las subdivisiones, el grado de comprensión de la Organización y sus activos será mayor. La norma propone una tabla, que va a servir de documento para la clasificación jerárquica de los activos de la Organización, muy útil para ubicar cada activo, y conocer a que instalación pertenece (trazabilidad de activos físicos).

También resulta útil almacenar las propiedades técnicas y físicas de los activos, como puede ser, atributos, propiedad, parámetros de diseño, información de proveedores, niveles de servicio, ubicación física, fecha de puesta en servicio, modos de fallo, mantenimientos realizados hasta la fecha, etc.

Tabla 3: Registro y clasificación de activos según la ISO 14224

Nivel	Taxonomía jerárquica	Definición
1	Industria	Tipo de industria
2	Categoría de negocio	Tipo de negocio
3	Categoría de instalación	Tipo de instalación
4	Categoría de planta o unidad	Tipo de planta o unidad
5	Sección o sistema	Principal sección o sistema de la planta
6	Equipamiento (clase o unidad)	Clase de unidades de equipos similares
7	Subunidades	Subsistema que la unidad necesita para funcionar
8	Componente o ítem mantenible	Partes del equipo de la unidad que se pueden mantener
9	Parte	Parte del equipo que no se pueden mantener necesitando reemplazo

Fuente: Modificado de ISO 14224 (2004)

Tabla 4: Rama del árbol jerárquico de activos para una Utility

Nivel	1	2	3	4	5	6
Industria	Agua					
Categoría de negocio		Saneamiento				
Categoría de instalación			Sistema de eliminación			
			Plantas de tratamiento			
			Sistemas de recogida			
Categoría de planta o unidad				Red de alcantarillado		
				Estación de bombeo		
Sección o sistema					Alcantarilla entrante	
Equipamiento (clase o unidad)						Tuberías
						Pozo
						Válvula de la compuerta de entrada

Fuente: Modificado de la EPA (2006)

Este tipo de clasificación jerárquica será de gran ayuda en varios aspectos de la gestión de activos tales como el mantenimiento. En el caso de que alguno de los activos falle y provoque interrupción en las operaciones, se podrá corregir en un tiempo menor ya que se dispone de la trazabilidad necesaria para encontrar el origen del fallo.

En lo que respecta a los activos de información, se puede utilizar el concepto sobre activo de la ISO 27000 (2013), que los define como “todo lo que tenga valor para la gestión de la seguridad de la Organización”. Esta norma recomienda la elaboración de un inventario de estos activos en aras de preservar la seguridad de la información dentro de la Organización. La información que este inventario debería incluir información de:

- Tipo de hardware, como pueden ser los ordenadores de mesa, ordenadores portátiles, tabletas, servidores, móviles, puertos extraíbles, memorias externas, etc.
- Tipo de software, ya sean aquellos comprados por la Organización, desarrollos propios, desarrollos gratuitos, etc.
- Información en formato digital o papel, como pueden ser bases de datos, archivos en cualquier formato, información almacenada en medios digitales., etc.
- Infraestructura: todo aquello que, en un momento dado, pueda impedir el acceso a la información,

Sin restricción

deteriorarla o destruirla. Las instalaciones físicas, el servicio de electricidad, aire acondicionado...

- Responsables: las personas que tienen la capacidad y los permisos necesarios para modificar la información.

El apartado 4.1.3.8 hace un análisis más específico del uso de herramientas IT en las utilities de agua. No obstante, la tabla 5 recoge un ejemplo sobre cómo documentar un inventario de los activos de información para un registro efectivo de los mismos.

Tabla 5. Inventario de activos de información

NOMBRE DEL PROCESO													
LÍDER DEL PROCESO (RESPONSABLE DE LOS ACTIVOS DE INFORMACIÓN)													
UNIDAD ADMINISTRATIVA / DEPENDENCIA RESPONSABLE													
Fecha de elaboración/ validación:													
Nombre del Activo de Información	Descripción del Activo de Información	Tipología			Clasificación del activo de información						Estado y custodia del activo de información		
		Software	Hardware	Servicios	El activo es crítico para las operaciones internas			El activo es crítico para el servicio a terceros			Custodia del activo de información	Localización del activo de información	
					Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto			

Fuente: (CARRASCO, 2015)

4.1.3.3 Estado de los activos

Este apartado hace alusión exclusivamente a los activos físicos y consiste en realizar un primer análisis del estado de funcionamiento de estos, es decir, observar cómo desempeñan la función con la que crean valor, para así obtener una primera idea para priorizar la asignación de los recursos en la implantación del SGA.

Este análisis inicial no va de evaluar fallos, ni determinar su origen. Simplemente consiste en determinar en qué estado se encuentran los activos con los recursos de los que se disponga, o lo que es lo mismo, verificar que el desempeño de estos activos es aquel que marca el nivel de servicio (apartado 4.1.3.4). A este respecto, el Gestor de Activos debe utilizar las herramientas con las que la Organización cuenta. Por ejemplo, en caso de que la Utility cuente con sistemas SCADA y GIS (ver apartado 4.1.3.8.1), estos deben ser utilizados para evaluar su estado.

Aparte del uso de sistemas de información, existen otras técnicas que pueden complementar a estos sistemas, o sustituirlos en caso de no disponer de los mismos, como pueden ser las inspecciones visuales, inspecciones mediante instrumentos analógicos o digitales, ensayos destructivos, ensayos no destructivos, etc. El elegir una u otra técnica dependerá de la accesibilidad al activo, del tipo de material, del uso para el que está destinado, etc.

La criticidad de estos (ver apartado 4.1.3.8) marcará el uso de técnicas más sofisticadas, aunque las inspecciones se deberán realizar al conjunto de activos registrados. La asociación neozelandesa de agua y desechos en su Guía de evaluaciones visuales (1999) propone distintas herramientas para evaluar el estado de los activos, y distintas pruebas a realizar en función de la naturaleza del activo. Por ejemplo, para plástico utilizar infrarrojos, rayos x o microscopios para evaluar el deterioro del activo. También, propone una clasificación a varios niveles en la que se establece un criterio que determina las acciones a realizar en función de su estado, tal y como se muestra en la Tabla 6.

El análisis y estudio de su estado plantea el contexto de una primera iteración de aplicación de la Guía, resulta muy útil este tipo de análisis y estudio del estado de los activos ya que las consecuencias de fallo pueden ser graves y muchos más costosas puesto que el coste de inspección y caracterización. (Medina, 2015)

Tabla 6: Clasificación según estado del activo

Nivel	Clasificación	Acción	Descripción
1	Muy buena	No se requiere nada	<ul style="list-style-type: none"> Buena condición. No existe evidencia de daño. Puede incluir activos reparados donde la reparación es tan buena como el original.
2	Buena	Monitorear para ver si hay cambios	<ul style="list-style-type: none"> El deterioro puede afectar al desempeño. Incluye la mayoría de los activos reparados.
3	Moderada	Considerar evaluación de un especialista	<ul style="list-style-type: none"> Claramente necesita alguna atención, pero sigue funcionando. La estructura necesita reparación. Incluye los activos reparados donde la reparación está deteriorada.
4	Pobre	Recibir evaluación de un especialista	<ul style="list-style-type: none"> Ya sea que no funciona o funciona pobremente por el deterioro. La integridad de la estructura está en cuestión.
5	Muy pobre	Reemplazar o reparar	<ul style="list-style-type: none"> Necesita urgente atención

Fuente: New Zealand Water and Wastes Association Inc, 1999

4.1.3.4 Nivel de servicio

Los niveles de servicio tienen como objetivo reflejar los objetivos sociales y económicos de la Organización y puede incluir cualquiera de los siguientes parámetros: seguridad, satisfacción del cliente, calidad, cantidad, capacidad, confiabilidad, capacidad de respuesta, aceptabilidad ambiental, costo y disponibilidad. (FCM, 2002)

Es por ello por lo que establecer unos niveles de servicio aceptables de todos los activos físicos servirá para mejorar el control de estos con el fin de garantizar el mejor desempeño de cada uno, de forma que otros activos, como es el caso de los intangibles tales como la satisfacción del cliente o la sostenibilidad se verán retroalimentados positivamente.

Cada uno de los niveles jerárquicos señalados en las tablas 3 y 4 pueden tener uno o varios niveles de servicio, donde para alcanzar el nivel de servicio en un nivel superior, se tiene que haber alcanzado en niveles inferiores, es decir, para que una estación de bombeo tenga el mejor desempeño, cada uno de los elementos que la integran también lo tiene que hacer (bombas, valvulería, alimentación eléctrica, etc.).

La fijación de los niveles de servicio se lleva a la práctica por medio de la utilización de métricas que puedan aportar información cuantificada de los mismos. (Ver apartado 4.4.1) Los objetivos del SGA (ver apartado 4.3.2) serán los que ayuden a fijar el mejor nivel de servicio requerido de los activos o sistemas de activos para la Organización, e irán variando conforme el sistema se vaya auditando como parte de la mejora continua.

Los niveles de servicio objetivo pueden variar en función de: crecimiento de la Organización, legislación, cambio de las necesidades de las partes interesadas, deterioro de los activos, costes de operación o eficiencia y

constituyen una parte fundamental de la mejora continua del SGA. Resultando adecuado documentar esta información, en forma de hoja de características para cada activo, donde se recojan los parámetros más importantes, y los valores que se consideren adecuados para su normal funcionamiento u objetivo de funcionamiento. Ver tabla 7.

Para este tipo de organizaciones, se pueden distinguir dos tipos de niveles de servicio (Harvey, 2015):

- Relativos a cliente, como puede ser calidad, función, capacidad y seguridad del servicio prestado.
- Relativos a las características tecnológicas como es el funcionamiento (caudal, presión), mantenimiento, actividades de rehabilitación, renovación y actualización que se espera que ocurran dentro del municipio.

Pese a que el establecimiento de los niveles de servicio de los activos se puede fijar como objetivo del SGA, es muy conveniente para el gestor de activos en el proceso de conocer el contexto de la empresa tener idea de los niveles de servicio en los que normalmente operan los activos, para luego poder evaluar si están a niveles óptimos o no, y detectar posibles riesgos asociados.

Tabla 7: Nivel de servicio de una estación de bombeo

Nivel de servicio estación de bombeo				
Variable relativa a desempeño	Medida	Rango aceptable	Actual	Objetivo
Hedor	Número de quejas/año	0	2	0
Derrames	Galones/derrame	0-5000	56000	2000
Bombeo	Porcentaje bombeado	100%-99.89%	99.68%	100%
Variable de fiabilidad	Medida	Rango aceptable	Actual	Objetivo
SCADA	Fugas/año	0-2	7	2
	Duración en horas	0-10	72+	8
Potencia	Fugas/año	0-1	1	1
	Duración en horas	0-3	7	2.5

Fuente: Modificado de EPA Workshop, 2013.

4.1.3.5 Análisis del ciclo de vida

Una vez se tiene una idea del estado en que los activos físicos se encuentran y si dan o no el nivel de servicio que se les requiere, es necesario conocer el tiempo que les queda a los activos de vida útil, es decir, dando el nivel de servicio que permita satisfacer a todas las partes interesadas. Aunque este análisis requiere de una cantidad de recursos elevada y un conocimiento profundo, en etapas preliminares el Gestor de Activos debería conocer al menos como se está gestionando el ciclo de vida de los activos físicos.

No obstante, los activos también son susceptibles de llegar a su fin, cuando existen otras alternativas menos costosas que desempeñen la misma función. Esto es lo que se conoce como fin de vida económica.

Este análisis se hará posteriormente en los puntos 4.5.1 y 4.5.3 cuando el sistema esté implantado. Sin

embargo, en esta primera fase de análisis del contexto, basándose en la experiencia y conocimiento de las personas implicadas, y con los datos del estado de los activos del punto 4.1.3.3, y los del fabricante se podrá realizar una estimación de cuánto tiempo les queda desempeñando su función en la Organización.

Resultará interesante documentar en forma de tabla de contenido esta estimación para cada activo, aunque en este primer paso bastaría con estimar solo la de los críticos del punto 4.1.3.7. Este monitoreo, llevará consigo una adquisición de datos, sobre la cual se podrá identificar una disminución del desempeño.

Hay algunos activos que, pese a no ser críticos, pueden necesitar de reemplazo en esta fase preliminar, por lo que se deberán tratar como si lo fueran, empleando recursos ya sea en mantenimientos correctivos o con inversiones para su sustitución.

4.1.3.6 Modos de fallo de los activos

En línea con lo anterior, para empezar a entender la fase más crítica del ciclo de vida de cada activo físico (cuando se espera que sigan trabajando, pero sufren una avería que se lo impide) habrá que recopilar toda la información que exista para poder entender de qué forma fallan los activos desempeñando su función. Aunque será objeto de aplicación más adelante, la ISO 90001 (2015) propone la aplicación de la metodología AMFE para anticipar la ocurrencia del fallo mitigando con ello el riesgo inherente de fallo hasta un nivel aceptable.

Conviene señalar que, en la presente Guía se plantean dos tipos de riesgos en el marco de la gestión, los estratégicos o de alto nivel, cuya materialización afecta a varias áreas de la Organización, y los operacionales de bajo nivel (ver apartado 4.3.1.2). El fallo de los activos físicos está asociado a este riesgo operacional, ya que de su gestión directa se ocupan trabajadores especializados de primera línea pertenecientes a áreas concretas tales como mantenimiento, producción, operaciones, etc.

La forma en la que fallan los activos se denomina modo de fallo, y conocerlo constituye un elemento crucial para evitar incurrir en estos riesgos operativos para las utilities. La combinación de la materialización en muchos riesgos operativos puede escalar y materializar riesgos de alto nivel tales como continuidad de las operaciones o calidad del recurso entregado, los cuales tienen un impacto más global en todas las áreas de la Organización.

Cuando sucede cualquier contingencia, toda la información extraída del suceso será válida para planificar (6.1 de ISO 55001(2014)) la gestión de estos activos. Si en la Organización no se documentaba esta información, habrá que hacerlo desde el primer momento de la implantación de esta metodología ya que esto llevará a la Organización a evitar incurrir en un mismo tipo de evento peligroso de nuevo.

El hecho de documentar que ha pasado, por qué ha pasado, cuánto tiempo ha transcurrido hasta solucionarlo, cómo se ha solucionado y quienes son los responsables dará lugar a una rápida actuación en caso de materializarse ese mismo incidente ya que se dispone de una trazabilidad máxima de todos los datos relevantes del fallo. Esto dará lugar a una disminución del tiempo empleado para solucionar cada avería, y a medida que se implanta el SGA, incluso se podrá adelantar al fallo.

A adjuntar en el apartado 4.1.3.2, como información altamente relevante de cada activo registrado, los expertos deberán determinar cuáles son los modos de fallo de cada activo físico. Siguiendo la filosofía, en un principio se priorizarán los de los críticos, manteniendo el objetivo de mejora continua del SGA con el objetivo final de tenerlos registrados con sus modos de fallo identificados. Ver tabla 8.

Tabla 8: Modos de fallo asociados a distintos fallos del motor eléctrico de una bomba de impulsión

Modos de fallo asociados a distintos fallos del motor eléctrico de una bomba de impulsión	
FALLO A: La protección por exceso de consumo hace saltar al “térmico”	
MODOS DE FALLO	Térmico mal calibrado
	Bobinado roto o quemado
	Rodamientos en mal estado
	Desequilibrios entre las fases
	El motor se calienta porque el ventilador se ha roto
FALLO B: El motor no gira	
MODOS DE FALLO	Bobinado roto o quemado
	Terminal de conexión del cable eléctrico de alimentación defectuoso
	Fallo de alimentación del motor (no recibe corriente eléctrica)
	Eje bloqueado por rodamientos dañado

Fuente: Renove Tecnología, 2012

A medida que se vaya iterando en la aplicación de esta Guía, como parte de la mejora continua, no solo se deberán documentar los modos de fallo, sino que se deben incluir cuales son las acciones para llevar a cabo para efectuar la reparación.

4.1.3.7 Activos críticos

En este apartado, tras haber propuesto las directrices para registrar activos físicos, verificar su estado de operación, conocer el nivel de servicio que están dando, y adquirir información sobre su ciclo de vida y modos de fallo más habituales, se ha de proponer alguna técnica para ser capaces de determinar cuál es la criticidad de cada uno, para así empezar a asignar recursos según dicha criticidad. Esto supone el último de los pasos requeridos para el Gestor de Activos para conocer en profundidad cual es la situación de los activos físicos en la Organización.

Para ello, se debe realizar un análisis basado en riesgo, debiendo diferenciar dos tipos de riesgos que aplican a dos etapas diferentes de la Guía. En primer lugar, los riesgos estratégicos o de alto nivel, los cuales tienen un carácter transversal a todas las áreas de la Organización, así como impacto directo en los objetivos estratégicos, los resultados financieros y la sostenibilidad de negocio. Por otro lado, están los riesgos operacionales vinculados a la gestión de activos físicos, los cuales se han de evaluar también en base al riesgo para obtener su criticidad, pero su impacto se reduce a niveles departamentales de primera línea de operación.

Por ejemplo, el riesgo de que un motor falle deberá evaluarse dentro del departamento de mantenimiento, para así optimizar su gestión a lo largo de su ciclo de vida evitando que se tenga una discontinuidad superior a la exclusivamente necesaria en su operación. La relevancia de que este se pare, dentro de la inmensidad de la red de suministro, no va a afectar en ningún caso al cumplimiento de los objetivos estratégicos. Solo la combinación y repetición de estos fallos es lo que puede dar lugar a la materialización de otros riesgos más estratégicos.

Para poder empezar el análisis de criticidad, resulta muy interesante el documentar un análisis cualitativo de los expertos o profesionales que operan cada activo dentro de los departamentos de I+D, mantenimiento, logística, compras, etc. Solo con aquellos que tengan un conocimiento técnico del mismo.

Esto, servirá para jerarquizar los activos en un primer momento, y constituirá una base de conocimiento para el Gestor de Activos. A partir de ahí se podrían empezar a aplicar recursos para aquellos en los que se concluya que son muy importantes, y que no están totalmente gestionados. Por recursos se entiende la aplicación de diversas herramientas y otros activos, que conllevan un coste económico y que no pueden ser aplicadas de

forma indiscriminada a todos los activos. Dichas herramientas se pueden utilizar para para monitoreo (Apartado 4.1.3.8), mantenimiento (4.5.2) u otras acciones que hagan garantizar al activo crítico la operación a su óptimo nivel de servicio (Apartados 4.4.1 y 4.5.5).

La criticidad de un activo es una dimensión que en el análisis de riesgos típicamente depende de dos variables fundamentales que son:

- Probabilidad: corresponde a la valoración sobre cómo de probable es la materialización del riesgo, o que se desencadene el evento generador de riesgo
- Impacto: corresponde a la valoración de las consecuencias negativas que tiene la materialización del riesgo en la Organización

A nivel operativo, el riesgo analizado suele ser el fallo de un activo físico, mientras que, a nivel estratégico, estos riesgos tienen diferentes naturalezas. En el caso del motor, para determinar la probabilidad de que se produzca el fallo, idealmente, se podría obtener de un histórico de fallas documentado, para así saber en cada momento que pasado X tiempo, la probabilidad de que falle es Y veces mayor. No obstante, en caso de no disponer de ese histórico de datos, deberán ser los responsables de operación de esos activos los que propondrán probabilidades por su experiencia acumulada.

Por otra parte, el impacto que puede tener el fallo de ese motor en la Organización se puede cuantificar en base a: seguridad, medioambiente, producción, costes, tiempo promedio de reparación, calidad, seguridad en el consumo, etc. No obstante, todos estos criterios de cuantificación del impacto están muy interconectados, y en una primera etapa de aplicación el Gestor de Activos puede utilizar la continuidad de las operaciones o el impacto de costes como criterios para cuantificar este impacto.

En esta primera etapa se pueden utilizar, con la ayuda de los expertos y profesionales de los departamentos técnicos mencionados anteriormente, dos técnicas que necesitan muy pocos recursos y que pueden ayudar al Gestor de Activos a establecer un punto de partida para determinar la criticidad. No obstante, si se dispone de una información histórica de fallos consistente, puede ser suficiente para gestionar el fallo correctamente.

Estas dos técnicas son la matriz de criticidad y el diagrama de Pareto. En la figura 11, se presenta un ejemplo de matriz de criticidad, la cual consiste en cuantificar la opinión cualitativa de los expertos respecto al impacto (consecuencias en la figura) de fallo de un activo. Para ello se establecen 5 niveles de gravedad del impacto, siendo el 1 el menos grave y el 5 el más. De forma análoga se realiza con la probabilidad, aunque en este caso se pueden dar dos situaciones. En primer lugar, si la Organización dispone de históricos de fallas, se puede obtener la probabilidad de fallo utilizando herramientas estadísticas. En caso contrario, la probabilidad se deberá cuantificar como se ha hecho con el impacto, a través de la cuantificación de las opiniones cualitativas de los expertos en cada activo. En este caso, un 1 significa que es poco probable el fallo, y en el 5, el fallo es inminente.

Una vez se tienen ambas variables cuantificadas, se han de mapear en la matriz. Dependiendo de la zona de la matriz en la que se ubique cada riesgo de fallo de cada activo, las necesidades de recursos y la urgencia de aplicación dependerán.

1. Zona roja o zona de alta criticidad. En ella, la probabilidad de ocurrencia del fallo y el impacto son muy altos, los recursos (o controles) son urgentes.
2. Zona amarilla o zona de criticidad media, se deben monitorizar y gestionar una vez se haya mitigado el riesgo de fallo de los activos más críticos.
3. Zona verde o de criticidad baja, aquí se encuentran los activos que son más robustos. Se debe conocer su existencia y tener controlados, pero en ningún caso debe ser prioritario el uso de recursos en los mismo.

Una más profunda información sobre como mitigar los riesgos, sean de la naturaleza que sean, se presenta en el apartado 4.3.1.4.

Figura 11: Matriz de criticidad



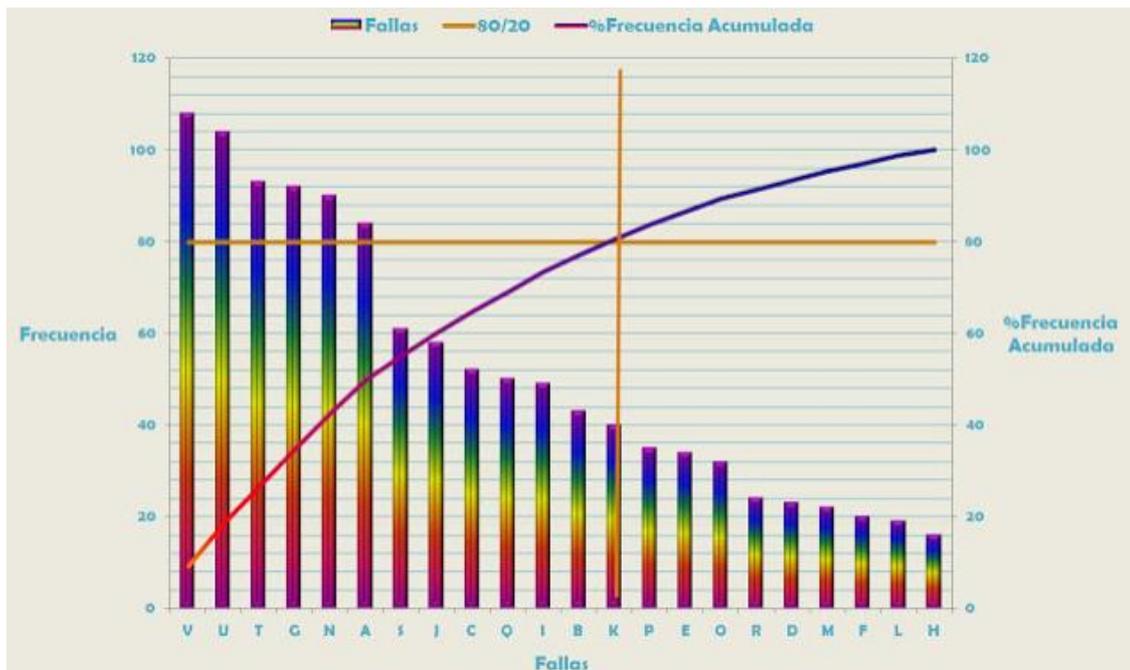
Fuente: Universidad de Sevilla

La otra herramienta útil es el diagrama de Pareto, presentado en la figura 12, el cual consiste en un gráfico de barras que clasifica de izquierda a derecha en orden descendente las causas o factores detectados en torno a un fenómeno, en este caso los fallos de un activo con impacto en la continuidad de operaciones de la Organización, permitiendo concentrar esfuerzos en aquellos problemas que representan 80% del total, y así, poder priorizar los activos que los causen tratándolos como críticos.

Es una herramienta muy útil en caso de disponer de un buen histórico de datos respecto al riesgo analizado, aunque no se valore el impacto. La figura 12 muestra la frecuencia de fallas de distintos activos dentro de una instalación, ordenando de mayor a menor el número de fallas de cada activo identificado con una letra.

La línea que muestra el acumulado de las fallas corta con la horizontal que corresponde a la frecuencia acumulada del 80%. Todos los activos que quedan a la izquierda son los que se deben considerar críticos ya que son ellos los que producen el 80% de todos los fallos.

Figura 12: Diagrama de Pareto



Fuente: Mantenimiento IV

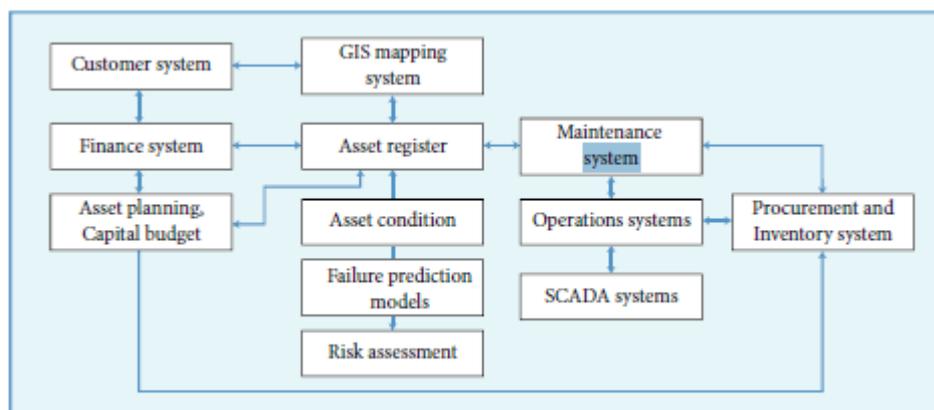
4.1.3.8 Sistemas de gestión de activos basados en ordenador. Uso de sistemas IT en Utilities

Todo lo anterior puede ser sustituido por el uso de una serie de herramientas de simulación, sistemas de información y sistemas de gestión integrados, pero que claramente van a depender de las capacidades de la Organización. No obstante, el uso de esas tecnologías está cada vez más extendido en las Utilities debido al gran volumen de datos necesarios para la gestión de activos correspondiente a las operaciones, el mantenimiento, adquisiciones, los registros financieros de los activos, la planificación, los registros contables, los trabajadores, la formación, los procesos de compra, la subcontratación, la gestión del cobro, etc. Todo ello sumado a la necesidad de acceder y compartir esa información fácilmente en diferentes lugares.

Estas herramientas y tecnologías constituyen un tipo de activo más de la Organización, y resultan más críticos que aquellos activos físicos que están en campo, ya que el funcionamiento de estos activos IT, ayuda a preservar el buen funcionamiento de los físicos.

De acuerdo con el Asian Development Bank (ADW, 2013), la gestión de activos es imposible sin el apoyo de un buen registro de activos (apartado 4.1.3.2 de la Guía). Esto requiere, entre otras acciones, invertir en sistemas de información que contengan una serie de módulos clave que permitan, por ejemplo, la planificación y la adquisición de activos, el mantenimiento de los registros o la programación del reemplazo de activos. Ver figura 13.

Figura 13: Módulos de los sistemas de información para la gestión de activos



Fuente: Asian Development Bank, 2013

Los sistemas de registro de activos incluyen índices de tarjetas, hojas de cálculo, software personalizado de los principales proveedores o aplicaciones informáticas desarrolladas internamente. Los sistemas personalizados de los proveedores pueden ser la opción más rentable y rápida, ya que estos han desarrollado sus sistemas de activos para que se pueden integrar con otros sistemas, tales como el financiero, el de atención al cliente, el de mantenimiento o el GIS.

La funcionalidad de estos sistemas de gestión incluye la gestión de los activos a lo largo de su ciclo de vida (ver apartado 4.1.3.5), es decir, la adquisición, el funcionamiento, la inspección, el mantenimiento, la renovación y la retirada de estos.

Otro aspecto importante es que estos sistemas cuentan con métodos de seguridad de datos para mantener la calidad de estos y asegurar su uso responsable, ya que el dato, constituye un activo más dentro de cualquier Organización. De acuerdo con la AWWA (Germano, 2019) la ciberseguridad es una prioridad absoluta para el sector del agua y las aguas residuales. Las entidades, y la Alta Dirección que las dirigen, deben dedicar considerable atención y recursos a la preparación y respuesta en materia de ciberseguridad, tanto desde el punto de vista como técnico como de gobernanza.

4.1.3.8.1 Herramientas IT involucradas en la gestión de activos

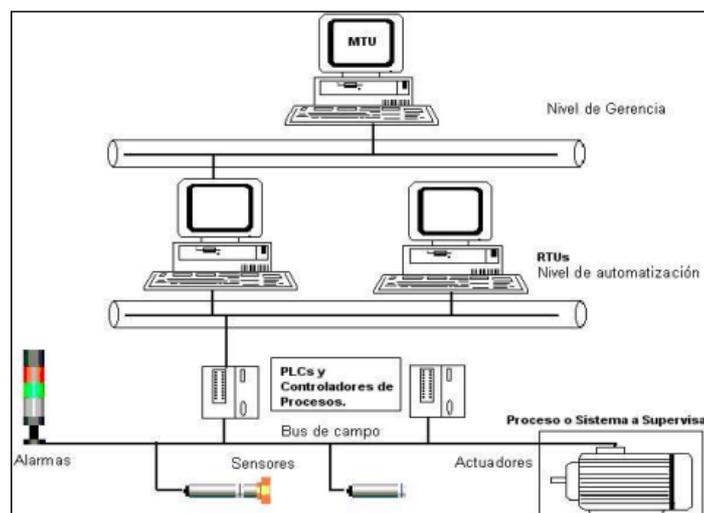
- Sistema de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA)

El Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) o Control de Supervisión y Adquisición de Datos es un sistema de automatización ampliamente utilizado para el control remoto y la recopilación de datos relativos al estado de los activos de físicos de cualquier sistema a través de sensores ubicados en lugares remotos para posteriormente, transmitir los datos a una ubicación central para su monitoreo. Además, con estos sistemas se puede actuar sobre la base de los datos que se recogen, mediante comandos de supervisión que se emiten a los controladores en el campo, que normalmente se llaman (dispositivos de campo).

La figura 14 recoge la arquitectura genérica de un sistema SCADA. Donde se pueden distinguir 4 niveles de operación:

- Activos de medición: Sensores de caudal (mecánicos, electromagnéticos, ultrasónicos), sensores de presión (transductores capacitivos, de galgas extensiométricas, piezoeléctricos), sensores de nivel, sensores de temperatura, de turbidez, pH, de cloro, etc. Todos estos tipos transforman en señales eléctricas las magnitudes físicas que midan a lo largo de la red.
- Activos de procesamiento: Aquí se encuentran los PLCs, los cuales permiten actualizar ciertos procesos sin necesidad que personas físicas actúen. Ejercen de interfaz entre los activos de medición y los de supervisión.
- Activos de comunicación de bajo nivel. Aquí se encuentran las RTU's (Remote Terminal Units), que son equipos que se encargan de recibir y tratar las señales procedentes de los distintos dispositivos de medida, así como de enviar estas señales al Puesto de Control. De aquí se observa lo susceptible que pueden ser estos sistemas en términos de ciberseguridad.
- Activos de comunicación de alto nivel, puesto que las distancias entre el conjunto de componentes que forman la red son extensas la opción del cableado no es la más eficiente, especialmente por lo costoso que sería y la susceptibilidad de rotura tanto por la fibra óptica (datos) como del cable eléctrico (energía). Por ello se utilizan conexiones inalámbricas por radiofrecuencia (usando antenas, antenas parabólicas y/o satélites) o por líneas telefónicas. Su función es la comunicación entre las RTUs y la Unidad Maestra (MTU).
- Master Terminal Unit (MTU), consiste en un ordenador de gran potencia que se encarga de supervisar y recaudar la información de la instrumentación de campo, así como del almacenamiento y procesamiento de los datos recogidos de forma que otra aplicación pueda acceder a dicha información.

Figura 14. Arquitectura de un sistema SCADA



Fuente: Romagosa, Gallego y Pacheco, 2004.

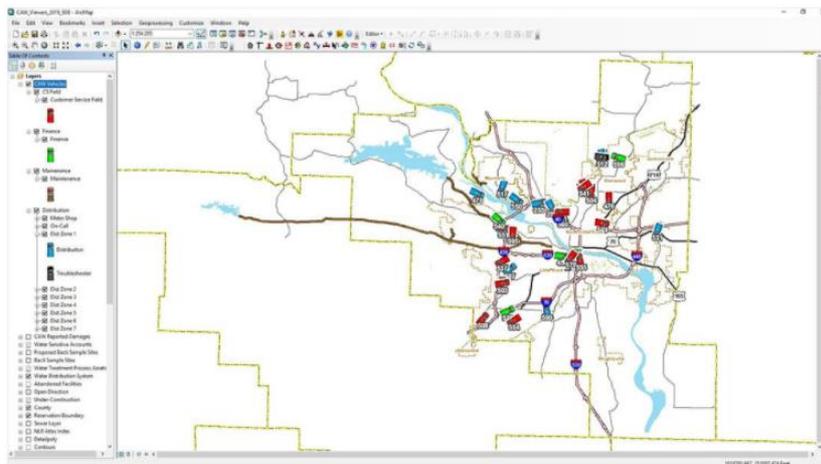
- Sistema de Información Geográfica (GIS)

Los sistemas de información Geográfica (GIS) son aquellos sistemas informáticos que permiten almacenar, analizar, manipular y visualizar información geográfica generalmente en un mapa. Dada la necesidad de manipular grandes cantidades de datos espaciales para su análisis, el hardware que utilizan los GIS a menudo debe tener una gran capacidad de almacenamiento, así como una alta velocidad para la manipulación de datos. El software de los GIS es único en cuanto a su capacidad para operar con coordenadas y su información relacionada, se podría decir que un GIS es una combinación de un Sistema de Gestión de Bases de Datos (SGBD) y un Sistema CAD.

Los GIS ayudan a los responsables de la toma de decisiones a encontrar soluciones a los problemas gracias a la disponibilidad de relaciones espaciales que vinculan objetos en el lugar estudiado, pero no da una solución absoluta al problema. No obstante, destaca su facilidad de integración con otras herramientas tales como SCADA y la simulación hidráulica.

A nivel de las Utilities, permiten ubicar a los activos físicos en un mapa (estaciones de bombeo, reservorios, estaciones de desecho, etc.). Mediante la combinación con, por ejemplo sistemas SCADA, se puede obtener en un mapa interactivo de la red de abastecimiento y distribución de agua para simular la realidad a través de los datos de campo en tiempo real que puede proporcionar el sistema SCADA, además de los resultados del análisis de estos datos que ayudan a tomar la decisión correcta y enviar las instrucciones correspondientes directamente a los dispositivos de campo para enfrentar cualquier emergencia, lo cual constituye un ahorro y optimización de tiempos y recursos muy notable. La figura 15 corresponde a la visualización de una red de suministro a través del software ArcGIS.

Figura 15: Interfaz ArcGIS

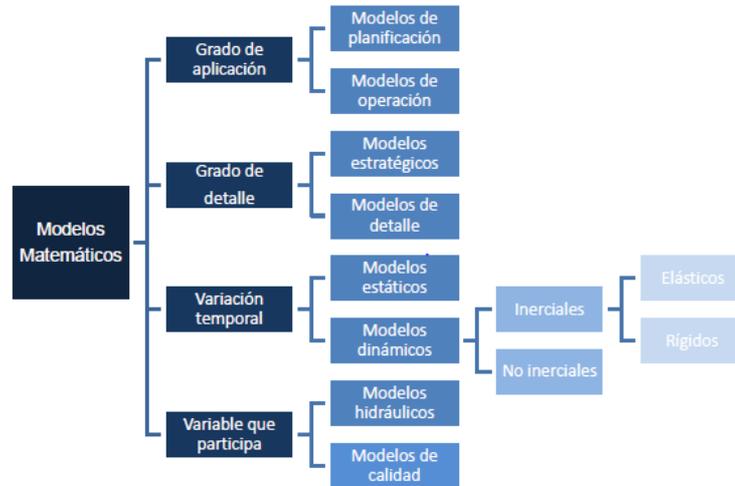


Fuente: Página web ESRI, 2021

- Sistemas de simulación

Existen una gran cantidad de software de simulación en el mercado, mediante los cuales se pueden realizar distintos tipos de simulaciones ya sean a nivel hidráulico (determinación de caudales y presiones como principales índices de operación) o a nivel de calidad del agua (para el estudio de partículas fisicoquímicas y agentes contaminantes). En función de la cantidad de recursos disponibles y de los objetivos, Espín (2013) realiza una clasificación de los tipos de simulaciones matemáticas. Ver figura 16.

Figura 16: Clasificación de los modelos matemáticos de simulación



Fuente: Espín., 2014

A grandes rasgos los usuarios pueden llevar a cabo simulaciones de un período de tiempo extendido del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua dentro de redes de tuberías presurizadas, que básicamente consisten en tuberías, nodos (uniones), bombas, válvulas, tanques de almacenamiento y depósitos. Puede utilizarse para seguir el flujo de agua en cada tubería, la presión en cada nodo, la altura del agua en cada depósito, una concentración química, la edad del agua y el rastreo de un agente contaminante en toda la red durante un periodo de simulación.

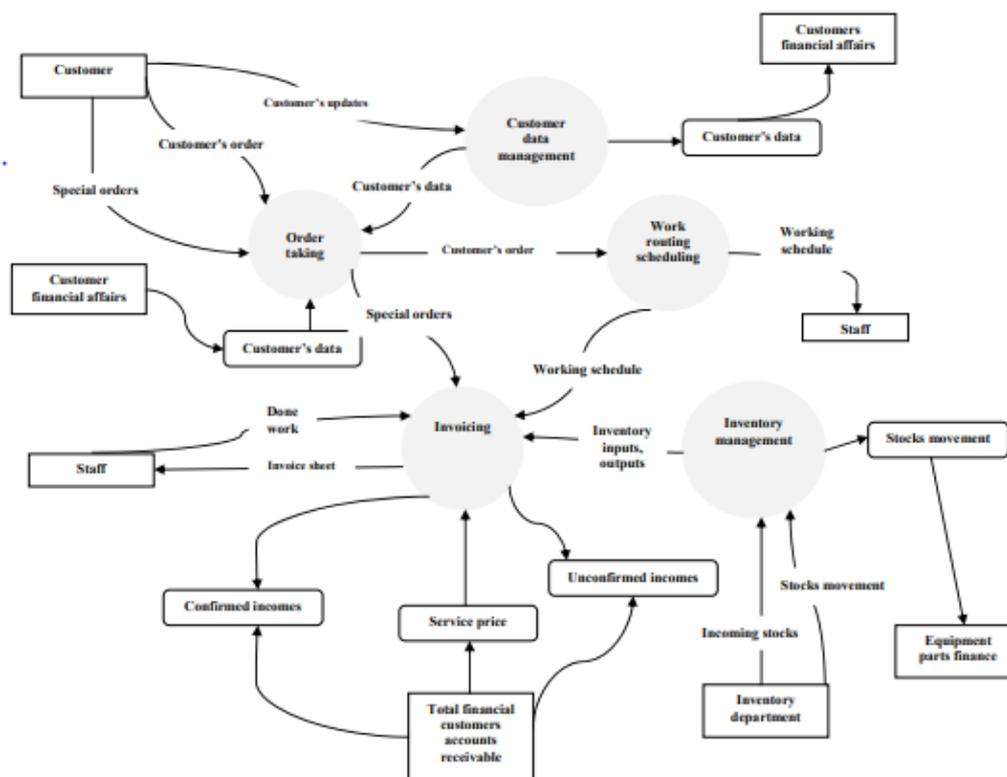
- Sistemas de Gestión Empresarial (ERP)

Los sistemas ERP (Enterprise Resource Planning) son paquetes software comerciales que sirven de soporte para parte o el total de actividades de las Organizaciones tales como la gestión del inventario, la contabilidad, la facturación, la gestión de los pedidos, la gestión de recursos humanos o la gestión de las relaciones con los clientes. La integración de todas estas necesidades, que al fin y al cabo son necesidades de la gestión de activos, en un solo paquete software provoca una optimización de los recursos, del tiempo y del dinero.

De lo comentado a lo largo del apartado 4.1, la totalidad de los requerimientos en materia de gestión de activos son gestionables con este tipo de paquetes. Además, estos paquetes suelen ser divisibles independientemente del proveedor, de forma que la Organización, pueda comprar módulos con aquellas funcionalidades que le interesen más debido a la criticidad de la función o a la falta de control sobre la misma.

La figura 17 extraída de la propuesta de implementación de software ERP en utilities de (Mahdi y Kazerooni, 2013) muestra el flujo de datos entre varias de las funciones de la Organización a las que los sistemas ERP pueden dar soporte.

Figura 17. Diagrama de flujo de los datos en una Utility



Fuente: Mahdi y Kazerooni (2014)

Pese a que la gestión de cada área de la empresa es una forma directa o indirecta de gestión de los activos, desde un enfoque más clásico de la gestión de activos, existen módulos propios que pueden o no estar dentro de los sistemas ERP. Se les denomina EAM (Enterprise Asset Management) o CMMS (Computerized Maintenance Management System).

No obstante, lo ideal es no adquirirlos de forma independiente ya que estos soportan operaciones de gestión de activos tales como el mantenimiento, las adquisiciones, los registros financieros de los activos y la planificación pero que a su vez tienen una relación directa con, entre otras, las compras, la gestión de recursos humanos o la contabilidad.

Existen sistemas que se adaptan tanto a empresas muy grandes y complejas como a empresas mucho más pequeñas, por lo que no hay que suponer que sólo grandes Utilities pueden permitirse sistemas informáticos de activos. De hecho, para las empresas más grandes, la instalación de sistemas informáticos es más costosa, tarda más en implementarse e implica un cambio de cultura para garantizar que la información se comparta en todos los departamentos.

Entre las funcionalidades de estos módulos de gestión de activos se encuentra:

- La gestión del trabajo que se ocupa de la emisión de órdenes de trabajo para el mantenimiento planificado y no planificado basado en la información obtenida del módulo de gestión de activos.
- El seguimiento de los activos a partir de información relativa a su ubicación, tipo, estado, criticidad y jerarquía.
- El inventario de activos, el cual incluye el seguimiento de las piezas necesarias para el mantenimiento de los activos y está relacionado con el módulo de gestión de trabajos que indicará las piezas necesarias para llevar a cabo el mantenimiento.
- La gestión de servicios permite a los usuarios finales presentar solicitudes de servicio y gestionar las solicitudes de servicio abiertas.

- La gestión de adquisiciones se ocupa del seguimiento de proveedores y la realización de pedidos de compra para la reposición del inventario.
- El sistema cuenta con funciones que permiten a los gestores planificar, anticipar y actuar antes de que se produzcan averías en los activos, así como compartir la información, ya que el sistema puede indicar las piezas necesarias para el mantenimiento. y compartir información, ya que los módulos se basan en una serie de bases de datos comunes.
- Herramientas de Business Intelligence (BI)

A pesar de que los sistemas ERP incorporan herramientas de Business Intelligence, conviene hacer mención aparte de esta nueva tecnología, ya que su utilización en prácticamente la totalidad de industrias ha puesto de manifiesto el valor que tiene el dato y la capacidad de manejo de grandes cantidades de información mediante el Big Data.

Por lo general, las Organizaciones, entre ellas las Utilities, acumulan grandes cantidades de información en una infinidad de formatos distintos tales como bases de datos, hojas de cálculo, softwares ingenieriles, etc. Que, además, son analizados de una forma diferente, lo cual dificulta una adecuada toma de decisiones o la detección eficiente de oportunidades de mejora. Todo esto deriva en la existencia de un riesgo asociado al “exceso de información”.

Con el uso de herramientas de BI, se puede evitar la pérdida de información, la información incompleta y la transmisión de información sin unicidad de criterios, de forma que se tenga un control continuo del estado en el que se encuentra la Organización a partir de una serie de indicadores que se han de fijar (Apartado 4.4.1)

Según Brennan.M, Loustau.P y Lanzara.A. (2017) existen dos casos de tipos de usuarios sobre los que el uso de BI resulta especialmente beneficioso. El primero son expertos en la materia analizada, en este caso gestores de activos, quienes utilizan las herramientas de BI para combinar datos en nuevas formas, hacer crecer las soluciones puntuales y desarrollar oportunidades de negocio. Por ejemplo, se podría desarrollar un análisis para controlar el desgaste de las válvulas. En segundo lugar, están las partes interesadas (Apartado 4.1.1.2), donde las herramientas de BI se utilizan para mejorar su experiencia. Ver tabla 9.

Tabla 9. Oportunidades del uso de la BI en las Organizaciones

Gestor de activos	Partes interesadas
<ul style="list-style-type: none"> ● Puede contextualizar los datos de la materia más fácilmente ● Puede correlacionar la información temática más fácilmente ● Saber cómo profundizar para responder a las preguntas ● Se familiariza con la materia a través de un mayor uso ● Tener intereses más amplios en los datos y las muchas imágenes que pinta. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Se les proporciona más contexto de la información procesable ● Pueden comprender e interpretar mejor los KPIs ● Obtienen respuestas más rápidas a preguntas anticipadas ● Disponen de cuadros de mando más intuitivos y accesibles ● Recibir información que puede integrarse y servir directamente a sus procesos empresariales ● En general, tienen una mejor idea de dónde centrarse

Fuente: Modificado de Brennan.M, Loustau.P y Lanzara.A. (2017) [63]

4.1.3.8.2 Buenas prácticas en sistemas IT para la gestión de activos

En el apartado 4.3.1.2 de la Guía se procede a identificar una serie de riesgos asociados a las operaciones, entre los cuales se encuentran algunos relacionados con la información y el gobierno del dato, para los cuales un buen uso de los sistemas y herramientas IT en su conjunto (apartado 4.1.3.9.1) resulta un control clave. Resulta

paradójico que el desarrollo tecnológico no solo ha traído consigo innovación y mejoras en la gestión de las Organizaciones, sino que también ha traído consigo una nueva generación de riesgos relacionados con la seguridad de la información a los que hay que atacar para preservar una buena gestión de todos los activos.

Es tal la relación de interdependencia que tienen los sistemas de información (activos de información) con el resto de los activos (físicos, humanos, etc.), que cualquier materialización de cualquier riesgo en el ámbito de la información puede tener unas graves consecuencias para la Organización. Es por ello por lo que la Organización ha de implementar controles para garantizar tanto el buen uso de las tecnologías de información como la protección de estos activos respecto agentes externos (ciberataques, código malicioso, phishing, etc.).

WaterISAC (2019) ha desarrollado una lista de 15 recomendaciones en materia de ciberseguridad que toda Utility debe seguir en aras de reducir su vulnerabilidad ante ciberataques o brechas de seguridad que puedan ser evitables. La tabla 10 recoge las más relevantes para la gestión de activos:

Tabla 10. Planes de acción para implementar controles en el ámbito de la seguridad de la información

<i>Control</i>	<i>Planes de acción</i>
Inventario de todos activos IT (en cumplimiento con el apartado 4.1.3.2)	<ul style="list-style-type: none"> Incluyendo como mínimo propietario del activo, ubicación, proveedor, tipo de dispositivo, número de modelo, nombre del dispositivo, versiones de hardware/firmware/software, niveles de parches, configuraciones del dispositivo, servicios activos, protocolos, direcciones de red, valor del activo y criticidad. (ISAC, 2019). Mirar apartado 4.1.3.2. Ha de actualizarse y revisarse de manera periódica
Evaluación de riesgos (en cumplimiento con el apartado 4.3.1)	<ul style="list-style-type: none"> Evaluación periódica de los riesgos en el ámbito IT mediante alguna de las metodologías descritas en el apartado 4.3.1. Propuesta de nuevas medidas de control de aquellos riesgos que sobrepasen el apetito de la Organización Seguimiento de la implementación de los planes de acción que definen los controles propuestos Verificación de su eficacia en el Mapa de Riesgos residual
Control de accesos a sistemas	<p>Entre ellas se encuentran (Germano, 2019):</p> <ul style="list-style-type: none"> Utilizar métodos de acceso remoto seguros (VPN) Utilizar sólo contraseñas seguras, cambiando las de forma regular Acceso basado en posición, aplicando la segregación de funciones (apartado 4.1.2.3). Por ejemplo, personal de RRHH no puede acceder a servidores y sistemas usados en el departamento de contabilidad. Acceso basado en el mínimo privilegio, es decir, otorgar los permisos de acceso a los sistemas mínimos a cada trabajador garantizando el desempeño de su labor. Acceso mediante autenticación multifactorial (Usuario + contraseña y token/SMS) Implementar la segmentación de la red y aplicar cortafuegos
Control de acceso físico	<p>Particularmente importante en el caso de las utilities al poseer equipamiento enviando datos desde puntos remotos de la geografía.</p> <ul style="list-style-type: none"> Hacer uso de barreras, vallas, cámaras, seguridad privada y cualquier elemento que impida el acceso libre tanto a oficinas, como a puntos de monitoreo de

	activos.
Crear una cultura de ciberseguridad	<ul style="list-style-type: none"> • Implantar un programa de formación en ciberseguridad para los empleados (Apartados 4.2.2.2. y 4.3.3) • Declaración de compromiso de la Alta Dirección en materia de gestión de activos (Apartado 4.1.2.1), entre los que se encuentran los IT • Elaboración de un código de conducta en materia de gestión de activos IT obligando a los empleados a firmar
Monitoreo de los activos críticos (Apartado 4.4.1.1)	<ul style="list-style-type: none"> • Para aquellos activos críticos, evaluados en base a riesgo, por ejemplo, para los cuales una actividad maliciosa podría desencadenar una discontinuidad de operaciones, se deben implementar sistemas de alarmas en tiempo real independientes de sus sistemas de adquisición (por ejemplo, SCADA)
Desarrollar un Plan de Respuesta a Incidentes de Ciberseguridad.	<p>Deben incluir los siguientes aspectos (ISAC, 2019):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Una lista de los principales objetivos del plan • Nombres e información de contacto del personal de IT, proveedores y apoyo contractual. • Funciones y responsabilidades. • Perfiles de los programas y equipos informáticos utilizados Utility, incluida una explicación de qué funciones de la empresa dependen de cada elemento de software y hardware. • Acuerdos de nivel de servicio para los servicios subcontratados durante una catástrofe. • Objetivos de tiempo de recuperación. • Tiempo máximo de inactividad tolerable. • Procedimientos de copia de seguridad. • Planes de movilización a lugares de trabajo temporales. • Planes para realizar copias de seguridad en un sitio temporal. • Planes para restaurar el sitio de origen. • Planes para probar y ejercitar el PRIC.

Fuente: Elaboración propia

Muchos de los controles de los identificados en la tabla anterior se abordan con la misma aplicación de las cláusulas de la ISO 55001 (2014). Una de las razones por las que las normas ISO y sus series anexas mejoran la propia gestión empresarial es porque ayudan a mejorar el control interno en la Organización, de forma que se minimicen las ineficiencias y los riesgos dentro de su actividad.

4.1.3.9 Organización y personas

Los activos humanos constituyen una nueva tipología de activo, de diferente naturaleza a las anteriores, pero que optimizando su gestión se maximiza el valor que aportan a las Organizaciones. El primer paso para el Gestor de Activos es conocer las personas y departamentos que constituyen la Organización, y más en particular aquellos que intervienen en cualquiera de las etapas del ciclo de vida de los activos físicos y que utilizan los activos de información para desempeñar su actividad.

En línea con las etapas por las que el activo físico pasa dentro de la Organización introducidas en el apartado 4.1.3.5, los departamentos que tienen relación directa con estas son las siguientes:

- Concepción de la idea: Departamentos de I+D, técnico, de producción, de IT (propiedad intelectual) etc.
- Diseño: Departamento de I+D, de proyectos, técnico, de mantenimiento, etc.
- Construcción: Departamento de producción, financiero (gastos CAPEX), de logística y compras (compra materiales/ equipos), etc.
- Puesta en marcha: Departamento de proyectos de mantenimiento, de planificación, etc.
- Operación: Departamento de mantenimiento, planificación, financiero (gastos OPEX) etc.
- Abandono de la actividad: Departamento de mantenimiento, planificación, etc.
- Desmantelamiento: Departamento de compras, de logística, etc.

Existen otros departamentos, como son el de ventas o gestión comercial y marketing, que también están involucrados con la gestión de activos, pero no en su ciclo de vida. Por ejemplo, si la Organización en cuestión es una manufactura de bienes que han sufrido una transformación de valor, el propio producto final es un activo para la Organización.

Una herramienta útil para el Gestor de Activos es el uso del organigrama funcional de la Organización, en donde pueda visualizar las estructuras jerárquicas y de reporte de cada departamento y la función principal de cada empleado. Este, es un paso más en el conocimiento de la empresa, y será de vital importancia para seguir recopilando información de los activos.

Todas las personas que trabajan o han trabajado en actividades relacionadas con la gestión de activos de la Organización, tienen un conocimiento y experiencia que será de mucha utilidad para elaborar los planes de gestión de activos posteriores. En el caso de las utilities de agua, de acuerdo con (IBM, 2007) la fuerza laboral, está envejeciendo, y, por tanto, se está perdiendo el valor que aporta su experiencia. Es por ello por lo que el SGA debe establecer una estrategia y unos planes de acción (los cuales formarán parte del PEGA y PGA respectivamente) para garantizar que todo ese conocimiento acumulado se quede dentro de la Organización, de forma que se pueda seguir generando valor sin interrupciones. (Ver apartado 4.3.2)

Por lo tanto, la planificación de la sucesión como parte de la retención representa una práctica importante de la gestión de RRHH que ayuda a las organizaciones a planificar transiciones suaves para los puestos individuales teniendo en cuenta a las personas potenciales que pueden desarrollarse y reemplazar a las que pueden irse (Rau y Adams, 2013).

Además, tal y como se describe en la ficha del puesto de trabajo, en el apartado de experiencia, se deberá de actualizar de forma sistemática los hitos alcanzados por cada trabajador de forma que cualquier persona de la Organización pueda recurrir a los expertos de cada materia para cualquier consulta. (Apartado 4.1.2.3).

Por otra parte, el Gestor de Activos debe adquirir información de Recursos Humanos para ver todos los procedimientos, procesos y políticas en materia de selección, adecuación al puesto, gestión del rendimiento, formación y desarrollo, incentivos, transferencia de conocimientos y mentoreo, seguridad y salud y procedimientos sancionadores. Estos documentos deben ser accesibles y deben considerar lo siguiente (Bayraktar y Sencan, 2017):

- Diseñar la gestión de activos humanos en la elección y contratación de empleados de arriba a la base
- Hacer que los empleados sean socios estratégicos en términos reales y no sólo para la pérdida de la empresa sino también para sus beneficios
- Considerar y evaluar a los empleados como capital intelectual que tiene el potencial de promover el desarrollo y crear el cambio
- Capacitar a los empleados para el cambio y desarrollarlos continuamente frente a los cambios constantes y las condiciones dinámicas del entorno interno y externo.

- Garantizar que los empleados puedan producir y tomar decisiones para crear valor añadido.
- Establecer los principios de los activos humanos y aplicarlos de forma completa y equitativa.
- Fomentar la cultura organizativa entre los empleados como activos valiosos y crear la correspondiente cultura organizativa positiva
- Promover la competencia entre los empleados sobre la base de determinados principios y criterios
- Hacer que los empleados sientan y crean que todos están "en el mismo barco"
- Considerar el hecho de que los empleados trabajan en las empresas para obtener buenas oportunidades económicas y satisfacer al mismo tiempo sus necesidades psicosociales.
- Crear y aplicar una política de compromiso organizativo que permita a los empleados decir "nuestra empresa" en lugar de "esta empresa".

4.2 Ejecutar los objetivos de la gestión de activos

4.2.1 Plan Estratégico de la Gestión de Activos (PEGA)

En cumplimiento con la cláusula 6.2 de la ISO 55001 (2014), los requisitos del PEGA son los presentados en las cláusulas 4, 5 y 6, de los cuales en la fase de planificación se han tratado las cláusulas 4 y 5, quedando por desarrollar en las fases de ejecución y monitoreo la cláusula 6.

El PEGA ha de presentar de forma documentada, y muestra cómo se relacionan (o alinean) los objetivos de la gestión de activos con los objetivos de la Organización. La ISO 55000 (2014) lo define como *“El Plan Estratégico de Gestión de Activos es una información documentada que convierte los objetivos organizacionales en objetivos de gestión de activos, el enfoque para desarrollar la gestión de activos y el rol del sistema de gestión de activos como soporte en lograr los objetivos de gestión de activos”*

Una vez conocido el contexto de la Organización, para la ejecución del SGA la International Cooper Association (2015), propone abordar las siguientes cuestiones:

- ¿Dónde se pretende estar en el plazo considerado? Apartado 4.2.1.1 de la Guía.
- ¿Cuáles son los objetivos y los riesgos asociados? Apartados 4.2.1.1 y 4.3 de la Guía.
- ¿Cómo llegar a ese punto? Apartado 4.2.1.2.
- ¿Cuánto tiempo se necesita para llegar? Apartado 4.4.1.2.
- ¿Cuáles son las metas? Apartado 4.2.1.1.
- ¿Cómo se medirán? Apartado 4.4.1

4.2.1.1 Objetivos de la gestión de activos

Este es el proceso mediante el cual se establecen los objetivos de gestión de activos y se desarrolla la estrategia que se va a seguir (PEGA). Una vez conocido el contexto, ya se habrán identificado riesgos, y, en consecuencia, oportunidades, las cuales se deberán convertir en objetivos de la gestión de activos. Estos, deben ser claros y coherentes, como lo indican las letras de la palabra “SMART”:

- S = específicos
- M = medibles
- A = alcanzables
- R = realistas
- T =acotados en el tiempo

Estos objetivos de gestión de activos están incluidos en el PEGA y constituyen el vínculo esencial entre los objetivos organizacionales y el PGA que describe cómo se van a cumplir. El PGA puede elaborarse para activos individuales, para grupos de activos, para sistemas aislados o para el sistema global de gestión. No obstante, el Caso práctico presentado en el apartado 4.3.5 lo plantea desde un enfoque global estratégico, lo cual no es óbice para que se puedan plantear objetivos a más bajo nivel para pequeños activos e incluirlos en el PEGA.

Albrice (2015) establece varios tipos de objetivos en función del aspecto organizacional que se quiera abordar, tanto a nivel organizacional como a nivel de gestión de activos.

- Objetivos políticos, son todos aquellos relacionados con la imagen y filosofía de la Organización.
- Objetivos económicos, están influenciados por indicadores económicos tanto a nivel externo (por ejemplo, tasas locales) como a nivel interno (por ejemplo, rendimiento del personal)
- Objetivos sociales, todos los que están relacionados con las personas, tanto a nivel interno (personal de la Organización), como a nivel externo (crecimiento poblacional)
- Objetivos tecnológicos, aquellos relacionados con factores internos de la Organización que derivan en un aumento de la eficiencia y una modernización Organización. Estarían directamente relacionados con los activos físicos de la Organización.
- Objetivos legales, relacionados con el cumplimiento de la legislación y las normas.
- Objetivos medioambientales, relacionados con la sostenibilidad y un menor impacto ambiental de la Organización
- Otros relativos a la gestión en actividades tales como gestión de riesgo, comunicación (punto 4.2.2.4), formación (punto 4.2.2.2), etc.

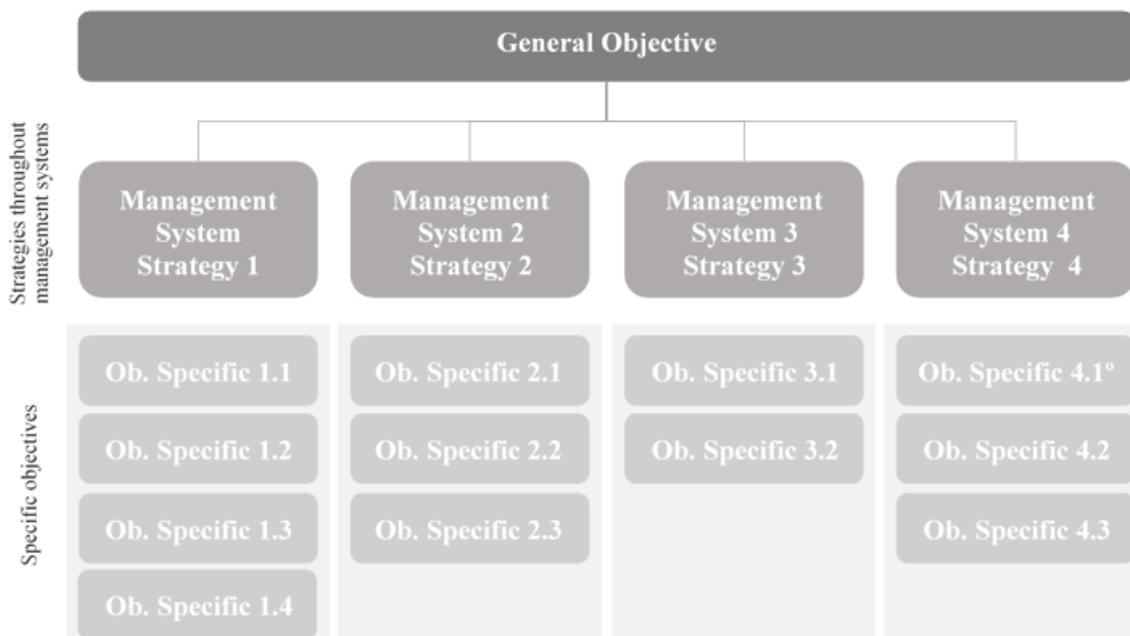
Por último, hay que diferenciar entre objetivos generales que son los de más alto nivel e incluyen a todos los departamentos y áreas de la Organización, con los objetivos específicos, los cuales corresponden exclusivamente al SGA.

En la Utility, los objetivos de la gestión de activos deben estar alineados con los de la Organización. A continuación, a modo de ejemplo y atendiendo a la clasificación de los objetivos realizada, se muestra cómo se abordan los objetivos de la gestión de activos con los objetivos generales.

- Objetivos políticos, mejorar la imagen de la Organización (objetivo general) reduciendo olores en las instalaciones de depuración (objetivo específico)
- Objetivos económicos, reducir los costes en la Organización (objetivo general), reduciendo los costes de ciclo de vida de los activos de la Organización (objetivo específico)
- Objetivos sociales, mejorar la fiabilidad de suministro a clientes (objetivo general), reemplazando activos obsoletos que no responden al nivel de servicio requerido (objetivo específico)
- Objetivos tecnológicos: mejorar el monitoreo de los activos (objetivo general), invirtiendo en nuevas soluciones tipo SCADA (objetivo específico)
- Objetivos legales, cumplir con la ley de prevención de riesgos laborales (objetivo general), etiquetando las zonas de riesgo como peligrosas en las instalaciones (objetivo específico)
- Objetivos medioambientales, reducir el impacto de la Organización sobre el medio ambiente (objetivo general), reduciendo el consumo de energía eléctrica (objetivo específico)
- Reducir el nivel de riesgo en los procesos internos de la Organización, evaluando todos los riesgos relacionados con la gestión de activos y proponiendo controles específicos que los mitiguen (Ver caso práctico)

La figura 18 esquematiza la relación entre los objetivos generales o estratégicos de la Organización y los específicos de cada uno de los SGs.

Figura 18: Esquema de alineamiento de objetivos estratégicos con específicos



Fuente: Modificado de Uceda, Román y Padilla (2019)

Para el desarrollo de los objetivos de la gestión de activos se formará un grupo multidisciplinar que tendrá que determinar cuáles son los objetivos específicos en el ámbito de la gestión de activos, que, tras su consecución, contribuyan a alcanzar los objetivos de la Organización. Una vez fijados, se formará otro grupo multidisciplinar de alto nivel que incluya a la Alta Dirección de forma que los objetivos que se hayan fijado garanticen estar alineados con los objetivos organizacionales.

Como no se pueden establecer objetivos para todos los activos de la Organización, se tendrán que establecer aquellos objetivos cuyo propósito sea el de implementar aquellos controles, sean de la naturaleza que sean, que mitiguen aquellos riesgos asociados a activos críticos para la Organización.

A medida que el sistema vaya madurando, se podrán ir diseñando estrategias para la consecución de objetivos menos críticos pero que contribuirán a tener un SGA consistente que permitirá a la Organización beneficiarse de todas sus ventajas.

De acuerdo con la ISO 55001 (2014), se debe atender a tres puntos:

- Los riesgos
- Revisar la importancia de cada activo
- Verificar la aplicabilidad de los objetivos de la gestión de activos.

En relación con las cuestiones abordadas por los objetivos de la gestión de activos, según lo especificado en el apartado 6.2.1.3 de la ISO 55002 (2014):

“Los objetivos generalmente abordan cuestiones típicas, que incluyen, entre otras, las siguientes:

a) para la gestión de activos:

- costo total de la propiedad;

-valor presente neto;

- retorno del capital invertido;

- desempeño con respecto a lo planificado;

- certificación del sistema de gestión de activos o la evaluación de la madurez de la gestión de activos (“benchmarking” / comparativa de mercado)

- *puntaje de satisfacción del cliente;*
- *resultados de encuestas de opinión pública o reputación;*
- *impacto ambiental, por ejemplo, costos relacionados con el carbono;*
- *nivel de servicio;*
- b) *para carteras de activos:*
 - *retorno sobre la inversión (o retorno sobre el capital invertido o retorno sobre los activos);*
- c) *para sistemas de activos:*
 - *disponibilidad del sistema de activos;*
 - *desempeño del sistema de activos (por ejemplo, tiempo en marcha, eficiencia);*
 - *costo unitario de producto o servicio;*
- d) *para los activos:*
 - *confiabilidad (tiempo medio/distancia media entre fallas);*
 - *condición, desempeño o puntaje de salud del activo;*
 - *costos del ciclo de vida;*
 - *expectativa de vida;*
 - *desempeño energético del activo.”*

Según la cláusula 9.1 de la ISO 55001 (2014), el monitoreo del desempeño debe ser uno de los objetivos en el PEGA (Apartado 4.4 de la Guía) ya que monitorear la actuación en la gestión de activos permitirá conocer:

- Grado de implantación del PEGA.
- Consecuencias de la consecución de objetivos.
- Evaluar si los objetivos propuestos son los más importantes para alcanzar.
- Evaluar si los planes de acción propuestos son los más adecuados para la consecución de los objetivos.

“Siendo la dirección la que debería realizar regularmente una revisión de los objetivos de la gestión de activos (9.3) y dichas revisiones deberían informar el proceso de mejora continua (10.3)” (ISO 55002, 2014)

De todo lo anterior se pueden extraer 3 ideas principales:

- La consecución de los objetivos del SGA contribuye a la consecución de los objetivos de la Organización
- Los objetivos del SGA han de abordar todos los niveles en la gestión de activos, es decir, aplican a activos individuales, a sistemas de activos (grupos de activos) y a activos de cualquier tipología conforme a lo presentado 4.1.3.1
- Los objetivos del SGA deben ser aprobados por la Alta Dirección, y su cumplimiento, debe ser monitoreado por el Gestor de Activos y posteriormente presentada a la Alta Dirección.

4.2.1.2 Planificación para lograr los objetivos de la gestión de activos

Resulta conveniente señalar la diferencia entre el PEGA y el PGA. En el primero se establecen los objetivos y las estrategias a seguir para su consecución. En el segundo, se establecen las actividades específicas a realizar contemplando recursos, tiempos, responsabilidades, riesgos y demás insumos necesarios para llevar a cabo los planes.

Dentro del PEGA de la Utility los objetivos estratégicos estarán alineados con los de la gestión de activos, como sería el hecho de ampliar la cantidad de recurso entregado tras esperar un aumento de la demanda. En

este aspecto, una vez fijado el objetivo y comprobado que está alineado con el resto de los sistemas de gestión, hay que elaborar una estrategia para conseguirlo.

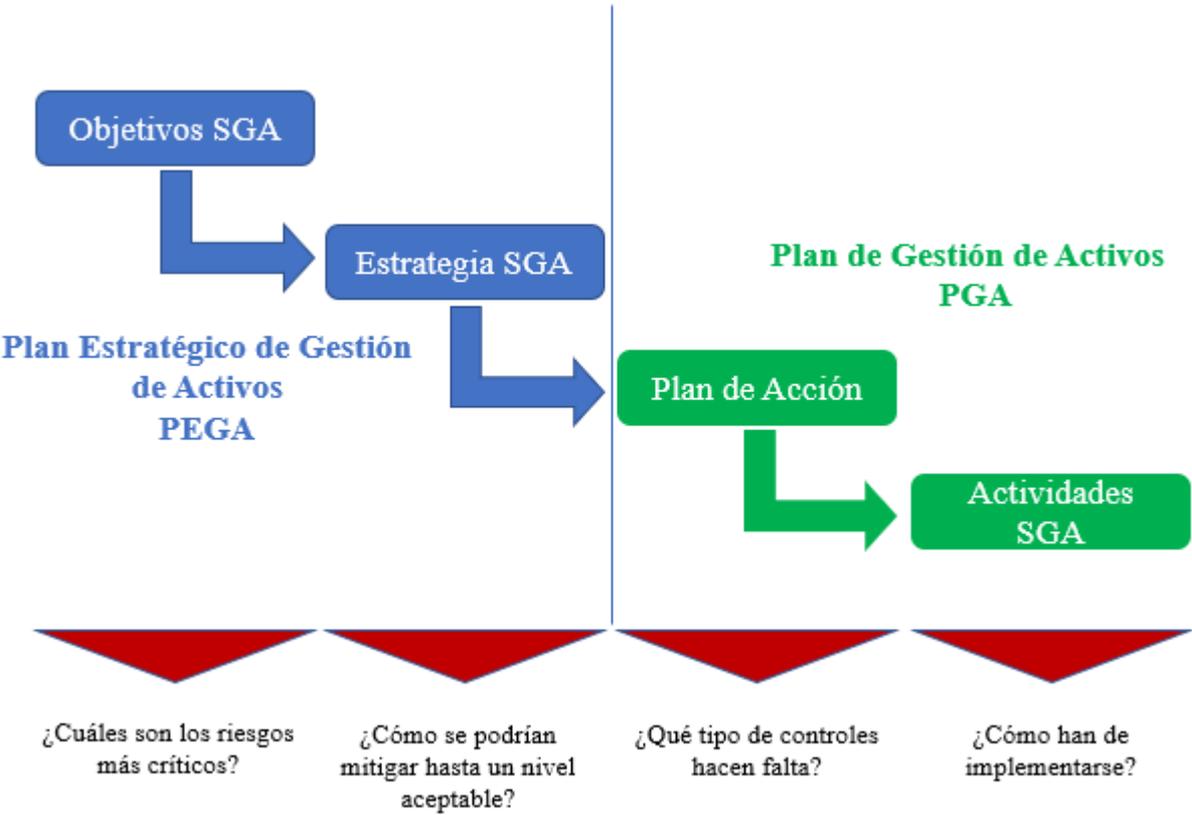
La estrategia será definida tras un análisis en donde se debe tener en cuenta con qué recursos cuenta la Organización, de que recursos tiene que proveerse, si esta puede hacer frente a los mismos, si dispone de medios técnicos y conocimiento suficiente para la consecución del objetivo y lo más importante, como de crítico es el objetivo, estudiando si para la consecución de este hace falta emplear recursos que también son necesarios para la consecución de cualquier otro, que pueda resultar más crítico.

Pese a que el establecimiento de los objetivos, la estrategia para conseguirlos y el plan de gestión que la conforman se pueden fijar mediante distintos métodos. El caso práctico del punto 4.3.5 propone que los objetivos de gestión de activos se fijen a partir de un análisis de los riesgos estratégicos de la Utility.

Donde la mitigación de aquellos riesgos que, tras ser evaluados, resultan más críticos se transforma en los objetivos del SGA. Posteriormente, para cumplir con ellos, el diseño de la estrategia se plantea como el diseño de los controles que mitigan los riesgos detectados. Por último, cada uno de los planes de gestión que conforman la estrategia se plantean como planes de acción que constituyen los controles mitigadores. De esta forma ya se pueden obtener objetivos del SGA jerarquizados según criticidad. (Ver apartado 4.3.5.1)

La figura 19 recoge el esquema básico ordenado por jerarquía del SGA incluyendo el planteamiento basado el riesgo a realizar para cada una de las etapas y documentos clave del sistema.

Figura 19. Esquema principal del SGA con toma de decisiones basada en riesgo



Fuente: Elaboración propia

4.2.1.3 Proceso para el desarrollo de un plan de gestión de activos a partir del PEGA y los objetivos de gestión de activos

Tras conocer de forma profunda el contexto de la Organización, las políticas respecto a la gestión de activos y los objetivos a alcanzar, ya se está en condiciones de establecer un plan de gestión de activos, de ahora en adelante PGA.

Tal y como se ha comentado anteriormente, los objetivos propuestos dependerán del grado de madurez de la implantación del SGA, fijando primero aquellos que resultan más críticos y, como consecuencia de la mejora continua del SGA, ir añadiendo objetivos menos críticos a los que dar cumplimiento hasta una gestión de activos sobresaliente.

Para el desarrollo de las estrategias a seguir para la consecución de los objetivos específicos se deben describir los planes de acción y las actividades en las que se desglosan, los cuales se han de llevar a cabo. Para ello, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Código de actividad. Todas las actividades deben estar contenidas en un inventario de actividades mediante el cual se debe tener la trazabilidad de cada actividad.
- Fecha de inicio y fin, Se deben programar los tiempos de las actividades contenidas dentro del plan o planes de acción para dar cumplimiento con el objetivo específico. De forma que se puedan controlar aquellas que se consideren críticas (PMBOK, 2013) para poder finalizar el plan de acción en tiempo. Existen herramientas gráficas de gestión de proyectos tales como los diagramas de Gantt y Pert, que pueden ser de gran utilidad para el Gestor de Activos, los cuales se describen al final del apartado.
- Responsable. Cada actividad debe tener a una persona responsable de llevarla a cabo y que deberá reportar al responsable del SGA su grado de avance. La asignación de estos roles se debe realizar en base a criterios de aptitud para el puesto. Tanto las fichas de trabajo como el organigrama funcional pueden resultar de utilidad para el Gestor de Activos a la hora de asignar responsables en un primer momento.
- Plan de acción y objetivo específico del que depende cada actividad. Esto permitirá ganar calidad documental del PGA, de forma que el Gestor de Activos pueda evaluar el grado de avance de cada actividad y vincularla al/los objetivo/s para los que estaba ideada.
- Descripción de la actividad. En el documento se debe describir en que consiste la actividad a realizar y como ayuda a la consecución de
- Estado en el que se encuentra la actividad (Inicializado, parado, sin empezar, en curso, etc.), esgrimiendo a ser posible los motivos por los que se ha producido la desviación.

Puesto que existirá un gran número de personas involucradas en las distintas actividades que conforman los planes de acción y las estrategias, resulta muy conveniente que el reporte de los avances de estas se haga de la forma más rigurosa y ordenada posible. Es por ello por lo que, se ha de utilizar un mismo formato, e idealmente, un mismo documento para mostrar la evolución de las actividades.

Una buena opción es que el Gestor de Activos cree una hoja de cálculo en la que aparezcan todas las actividades que incluyan todos los aspectos del PGA nombrados anteriormente y que sea editable por todos los responsables, para así actualicen siempre que haya algún avance. De esta manera, el Gestor de Activos tiene conocimiento directo sobre el estatus de avance.

Toda esta información debe ser maquetada, por ejemplo, mediante el uso de BI y/o PowerPoint y presentada a la Alta Dirección de forma periódica, sintetizando la información y mostrando su evolución de forma intuitiva.

Mas a nivel de control del SGA, conforme a lo comentado anteriormente, las dos herramientas más utilizadas para la gestión de actividades críticas son:

- El Diagrama de Gantt es una herramienta que se emplea para planificar y programar tareas a lo largo de un período determinado de tiempo. Gracias a una fácil y cómoda visualización de las acciones a realizar, permite realizar el seguimiento y control del progreso de cada una de las

etapas de un proyecto. Reproduce gráficamente las tareas, su duración y secuencia, además del calendario general del proyecto y la fecha de finalización prevista.

El Diagrama de Gantt permite a las personas implicadas en las actividades de un plan de acción a quedarse con una idea clara de lo que está sucediendo en un momento concreto del proceso y, a la vez, tomar conciencia de las necesidades y límites desde una visión global integrada de todas y cada una de las partes en que puede descomponerse el plan. Así, es posible realizar los ajustes precisos, controlando las desviaciones y administrando de forma óptima los recursos disponibles.

- El Diagrama de Pert hace posible crear una representación visual de las actividades que facilita una visión global. Esta perspectiva simplifica y agiliza la gestión, optimizando la labor del Gestor de Activos. Esta técnica de gestión del tiempo permite descubrir todas las formas posibles de lograr ejecutar una tarea en términos de máxima eficiencia.

El uso del método Pert expone gráficamente todos los pasos que se deben llevar a cabo, mostrando las fechas de inicio y fin de cada uno, para poder lograr el objetivo final. Su aplicación a la gestión de proyectos ayuda a maximizar la eficacia y aumentar el rendimiento, *“porque está comprobado que cada minuto que se dedica a la planificación y la creación de listas de comprobación consigue ahorrar hasta diez en la ejecución”* (LASALLE, 2017)

La principal diferencia la encontramos en la estética, los diagramas de Gantt presentan la información en el formato de un gráfico de barras, así ayuda a mostrar el porcentaje de trabajo completado para cada tarea. En cambio, los diagramas de Pert muestran la información como un modelo de red, es decir, presenta un nodo inicial del cual se ramifican las tareas.

La ISO 55002 (2014) recomienda que, en el caso de que la Organización no tenga implantado ningún sistema de gestión previamente, se establezca un plan provisorio, que podrá servir como punto de partida en el proceso iterativo.

Como ya se ha comentado, los objetivos de gestión de activos pueden tener distintos alcances respecto de los activos, carteras de activos y sistemas de activos. En la Utility, tal y como se ha descrito en el apartado 4.1.3.1 de la Guía, se podrán poner objetivos respecto a la red de alcantarillado (nivel 4), lo que se consideraría como sistema de activos o respecto a la misma válvula de la compuerta de entrada (nivel 6), lo cual sería un activo individual. Es lógico pensar que conforme más alto sea el nivel de activos considerado harán falta establecer más planes de acción, para lo cual hará falta más tiempo, recursos, personas etc.

4.2.2 Soporte/Apoyo

En este apartado se da cumplimiento a la cláusula 7 de la ISO 55001 tratando todos los insumos necesarios para que el SGA funcione.

4.2.2.1 Recursos

Es necesario identificar y dirigir todos los recursos para implantar las actividades del PGA, estos recursos tienen una naturaleza muy heterogénea al igual que los activos, y entre ellos se encuentran los humanos, financieros, de seguridad, herramientas, equipamiento, etc.

La ISO 55002 (2014) resalta la importancia del estudio de la brecha existente entre los recursos disponibles, y los que necesita cada plan de gestión para llevarse a cabo. La Organización debe priorizar acciones y recursos cuando existan restricciones, en base a los análisis de criticidad comentados en los apartados 4.2.1.2 y 4.1.3.7, y que serán profundizados en el 4.3.1 con el desarrollo de un análisis de riesgos para determinar los objetivos del SGA.

4.2.2.2 Competencia

La ISO 55001 (2014) considera a las personas y el conocimiento como un activo de la Organización. Estas, son las que realizan la función de gestión de activos en el terreno, a través de sus conocimientos, competencias, experiencia, motivación, capacidad de trabajo en equipo, alineación con los objetivos y actitud (proactivo / pasivo) teniendo un gran impacto en los resultados de la gestión de activos.

Es por ello necesario que la Organización tenga que verificar que estas personas tengan valores, actitudes, conocimientos, talentos y experiencias que sean compatibles con lo que se espera de ellos respecto a la gestión de activos.

El primer paso sería comprobar la competencia de las personas. Para lo cual, la ISO 55002 (2014) vuelve a recomendar la realización de un análisis de brechas, que determine cuales son las competencias requeridas para cada persona en función de su rol y responsabilidades dentro del SGA, y cuál es el estado actual. A la hora de asignar a cada actividad su responsable, el Gestor de Activos ha de asegurar que es factible que la capacidad de este sea suficiente para realizar la actividad.

Teniendo en cuenta lo anterior, la Organización podría organizar sesiones y trainings con la ayuda de capacitadores cualificados y experimentados en las distintas áreas de negocio con repercusión en el SGA, por ejemplo, los responsables de los departamentos. En caso de no haberlos, se podría plantear la contratación de los mismos. La norma propone una serie de controles que mitigue este riesgo por falta de competencia en la gestión de activos:

“-La evaluación de competencias para los roles, las responsabilidades y las obligaciones de rendición de cuentas que asumirán todas las partes interesadas;

-La alineación con los objetivos organizacionales, así como con su política de gestión de activos, objetivos de gestión de activos, PEGA y plan de gestión de activos;

-La creación de programas de desarrollo personal que identifiquen la formación, educación, desarrollo y otros apoyos necesarios para alcanzar la competencia requerida;

-La provisión de formación y orientación, incluyendo la selección de métodos y materiales adecuados;

-El compartir conocimientos y tareas;

-Planes de gestión de relevos y conocimiento;

-El empleo o contrato de personas competentes;

-La formación de grupos específicos;

-La documentación y el monitoreo de la formación recibida;

-La evaluación de la formación recibida comparada con las necesidades y requisitos de formación definidos, para comprobar la conformidad con los requisitos del sistema de gestión de activos.”

El PEGA debe incorporar objetivos relativos a formación. En el caso de las utilities, es bastante común la subcontratación de parte de las actividades de gestión de activos, por lo que será fundamental exigir la participación de los trabajadores de estas subcontratas en las formaciones para alinearlos con los objetivos de la Organización

Debe existir una segregación del conocimiento respecto de todos los elementos que integran el SGA, ya que el hecho de que lo tenga solo una persona conlleva un riesgo alto para la Organización a nivel de continuidad de las operaciones. La Utility debería establecer objetivos a nivel de formación del personal. Por ejemplo, una parte de la jornada laboral debería cubrirse con sesiones de formación, tanto presenciales como telemáticas (webinars), midiéndose en horas, y teniendo que llegar a un número determinado de estas por cada trabajador. Priorizando aquellas formaciones que puedan resultar de utilidad para el rol que desempeña.

El objetivo es hacer que ningún trabajador sea imprescindible con el consiguiente riesgo de perder el conocimiento de este de forma indefinida. La Utility debe actuar como un sistema cerrado respecto a los flujos de conocimiento.

4.2.2.3 Toma de conciencia

La concienciación incluye a todas aquellas personas que de una forma directa o indirecta participan a lo largo del ciclo de vida de los activos (de cualquier tipología) dentro de la Organización. Según la ISO 55002 (2014) las personas que trabajen bajo el control de la Organización deberían ser conscientes de la política de gestión de activos (Apartado 4.1.2.2) y de lo siguiente:

“-La causa por la cual la gestión de activos es importante para la Organización;

-Las implicaciones de los cambios en la operación de la Organización (por ejemplo, si la Organización cambiara sus procesos operacionales o los objetivos de desempeño, los responsables del sistema de la gestión de activos deberían ser conscientes de cualquier impacto que resulte de ello);

-Su contribución a la eficacia del sistema de la gestión de activos, incluyendo los beneficios del desempeño mejorado del sistema de gestión de activos;

-Las consecuencias (reales o potenciales) de sus actividades laborales en los riesgos relacionados con la gestión de activos, su comportamiento y los beneficios en la gestión de activos de una mejora del desempeño personal y el modo en el que se relacionan entre sí;

-Sus roles, responsabilidades y autoridad, así como también la importancia de su contribución en el logro de los requisitos de la política de gestión de activos y del sistema de gestión de activos;

-El grado de desempeño de la Organización en el logro de sus objetivos.”

En la Utility las personas encargadas de las soldaduras a lo largo de las conducciones deben conocer cuál es el impacto ambiental y las consecuencias que puede tener a nivel administrativo la existencia de fugas en estas. Esto repercutirá positivamente en la ejecución del trabajo por varios motivos:

- El trabajador es consciente de la importancia de su trabajo
- El trabajador conoce los peligros y riesgos asociados a su trabajo
- Se favorece el sentimiento de pertenencia a la Organización
- El trabajador se vuelve un poseedor del conocimiento, el cual podrá trasladar a futuras promociones

Una buena forma de aprovechar los trainings para la toma de conciencia de los trabajadores es no solo realizarlos sobre la especialidad de cada uno, sino que existan un número de horas destinadas a formación básica y genérica sobre las actividades realizadas dentro de la Organización.

4.2.2.4 Comunicación

Se debe informar a las partes interesadas sobre las actividades de gestión de activos que les afecten ya sea de forma directa o indirecta, debiéndose distinguir las comunicaciones internas de las externas. Tal y como se muestra en la tabla 11, todas las comunicaciones que se han ido efectuando han de guardar el mismo formato quedando registradas para tener la máxima trazabilidad de forma que puedan ser evaluadas y/o modificadas posteriormente en caso de ser necesario. Este formato también podría ser válido para enviar las órdenes de trabajo.

En caso de que la Organización esté certificada en algún otro SG de la ISO, podrá utilizar los mecanismos de comunicación implantados para todo lo relacionado con la gestión de activos. Siempre y cuando se cumpla con los requisitos de información documentada propuestos en el apartado 4.2.2.5.

Tabla 11: Tabla de registro de comunicaciones

MENSAJE PRINCIPAL		
EMISOR	RECEPTOR/ES	FECHA
RESPONSABLE DE LA EMISIÓN	CONTENIDO	

Fuente: Elaboración propia

Una vez escogido el formato del mensaje, se debe establecer un plan de comunicación que, según se indica en la ISO 55002 (2014), deberá tener en cuenta lo siguiente:

“-Generar conciencia de los requisitos y las expectativas de la gestión de activos;

-Desarrollar conocimiento sobre el modo en el que la implementación del sistema de gestión de activos puede impactar a las partes interesadas;

-Promover el compromiso con las partes interesadas para adoptar transparencia y crear responsabilidad para el sistema de gestión de activos;

-Gestionar, informar e influenciar a las partes interesadas que puedan tener impacto directo en los planes de gestión de activos y en el logro de los objetivos de la gestión de activos. “

Maite Navarro (2012) propone que el contenido del plan de comunicación se estructure de la siguiente manera:

- a) Estudio del entorno. Donde hay que ver el tipo de comunicación interna existente y analizar el contexto de la Organización el cual se ha tratado en el punto 4.1.1 de la Guía.
- b) Objetivos de comunicación. Donde hay que definir qué es lo que se quiere conseguir con el plan de comunicación. Forman parte de los objetivos de PEGA del apartado 4.2.1.1.
- c) Partes interesadas. Son aquellos grupos de personas analizadas en el apartado 4.1.1.2 de la Guía que son destinatarios de la información.
- d) El mensaje. Que es la información del SGA que se desea comunicar, y debe atender al formato de la Tabla 11.
- e) La estrategia. La cual consiste en explicar por qué se va a comunicar de una u otra forma. Debe definirse en formato de política en la que se establezcan las directrices de comunicación en el ámbito de gestión de activos.
- f) Acciones de comunicación, donde se explican cómo se van a alcanzar los objetivos de comunicación del SGA, es decir, los planes de gestión de activos para cumplir con los objetivos específicos de gestión de activos analizados en el apartado 4.2.1.1.
- g) Control y seguimiento, teniendo que definir indicadores, los cuales, tras efectuar mediciones periódicas, permitirán llevar a cabo acciones correctoras, y de esta manera, mejorar el plan de comunicación. Esta acción, estará incluida dentro del apartado 4.6 como parte de la mejora continua del SGA y en el apartado 4.4.1, donde se incluyen métricas que miden el desempeño de la comunicación.

En la política de comunicación se deben mostrar las directrices para valorar lo crítico que es un mensaje y a que receptores debe llegar, a fin de evitar una sobrecarga de mensajes enviados a personas que no aporte valor y que pueda suponer un riesgo de fuga de información. De la misma forma, se debe ser

Sin restricción

preciso en seleccionar los receptores de forma que no haya partes interesadas en la comunicación que no la reciban.

Para seleccionar los destinatarios se podrá utilizar el criterio expuesto en la matriz de partes interesadas de la figura 6. El mensaje podrá variar en tamaño, y será cualquiera relativo a la gestión de activos de la Organización, por ejemplo, que se va a iniciar un plan de renovación de sensores de nivel en las plantas depuradoras.

A modo de ejemplo para el caso de la Utility, un objetivo de comunicación podría ser el de reducir el impacto ambiental de la misma, reduciendo el consumo de papel y por tanto prescindiendo de tecnología de impresión lo que además tendrá un efecto reductor en el coste.

En este ejemplo, las partes interesadas a las que habrá que comunicar este objetivo de comunicación y su estrategia serán los empleados de la Organización, y no aquellos agentes externos a ella. Por otro lado, uno de los indicadores que se puede utilizar para ver si se está utilizando menos papel en las comunicaciones es a través de los residuos generados, o la cantidad de papel adquirida en el último año.

La comunicación de las iniciativas de gestión de activos puede ser específica, operativa o estratégica en función de las partes interesadas a las que se dirija (Chulliyil, 2019). Por ejemplo, las medidas de rendimiento y la evaluación comparativa se dirigirán a los integrantes de la Alta Dirección. Los niveles de servicio y los objetivos se dirigen a todas las partes interesadas incluyendo al personal, la dirección y el consejo. Una nueva normativa sobre la gestión medioambiental del agua de la provincia donde la Utility opere puede ser un mensaje específico para el departamento que se ocupe de la sostenibilidad y para el departamento técnico que sea el encargado de realizar los cambios tecnológicos en caso de ser necesarios. La financiación de las actividades de gestión de activos y la elaboración de inventarios son mensajes específicos dirigidos a la Alta Dirección, y a los inversores en caso de haberlos.

Los mensajes operativos son información clara y precisa sobre las operaciones actuales de los activos y la retroalimentación. Por ejemplo, las consultas sobre interrupciones o cambios en el funcionamiento de la red de abastecimiento, las operaciones de las instalaciones, los programas de mantenimiento periódicos requieren una comunicación dirigida al personal de operaciones. Las encuestas de satisfacción de los clientes y los comentarios se dirigen al público. Los mensajes estratégicos son una información clara y precisa dirigida a todas las partes interesadas para comunicar cómo prestará la Utility sus servicios en el futuro, emplear la planificación del ciclo de vida en la priorización de proyectos, definir los niveles de servicios, definir los marcos de riesgo y elaborar programas de trabajo que deben llevarse a cabo de forma planificada y coordinada. Estos mensajes pretenden demostrar cómo las iniciativas de gestión de activos de la política estratégica de la política de gestión de activos son aplicadas por el personal de la Utility.

En relación con los canales disponibles para comunicar a las Chulliyil (2019) señala los siguientes:

- Infografía. El uso de gráficos para representar piezas de infraestructura y estadísticas que son menos atractivas de comunicar, por ejemplo, mediante el uso de tecnologías de BI tal y como se ha comentado anteriormente
- Videos. Utilización de videos en canales como YouTube para explicar cuestiones de interés para el público sobre el SGA
- Páginas web. El uso de las infografías y vídeos anteriores para crear unas páginas web más atractivas y ricas en contenido para comunicar la gestión de activos a las partes interesadas.
- Medios de comunicación. Para anunciar cuándo se van a realizar obras de mejora de la infraestructura o los planes de eficiencia y manejo inteligente del recurso. Por ejemplo, en periódicos locales.
- Redes sociales. Las publicaciones en Facebook, LinkedIn y Twitter pueden dirigirse a un grupo específico de interesados.

4.2.2.5 Requisitos de información documentada

Se entiende por requisitos de información, aquellas particularidades de comunicación que son necesariamente

distintas en función de cada área de gestión de activos de la Organización, el tipo de comunicación a realizar (conforme ha comentado en el apartado anterior, existen tres: específica, operativa y estratégica) y el canal donde hacerlo.

Este apartado da cumplimiento a la cláusula 7.5 y 7.6 de la ISO 55001 (2014), donde se deben identificar los requisitos de información relativos a:

- Estrategias y planificación (4.2.1.2 y 4.3.5)
- Procesos y procedimientos de gestión de activos (4.1.2 y 4.1.3)
- Propiedades técnicas y físicas de los activos (4.1.3)
- Gestión de mantenimiento de activos (4.5.2)
- Gestión de la información del desempeño (4.4.1)
- Gestión financiera de los activos (4.5.3 y 4.5.4)
- Gestión de recursos humanos (4.1.2.3, 4.1.3.9 y 4.2.2.2)
- Gestión de riesgos asociados a activos (4.3 en su conjunto, aplicando a todo lo anterior)
- Planificación de auditorías (4.4.2)
- Gestión de contratos relativos a los activos (proveedores, terceras partes, etc.). Se debe atender a varios criterios que aseguran la calidad de la información y datos documentados:
 - Precisión, los detalles de la información almacenada deben ser correctos
 - Completitud, el registro debe tener todos los atributos necesarios
 - Validez, la información respeta todas las normas y estándares
 - Consistencia, una entidad que esté representada en varios documentos debe coincidir en contenido
 - Unicidad, solo existe una representación para cada entidad física
 - Puntualidad, la información debe tener acceso fácil cada vez que sea requerida y debe ser fácil de actualizar.

En el caso de que proveedores externos y servicios subcontratados sean responsables de la recolección de información, se debe definir en el contrato en el apartado de criterio de calidad de la información.

4.3 Administrar riesgos

En este paso se integra la ISO 31000 (2018) sobre la gestión del riesgo a la metodología de la Guía, alineándola con las cláusulas asociadas a riesgos de la ISO 55001 (2014) (cláusulas 6.1 y 6.2).

4.3.1 Evaluación del riesgo asociado a la gestión de activos

El suministro de agua implica riesgos tanto a nivel operacional, como a nivel estratégico asociado a su negocio. Estos riesgos operacionales y estratégicos deberán de ser evaluados atendiendo a la definición de evaluación del riesgo “*es el proceso global de identificación del riesgo, análisis del riesgo y valoración del riesgo*” (ISO 31000, 2018).

Resultado de esta evaluación, las organizaciones, y en este caso la Utility, podrán tomar decisiones basadas en riesgo en materia de gestión de activos ayudando a diseñar tanto el PEGA (evaluación de riesgos estratégicos y operacionales) como PGA (planes de acción para mitigar los riesgos) conformando el SGA que persigue este TFM.

4.3.1.1 Objetivos de la gestión de riesgo

Puesto que los objetivos de la Organización en materia de gestión de activos se pueden plantear como un resultado de la evaluación de riesgos (Apartado 4.2.1.2), resulta fundamental el determinar cuáles son los riesgos más críticos, tanto a nivel estratégico como operativo para diseñar el PEGA, y posteriormente el PGA con sus distintos planes de acción y actividades de acuerdo con los recursos de los que se dispone.

De las distintas tipologías de objetivos expuestas en el apartado 4.1.1.1, es decir, objetivos políticos, económicos, sociales, tecnológicos, legales, medioambientales, de comunicación y de formación se deberá tratar de identificar cuáles son los riesgos que les afectan y qué en caso de materializarse, puedan impedir su consecución.

Para ello, se debe tener conocimiento del contexto de la Organización, lo cual incluye su operativa, las partes interesadas, los roles y responsabilidades, los departamentos que la integran, los objetivos estratégicos de la Organización, los objetivos específicos del SGA (en caso de que se haya fijado alguno anteriormente), los sistemas ISO en la que está certificada y los activos que la componen, lo cual incluye el conocimiento de sus características operativas, funcionales y documentales.

4.3.1.2 Identificación de los riesgos

Como primer paso en la evaluación de los riesgos, la ISO 31000 (2018) propone algunos métodos de identificación del riesgo:

“- los métodos basados en evidencias, ejemplos de esto son las listas de verificación y las revisiones de datos históricos;

- los enfoques sistemáticos del equipo, donde un grupo de expertos sigue un proceso sistemático para identificar riesgos por medio de un conjunto estructurado de proposiciones o preguntas;

- las técnicas de razonamiento inductivo, tal como HAZOP. Para mejorar la precisión y la exhaustividad de la identificación del riesgo se pueden aplicar diversas técnicas de soporte, incluidas tormenta de ideas y la metodología Delphi.”

No obstante, la ISO 31010 (2011) proporciona una información más exhaustiva sobre qué técnicas aplicar en cada fase de evaluación del riesgo. De acuerdo con la tabla extraída de la norma y presentada en el apartado 4.3.1.7 (tabla 13) se clasifican como *“muy aplicables”* para la etapa de identificación:

a) Identificación de riesgos estratégicos o de alto nivel

- Tormenta de ideas o “brainstorming” es una técnica de pensamiento creativo utilizada para estimular la producción de un elevado número de ideas, por parte de un grupo, acerca de un problema, en este caso la identificación de posibles riesgos asociados a la Organización. Esta herramienta al necesitar pocos recursos será la utilizada en el caso práctico del apartado 4.3.5.
- Entrevistas estructuradas o semiestructuradas, consiste en llevar a cabo entrevistas con expertos de diversas disciplinas respecto de un riesgo, para así poder cuantificarlo de la forma más transversal posible.
- Delphi, es un método de investigación que intenta obtener respuestas a un problema específico de manera consensuada. El funcionamiento de este método se basa en la respuesta a un cuestionario, por parte de expertos de las distintas disciplinas de la Organización, que posteriormente será evaluado y reconsiderado nuevamente por los expertos, en este caso en gestión del riesgo.
- Análisis de escenario, esta clase de análisis se utiliza en investigaciones, elaboración de nuevos productos, diseño de planes estratégicos y valoraciones de empresas. Es decir, en campos donde el futuro constituye un elemento generador de riesgo. El hecho de que estos mecanismos de análisis tengan en cuenta variables de riesgo y probabilidades hace que sus resultados sean tomados en cuenta como estimaciones. Es decir, no se consideran valores absolutos e inamovibles. Resulta muy útil para la identificación de riesgos económicos asociados a la inversión.
- RCM, o mantenimiento centrado en fiabilidad, se basa en un análisis de las funciones de los sistemas y subsistemas, y no en el análisis de cada componente en particular. El RCM constituye un marco en el cual diferentes tipos de actividades reactivas y proactivas son implementadas de forma sincronizada para lograr la optimización deseada.
- Matriz de riesgos, es una herramienta visual que permite evaluar y comparar las dos dimensiones fundamentales del riesgo. Por un lado, el impacto que supone la materialización del riesgo para la Organización, y por otro, la probabilidad (en caso de evaluar con qué frecuencia se materializa) o

la exposición (en caso de evaluar cómo de expuesto se está ante eventos generadores de riesgo). Esta herramienta también resulta de utilidad para identificar riesgos operacionales.

b) Identificación de riesgos operacionales

- Listas de verificación, son herramientas destinadas a facilitar la identificación de riesgos operacionales presentes en las distintas áreas de la Organización. Se plantean como un instrumento de diagnóstico para poder determinar el estado en el que se encuentran, por ejemplo, los activos de cualquier tipo, particularmente en seguridad e higiene laboral. Muy utilizada para identificar riesgos asegurables.
- PHA o Análisis preliminar de peligros, utilizada en las organizaciones para proyectos de los cuales no se tiene mucha información o que hacen parte de procesos que pueden tener un alto nivel de especialización.
- HAZOP, o análisis funcional de operatividad, es una técnica empleada en investigar cómo el sistema o la planta se desvían de la intención del diseño y crean riesgos para el personal y los equipos y problemas de operatividad. Los estudios HAZOP se han utilizado con gran éxito en la industria química y petrolera para obtener plantas más seguras, eficaces y fiables.
- HACCP, o análisis de peligros y puntos críticos, es un enfoque preventivo sistemático de la seguridad alimentaria frente a los riesgos biológicos, químicos, físicos y, más recientemente, radiológicos en los procesos de producción que pueden hacer que el producto final no sea seguro, y diseña medidas para reducir estos riesgos a un nivel seguro.
- SWIFT, la técnica estructurada “what if” es un sistema que utiliza toda la información precisa de un área, para generar una serie de preguntas en la cual se discutirán riesgos y peligros al igual que controles; con el fin de entender y asegurar que los procesos en cada área se llevan adecuadamente.
- Análisis modos y efectos de falla, es un método utilizado para prevenir fallas y analizar los riesgos de un proceso mediante la identificación de causas y efectos a fin de determinar las acciones que se utilizarán para inhibir las fallas. En este caso, la identificación del riesgo sucede de manera posterior al fallo, en aras de adelantarse al mismo en el futuro.
- Análisis de causa y efecto o diagrama de “Ishikawa”, al igual que la anterior técnica, la identificación del riesgo se obtiene post fallo. En este caso, se utiliza un diagrama con forma de pez en el cual se representan todas las etapas de gestión del riesgo o problema a solucionar.
- Análisis de fiabilidad humana. Consiste en predecir las probabilidades de que suceda un error humano y evaluar el deterioro de un sistema individuo-máquina causado por estos errores (tomados aisladamente o en relación con el funcionamiento de los equipos técnicos), por los procedimientos o las prácticas de ejecución, así como por las otras características del sistema o de la persona que influyen en el comportamiento de este. (Swain y Guttman, 1983).

Todas las técnicas anteriormente mencionadas, son muy similares entre sí, y muchas veces, unas son resultado de la combinación de otras. La diferencia la marcará si lo que se busca es identificar los riesgos, o gestionarlos (evaluación y establecimiento de medidas de control). Cabe añadir, que, existen técnicas que se suelen aplicar para la evaluación de riesgos, tales como el análisis modos y efectos de falla, el análisis de causa y efecto, y el RCM, en las cuales la identificación de riesgos es consecuencia de esta evaluación.

Por ejemplo, si se tiene identificado un riesgo de falla en la compuerta de un tanque, y tras aplicar un RCM en el cual el gestor se adelanta al fallo reemplazando una pieza de vida limitada por otra nueva, se puede obtener información adicional evaluando el estado de esa pieza conociendo otras fallas responsables a donde se trasladará el nuevo riesgo.

La elección de cual utilizar dependerá de los siguientes factores:

- Recursos y capacidades, es decir, el nivel de la competencia Gestor de Activos, los recursos de los que se dispone, el nivel de conocimiento de las personas involucradas (expertos de las disciplinas de gestión de activos), el tiempo disponible para llevarlo a cabo, etc.
- Naturaleza y grado de la incertidumbre, ya que, atendiendo al tipo de negocio de cada Organización, habrá técnicas que no tendrá sentido aplicar. Por ejemplo, si hablamos de la técnica de análisis de modos de falla, y la Organización es una Aseguradora Médica, no tendrá sentido utilizar esta.
- Complejidad, hay técnicas que requieren un grado de conocimiento previo que, especialmente en estados tempranos de aplicación de esta Guía, probablemente no se tenga. Es por ello por lo que se elegirán técnicas a más alto nivel, es decir, más sencillas y sin entrar en tanto detalle.
- Apetito al riesgo, si el riesgo identificado es lo suficientemente pequeño para que, en caso de materializarse, a la Organización no le suponga una pérdida inaceptable, no tendrá sentido movilizar recursos para gestionarlo, de forma que se prioricen otros más críticos.

En estados iniciales de aplicación, para determinar los riesgos más críticos, bastará con utilizar técnicas que impliquen pocos recursos y que sean fáciles de aplicar, ya que será menos importante el aplicar técnicas con mayor incertidumbre porque servirá como punto de partida de la primera iteración para jerarquizar riesgos. Por ejemplo, la tormenta de ideas entre expertos.

Ya más avanzado el sistema, para determinar aquellos riesgos cuya criticidad no es tan evidente, se puede utilizar un análisis de causa-efecto, el cual puede proporcionar resultados cuantitativos siendo su uso de recursos y complejidad mayor. La "lista de riesgos" final debe verificarse para comprobar su coherencia con los objetivos y planes de negocios de la Organización y los procesos de gestión de riesgos previstos.

No obstante, no solo va a depender de los recursos el aplicar una técnica u otra, sino también el tipo de riesgo evaluado. De lo comentado en el apartado 4.3.1.1, los riesgos estratégicos y su identificabilidad van a ser diferentes de aquellos operacionales, ya que sus necesidades serán distintas.

Un riesgo estratégico es aquel que tiene impacto en diversas áreas de la Organización, y por ello, será identificable por diferentes responsables y personal de las áreas, mientras que un riesgo operacional, como puede ser aquel asociado a la rotura de una bomba, será identificable por los expertos y responsables de la operación en cuestión.

Otra buena diferenciación entre ambos es el alcance de estos, de acuerdo con la ISO 55002 (2014). Un riesgo estratégico siempre hará referencia a sistemas de activos de todas las tipologías, mientras que el riesgo operacional hará referencia a activos físicos individuales.

En la tabla 12 se presentan distintos riesgos identificados a nivel estratégico asociados a una Utility. Para ello, se han estudiado 14 disciplinas o categorías de riesgo, identificando algunos de sus riesgos más evidentes.

Cabe añadir que, esta fase de identificación de riesgos se ha de abordar de forma que se presuponga que para cada riesgo no existe ningún mecanismo de control o mitigación, es decir, se considera el que existe de manera intrínseca en cada categoría descrita. Esta es la definición de riesgo inherente o bruto, el cual se comentará más adelante.

Tabla 12: Listado de riesgos estratégicos de la gestión de activos identificados en una Utility de aguas

Categoría del riesgo	Descripción	Riesgos identificados
Riesgos políticos y regulatorios	Son aquellos riesgos generados por las decisiones políticas que afectan a la actividad de la Organización	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de los costos de los trámites con la administración pública • Posibilidad de nacionalización total o parcial de forma que el negocio se adquiere (por parte del estado) por debajo de un valor justo
Riesgos de cumplimiento	Son aquellos riesgos que tienen como resultado el incumplir las leyes, regulaciones, normas, estándares de autorregulación y códigos de conducta aplicables a sus actividades	<ul style="list-style-type: none"> • Posible pérdida de confianza de los inversores • Sanciones por incumplimiento de la normativa aplicable, por ejemplo, en materia de normas de calidad del agua, de manipulación y almacenamiento de productos químicos de tratamiento, de descarga de desechos y de salud y la seguridad del personal operativo y la gente que vive cerca • Omisión de adaptación y certificación sobre estándares líderes en la industria generando desconfianza de inversores, imposibilitando la recepción de ayudas/subvenciones, etc. • Posible pérdida de licencias para la operación de sistemas de gestión de aguas
Riesgos operativos en el servicio de agua y de continuidad	Son aquellos riesgos que puedan generar una discontinuidad operativa de la Organización en sus operaciones de suministro de agua.	<ul style="list-style-type: none"> • La infraestructura y los procesos asociados a ella están desfasados • No se mantienen los niveles de servicio óptimos de los activos físicos • No se acaban los proyectos • Entrega de agua de peor calidad • Discontinuidad en la entrega de recurso

		<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de confianza del consumidor • Gestión errónea del OPEX
Riesgos operativos en el servicio de agua de desecho y de continuidad	Son aquellos riesgos que puedan generar una discontinuidad en la operativa normal de la Organización en sus operaciones para la gestión de aguas residuales	<ul style="list-style-type: none"> • Desbordamiento en las redes de alcantarillado • No se mantienen los niveles de servicio óptimos de los activos físicos • Contaminación al medio • Sanciones administrativas • Daño reputacional • Gestión errónea de OPEX
Riesgos de venta y comerciales	Son aquellos riesgos que, en caso de materializarse, puedan tener un impacto negativo tanto a medio como a largo plazo en el balance de resultados producido por una disminución de ventas.	<ul style="list-style-type: none"> • Sanciones administrativas derivadas de mala praxis comercial • Pérdida de confianza del consumidor • Impago de los consumidores derivados de una mala gestión del cobro • Aumento de la deuda incobrable desencadenando en una menor rentabilidad
Riesgos financieros y de inversión	Son aquellos riesgos que tienen como consecuencia para la Organización la pérdida de dinero debido a la realización (o no realización) de inversiones equivocadas (o necesarias)	<ul style="list-style-type: none"> • Obtención de peores calificaciones crediticias, los costos de financiación asociados o un menor acceso a los mercados de capital de deuda, lo que conduce a una menor liquidez y afectando negativamente el rendimiento económico del valor del capital regulatorio • Viabilidad a largo plazo de las decisiones de inversión • Gestión errónea de CAPEX

Sin restricción

Riesgos relativos a la cadena de suministro y entrega del recurso	Son aquellos riesgos que puedan generar una discontinuidad en la operativa normal de la Organización producto de una mala gestión de la cadena de suministro	<ul style="list-style-type: none"> • Incapacidad de aprovisionamiento en tiempo y forma de aquellos activos necesarios para el normal desempeño de la actividad. • Mala gestión de stock de forma que cuando se necesite un material no se pueda disponer de él, o bien porque sufre daños en la etapa de almacenamiento.
Riesgos para la retención del conocimiento	Son aquellos riesgos derivados de la incapacidad de la Organización en mantener la competencia técnica de los trabajadores dentro de la misma	<ul style="list-style-type: none"> • Imposibilidad de sustituir a trabajadores con expertise y know-how crítico para la Organización.
Riesgos IT	Es el riesgo asociado al uso, la propiedad, el funcionamiento, la participación, la influencia y la adopción de las tecnologías de la información en la Organización	<ul style="list-style-type: none"> • Eventuales pérdidas de información técnica que pongan en peligro una correcta toma de decisiones afectando al servicio prestado producto de ciberataques o uso perverso de los sistemas IT. • Potencial incapacidad de respuesta ante eventos catastróficos que pongan en peligro la propiedad, la infraestructura y los activos en general. Por ejemplo, hackeo de sistemas de comunicación y monitoreo de instalaciones • Fugas de información con afectación en materia de GDPR.
Riesgos de seguridad y salud	Son aquellos riesgos que, en caso de materializarse, puedan comprometer la seguridad y salud de los trabajadores en el desarrollo de sus funciones dentro de la Organización	<ul style="list-style-type: none"> • Malas prácticas en el trabajo que pongan en peligro integridad e incluso la vida de los trabajadores • Eventual daño a propiedad e infraestructura privada, pública o comercial
Riesgos medioambientales	Son aquellos riesgos que puedan provocar una catástrofe en el medio como consecuencia del desarrollo de la actividad de la Organización	<ul style="list-style-type: none"> • Eventual daño del medio consecuencia de fugas de aguas de desecho dañando a la vida salvaje (marina o terrestre) y otros espacios naturales que pueden escalar en multas e incluso a la inhabilitación en la prestación del servicio

Riesgos de I+D	Son aquellos riesgos derivados de actividades de I+D dentro de la empresa, teniendo como consecuencia la falta de aprovechamiento de todo el potencial de los nuevos activos generados.	<ul style="list-style-type: none"> • La inversión dedicada a I+D no tiene un retorno suficiente para hacerla viable
Riesgos de catástrofes a gran escala	Son aquellos riesgos generados por la posibilidad que ocurra una catástrofe natural que ponga en peligro tanto a los activos como a la operativa normal de la Organización.	<ul style="list-style-type: none"> • Eventual materialización de desastres naturales que pongan en peligro la infraestructura y el sistema en general, pudiendo incurrir en discontinuidades de operación.
Riesgos de competencia	Son aquellos riesgos derivados de la competencia en el mercado entre empresas que ofrecen los mismos tipos de servicio	<ul style="list-style-type: none"> • Posible cambio en la regulación que pueda derivar en una liberalización total del mercado, de forma que se pueda perder cuota de negocio.
Riesgos de subcontratación	Son aquellos riesgos en los que se incurre a la hora de subcontratar a un proveedor externo una actividad, un proyecto o un servicio	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de dependencia respecto del proveedor de productos y servicios (riesgos de lock-in) • Potencial falta de expertise, know-how y tecnología del proveedor para llevar a cabo el servicio subcontratado • Pobre estabilidad financiera del proveedor • Escasa capacidad de adaptación al cambio por parte del proveedor ante requerimientos regulatorios, funcionales o tecnológicos.

Fuente: Elaboración propia

Sin restricción

4.3.1.3 Análisis del riesgo. Riesgo inherente

Una vez se tiene identificado un riesgo, ya sea a nivel estratégico o a nivel operacional, existen dos dimensiones que se deben estudiar, para así poderlo cuantificar y poder tomar decisiones en función de ello. Estos son el impacto y la probabilidad o exposición, y constituyen las dos dimensiones necesarias para ubicar un riesgo dentro de las herramientas gráficas de riesgo. (ver apartado 4.3.1.5)

Estas dos dimensiones, se pueden evaluar de diferentes maneras, y dependen de si el tipo de riesgo es estratégico u operativo. En el primer caso, como se ha comentado anteriormente, los responsables de los departamentos que integran la Utility son conocedores y pueden identificar y valorar los riesgos estratégicos de la Organización. Mientras, para el segundo caso, son las personas de primera línea de operación, los que pueden identificarlos y valorarlos con más precisión.

Por ello, las herramientas utilizadas para valorar uno u otro serán distintas. El presente TFM propone que para los riesgos estratégicos se implemente una metodología de valoración, que sea seguida por los responsables de los departamentos y que tenga como resultado la obtención de una clasificación de los riesgos estratégicos atendiendo a su criticidad.

De esta forma, cada responsable valorará el riesgo en base a su impacto y a la exposición al mismo, es decir, aportará una opinión cualitativa acerca del riesgo, que la propia metodología cuantificará y clasificará.

Por otro lado, el análisis de riesgos en el plano operacional se refiere principalmente a fiabilidad de los componentes del sistema, por ejemplo, para determinar el riesgo de fallo en cualquier etapa de operación dentro del ciclo de vida de los activos físicos, incluyendo la fase de desecho y tratamiento. El análisis puede ser resumido (Egerton, 1996):

- ¿Qué puede ir mal con el sistema?
- ¿Cuáles son los efectos y las consecuencias del fracaso?
- ¿Con qué frecuencia se producirá ese fallo?

En el caso de equipos poco fiables o muy utilizados, un análisis de los datos históricos puede ser suficientes para determinar frecuencias de fallo. En ausencia de tales datos, habrá que echar mano de las técnicas de evaluación de riesgos presentadas en los apartados 4.3.1.2 y 4.3.1.7, como por ejemplo el árbol de fallos análisis (Parr y Cullen, 1988) y el modo de falla y el análisis de los efectos (Demotier, 2002).

Todos los riesgos analizados sin tener en cuenta los controles utilizados para su mitigación, se definen como riesgo inherente o bruto. Si bien estos no representan una imagen real de la Organización, ya que ya existirán controles que mitiguen algunos de ellos (de lo contrario la Organización no podría funcionar). La identificación bruta de los mismo es un paso necesario dentro del ciclo de gestión de riesgos.

4.3.1.3.1 Dimensiones del riesgo. Impacto, probabilidad y exposición

La ISO 31000 (2018) define la consecuencia (impacto) del riesgo como el *“resultado de un evento (3.5) que afecta a los objetivos”* y la probabilidad como la *“posibilidad de que algo suceda”* constituyendo ambas dimensiones como elementos que definen el riesgo.

Tradicionalmente, la dimensión de impacto se ha asociado con las consecuencias económicas que tiene la materialización del riesgo. No obstante, existen otras ópticas que se han de tener en cuenta para evaluar el impacto. En total son los siguientes:

1. Económico. Son las consecuencias económicas de la materialización del riesgo.
2. Continuidad de negocio y de las operaciones. En este caso, la materialización del riesgo no desencadena de forma directa una pérdida económica, pero sí la paralización de la actividad, lo cual resultaría en una pérdida de viabilidad de esta.
3. Imagen. Un desgaste de la imagen de la empresa puede poner en riesgo la viabilidad de esta, ya que se produce una pérdida de afinidad con la marca por parte de las partes interesadas tales como clientes o inversores.

No obstante, estas ópticas son útiles para evaluar el impacto en la Organización de los riesgos estratégicos o de

alto nivel. A nivel operativo, por ejemplo, no tiene sentido evaluar la imagen corporativa, por lo que se tendrán que utilizar otras herramientas de valoración que se comentan más adelante.

Cabe añadir que, en esta metodología, se han de hacer dos consideraciones teóricas. En primer lugar, la ISO 31000 (2018) considera que el impacto o la consecuencia de que el riesgo se materialice puede ser positivo, lo cual no se va a considerar ya que el propósito de la Guía es la de mejorar la Organización y su gestión, por lo que se hace un ejercicio de mejora de una situación anterior, que se sobreentiende que o bien es negativa, o bien es mejorable.

La variable probabilidad que define la norma, se va a dividir en dos dimensiones que, pese a que aluden al mismo aspecto del riesgo, tienen usos distintos. En primer lugar, la probabilidad, donde la existencia del riesgo es una circunstancia conocida y se da por hecho, por eso es posible reducirlo a una variable probabilística, es decir, “como de posible es que se de este evento”. Esta resulta de utilidad para abordar riesgos a nivel operativo.

Por otro lado, la exposición, donde el riesgo es consecuencia de la/s actividad/es desarrolladas en la Organización. Esta, es más útil para conocer riesgos en los que no se ha pensado y desde un enfoque más genérico, global o de alto nivel.

Se proponen cinco ópticas desde las cuales ha de abordarse la valoración de la exposición con respecto de los riesgos de alto nivel:

1. Tendencias del sector. Se determina si el evento de riesgo sucede en otras Organizaciones de la misma naturaleza, o es un problema exclusivamente de la citada Organización.
2. Frecuencia de ocurrencia de la actividad generadora de riesgo. Es decir, cuáles son las actividades de la Organización que generan el riesgo identificado y cada cuanto se llevan a cabo. A más actividades que generen riesgo, más expuesto se está al mismo.
3. Áreas intervinientes en la actividad generadora de riesgo. A más áreas intervinientes, más extendido está el riesgo, y su mitigación requerirá de medidas más transversales.
4. Incidencias históricas de la actividad generadora de riesgo. Esta dimensión es la clásica asociada a la probabilidad. Con que frecuencia se ha materializado el riesgo identificado en el pasado.
5. Complejidad de la actividad generadora de riesgo. Lo cual hace referencia a cómo de difícil es entender la actividad generadora de riesgo, y la cantidad de recursos que se han de utilizar para su comprensión.

El caso práctico (apartado 4.3.5) muestra todo el ciclo de gestión de riesgos de alto nivel, para el cual se ha aplicado una metodología de valoración de los 30 riesgos más importantes identificados por los Responsables de los departamentos que constituyen la Utility, de forma que mediante un análisis cualitativo y cuantitativo, se identifican aquellos riesgos más críticos a partir de los cuales se podrán establecer los objetivos del PEGA, ya que todos los riesgos, de una forma u otra, se pueden mitigar desde un punto de vista de gestión de activos.

En lo referente a los riesgos operaciones, por las propias limitaciones tanto de extensión como de recursos materiales y de información, no se realizará un caso práctico. No obstante, en el apartado 4.3.1.7 se señalan algunas de las herramientas a utilizar más convenientes.

4.3.1.4 Medidas de control. Riesgo residual.

Cuando se están evaluando los riesgos inherentes o brutos de la Organización (ver apartado 4.3.1.3), no se está transmitiendo una imagen real de como de vulnerable es la Organización ante ellos, ya que no se están considerando aquellos controles que, bien de forma directa o indirecta, se encuentran implementados y tienen un efecto mitigador de los riesgos.

De acuerdo con la ISO 31010 (2011), las cuestiones a considerar de cara a evaluar el nivel de riesgo en materia de idoneidad y eficacia de los controles existentes son las siguientes:

- ¿Cuáles son los controles existentes para un riesgo particular?
- ¿Son capaces estos controles de tratar adecuadamente el riesgo, de manera que quede controlado hasta

un nivel que se considere tolerable?

- ¿En la práctica, funcionan los controles de la manera prevista y pueden demostrar que son eficaces cuando se requiere la aplicación de estos?

Existirán controles que sirvan para mitigar dimensiones de exposición, otros, dimensiones de impacto e incluso algunos que tengan capacidad mitigadora de ambas. Por ejemplo, si para el riesgo de envejecimiento de la fuerza laboral, la Utility tiene implementado un programa de selección y formación continua para empleados, la probabilidad de que en la Utility no haya personas con el suficiente expertise para asegurar su buen funcionamiento y continuidad de operaciones va a ser mucho menor. Por lo que ese riesgo, que mantendrá su impacto potencial, quedará reducido a nivel de exposición produciéndose una traslación del riesgo hacia cuadrantes menos críticos (dentro del mapa de riesgos). Ver apartado 4.3.1.5.

En primer lugar, habrá que identificar los controles ya existentes, y en función del alcance de estos habrá que implementar medidas ya sea para mejorarlos o para implementar nuevos. Para ello, partiendo del hecho que el riesgo no se considera aceptable y de acuerdo con Gebremedhin (2017), este debe ser controlado a través de cuatro acciones de prevención y o mitigación, que son las siguientes:

- Reducir el impacto
- Reducir la probabilidad de que ocurra
- Transferir el riesgo, ya sea a una subcontrata o a una aseguradora.
- Impedir el riesgo

Para implementar estas acciones, se han de definir los tipos de controles existentes:

a. Controles preventivos

Son aquellos cuya aplicación e implementación reduce las probabilidades materialización del riesgo y/o reduce el impacto el impacto potencial del mismo en caso de materializarse. La aplicación de políticas, normas, procesos, procedimientos o barreras físicas son algunos ejemplos de estos.

b. Controles detectivos o predictivos

Este tipo de control es el más costoso, pero suele ser el más efectivo para la gestión del riesgo, en particular a nivel operacional (mantenimiento predictivo de activos físicos) en casos donde la probabilidad de incurrir en el riesgo sea alta (ver cuadrante II de la figura 19). Estos permiten detectar amenazas tanto a nivel estratégico (cambios en la regulación), como a nivel operacional (desvío respecto al nivel de servicio óptimo del activo), pudiendo adelantarse a la materialización del riesgo.

c. Controles reactivos o correctivos

Estos son aquellos que se activan cuando el riesgo ya se ha materializado, y su objetivo es el de reducir el impacto del eventual riesgo. Un ejemplo de estos, para riesgos de alto nivel, son los planes de continuidad y recuperación de la actividad. A nivel operativo, por ejemplo, disponer de un servicio técnico que lleve a cabo reparaciones en los activos una vez están dañados se considera un control reactivo.

Así mismo, estos tipos de control pueden reclasificarse en función de la forma en la que se aplican:

- Automáticos

En estos casos, los controles se aplican de forma automática pudiendo ser ajustables en tiempo y/o según necesidad. Estos son más adecuados en ambientes en los que se producen un gran número de transacciones iguales. Por ejemplo, el uso de un SCADA que esté monitorizando el desempeño de diversos activos en tiempo real o el uso de un firewall que proteja la red interna y los datos (activos) de la Utility.

- Manuales

En estos casos, son aquellos que se aplican de forma premeditada. Por ejemplo, la contratación de un proveedor de servicios externo requiere de la aprobación por segregación de funciones de distintos responsables de departamentos. En este caso el control se está implementando manualmente de forma premeditada.

Una vez se han identificado los controles de los riesgos y evaluado su criticidad, se puede obtener una imagen real del nivel de riesgo al que está expuesta la Organización. A esta se le denomina riesgo residual o neto, y será el punto de partida para proponer nuevas estrategias, controles (planes de acción) y actividades dentro del PEGA y el PGA para reducir el nivel de riesgo a niveles más aceptables.

4.3.1.5 La Matriz de Criticidad y el Mapa de Riesgos.

El Mapa de Riesgos y la Matriz de Criticidad, ver apartados 4.3.5.3 y 4.1.3.1 respectivamente, constituyen un documento (y herramienta) clave dentro de las organizaciones para la visualización de aquellos riesgos más críticos y su evolución en el tiempo. En las Organizaciones, los riesgos cambian, y tanto estos, como sus controles, han de ser evaluados de forma regular, lo cual hará que estas herramientas sean documentos dinámicos en continuo cambio.

La diferencia entre ellos radica en el tipo de riesgo estudiado, de forma que los riesgos de alto nivel conformarán el Mapa de Riesgos (Impacto-Exposición), mientras que los riesgos operativos o de bajo nivel constituirán la Matriz de Criticidad (Impacto-Probabilidad).

En las figuras de los apartados anteriormente mencionados ambos se basan en el mapa de calor dividido en cuadrantes.

Figura 20. Cuadrantes Mapa de Riesgos



Fuente: Elaboración propia

Suponiendo que el impacto se sitúa en el eje Y la probabilidad o la exposición en el eje X, la localización de los riesgos en cada cuadrante dará lugar a unos planes de acción, enmarcados dentro del PGA, con distintos requerimientos.

- Cuadrante I. Aquí se localizan los riesgos más críticos y que requieren de un control inmediato, ya sea porque el Nivel de Control existente no sea suficiente o porque estos no estén gestionados al no haber sido identificados. Los controles de impacto y exposición son necesarios y han de aplicarse de forma inmediata.
- Cuadrante II. Se sitúan aquellos riesgos a los que la Organización está muy expuesta, existiendo una mayor probabilidad de incurrir en ellos, pero cuyo impacto no es lo suficientemente grande como para que la Organización tenga una afectación grave. El problema viene de la posibilidad de que se materialicen muy repetidamente, por lo que el tipo de controles a aplicar tendrá que ir en esa dirección para evitar que sucedan regularmente. Un ejemplo de control de exposición será la aplicación de la segregación de funciones en procesos críticos donde pueda existir algún conflicto de interés (compras, concursos públicos, etc.)
- Cuadrante III- Con riesgos que presentan un impacto elevado en la Organización, pero a los que esta no está muy expuesta. Este es el típico caso de una catástrofe natural. El objetivo será implementar controles que disminuyan la gravedad de las consecuencias en caso de materializarse hasta un grado aceptable. Un ejemplo de control de impacto es la transferencia del riesgo mediante las coberturas y seguros, donde las pérdidas económicas generadas por discontinuidad de la operación y por daño a la infraestructura sean parcial o totalmente compensadas.

- Cuadrante IV, se asume que estos riesgos son lo suficientemente pequeños para que no sean la prioridad de la gestión, ya que, o bien existen controles que los han mitigado, o bien sean asumibles en sus dos dimensiones por la Organización. Entran dentro del apetito al riesgo de la Organización.

Existirán operaciones para las cuales no será posible (o no tendrá sentido) reducir el riesgo que traen asociado, ya que este puede ser derivado de una mala planificación y gestión de recursos, para lo que no hará falta implementar controles sino replantearse el diseño de la operación. Por ejemplo, cambiar el tipo de mantenimiento, o incluso redundar o sustituir por equipos con mejores prestaciones.

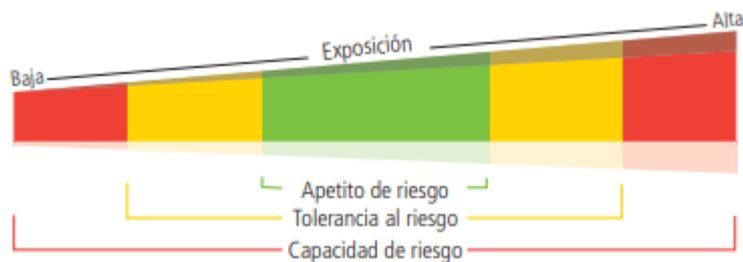
4.3.1.6 Valoración del riesgo. Apetito y niveles de tolerancia

Previo paso a establecer objetivos y planes de acción dentro del sistema de gestión de riesgo, y como se verá en el siguiente apartado, los responsables de los departamentos y la Alta Dirección han de establecer los niveles de tolerancia respecto al riesgo y el apetito del riesgo.

El apetito es el nivel de riesgo que la Organización quiere aceptar y su tolerancia será la desviación respecto a este nivel. Ver figura 21. Para ello, el Mapa de Riesgos comentado en el punto anterior constituye una herramienta clave para determinar estos umbrales. Como se puede observar en el apartado 4.3.5, el Mapa de Riesgos residual obtenido, es resultado de un análisis cuantitativo-cualitativo de los riesgos identificados en la Utility.

De esta forma los evaluadores, o Propietarios de los Riesgos, son los que de forma indirecta han proporcionado la información del apetito y la tolerancia, de forma que el apetito corresponde con el cuadrante IV del Mapa, y la tolerancia con los cuadrantes II y III, siendo objetivo que todos los riesgos queden en el cuadrante IV. El cuadrante I constituye un riesgo inaceptable que escapa de la tolerancia de riesgo.

Figura 21: Apetito y tolerancia de riesgo



Fuente: Instituto de auditores internos de España, 2013.

4.3.1.7 Comparación de técnicas de evaluación del riesgo

En el apartado 4.3.1.2 se han explicado las técnicas más aplicables para la fase de identificación del riesgo de acuerdo con la ISO 31010 (2011) tal y como muestra la siguiente tabla.

Tabla 13. Aplicabilidad de las herramientas utilizadas para la evaluación del riesgo

Herramientas y técnicas	Proceso de evaluación del riesgo					Ver	Herramientas y técnicas	Proceso de evaluación del riesgo					Ver
	Identificación del riesgo	Análisis del riesgo			Valoración del riesgo			Identificación del riesgo	Análisis del riesgo			Valoración del riesgo	
		Consecuencia	Probabilidad	Nivel de riesgo					Consecuencia	Probabilidad	Nivel de riesgo		
Tormenta de ideas	MA ¹⁾	NA ²⁾	NA	NA	NA	B.1	Análisis Markov	A	MA	NA	NA	NA	B.24
Entrevistas estructuradas o semiestructuradas	MA	NA	NA	NA	NA	B.2	Simulación Monte-Carlo	NA	NA	NA	NA	MA	B.25
Delphi	MA	NA	NA	NA	NA	B.3	Estadísticas Bayesianas y redes Bayes	NA	MA	NA	NA	MA	B.26
Listas de verificación	MA	NA	NA	NA	NA	B.4	Curvas FN	A	MA	MA	A	MA	B.27
Análisis preliminar de peligros	MA	NA	NA	NA	NA	B.5	Índices de riesgo	A	MA	MA	A	MA	B.28
Estudios de peligros y de operatividad (HAZOP)	MA	MA	A ³⁾	A	A	B.6	Matriz de consecuencia/probabilidad	MA	MA	MA	MA	A	B.29
Análisis de peligros y de puntos críticos de control (HACCP)	MA	MA	NA	NA	MA	B.7	Análisis de costobeneficio	A	MA	A	A	A	B.30
Evaluación de riesgos ambientales	MA	MA	MA	MA	MA	B.8	Análisis de decisión multi-criterios (MCDA)	A	MA	A	MA	A	B.31
Estructura "¿y si ...?" (BWIFT)	MA	MA	MA	MA	MA	B.9	1) Muy aplicable. 2) No aplicable. 3) Aplicable.						
Análisis de escenario	MA	MA	A	A	A	B.10							
Análisis de impacto en el negocio	A	MA	A	A	A	B.11							
Análisis de la causa raíz	NA	MA	MA	MA	MA	B.12							
Análisis de modos y efectos de fallos	MA	MA	MA	MA	MA	B.13							
Análisis del árbol de fallos	A	NA	MA	A	A	B.14							
Análisis del árbol de eventos	A	MA	A	A	NA	B.15							
Análisis de causa-consecuencia	A	MA	MA	A	A	B.16							
Análisis de causa y efecto	MA	MA	NA	NA	NA	B.17							
Análisis de capas de protección (LOPA)	A	MA	A	A	NA	B.18							
Árbol de decisiones	NA	MA	MA	A	A	B.19							
Análisis de fiabilidad humana	MA	MA	MA	MA	A	B.20							
Análisis bow tie	NA	A	MA	MA	A	B.21							
Mantenimiento centrado en la fiabilidad	MA	MA	MA	MA	MA	B.22							
Análisis del circuito de fuga	A	NA	NA	NA	NA	B.23							

Fuente: ISO 31010, 2013

Como se puede apreciar en la tabla anterior, algunas pueden utilizarse tanto en la identificación como en el análisis del riesgo. Las que resultarían muy aplicables exclusivamente para la evaluación son aquellas basadas en métodos estadísticos, las cuales son:

- Simulación Monte-Carlo, la simulación Montecarlo es un proceso iterativo y dinámico que requiere cálculos matemáticos para imitar la realidad de un problema, para posteriormente resolverlo. La aplicación de este método ejecuta los sucesos varias veces con valores aleatoriamente modificados, para el cálculo del valor medio y de la variabilidad. Esta herramienta resulta de utilidad para la gestión de riesgos en la dirección de proyectos.

En esta simulación para el Project Management (PMBOK, 2013), hay variables como la duración de las actividades, la cantidad de recursos y los costes de cada una de las actividades. Estas variables permiten definir un comportamiento ante un contexto de incertidumbre y variabilidad en gestión de riesgos.

La aleatoriedad en la simulación Montecarlo permite replicar el comportamiento de cada una de las variables en una distribución probabilística, normal o exponencial. Con esta información se genera un cronograma de trabajo y modelo del plan de proyecto.

- Análisis bayesiano, es un procedimiento estadístico que utiliza datos de la distribución previa para determinar la probabilidad del resultado. Este análisis depende de la precisión de la distribución previa para deducir un resultado exacto. El modelo causa y efecto de las redes Bayesianas establece una variedad de dominios mediante la captura de relaciones probabilísticas de entradas de datos variables para obtener un resultado.

En los últimos años ha aumentado y se ha extendido el empleo de la teoría y de las redes bayesianas, en parte debido a su interés intuitivo y también a causa de la disponibilidad de programas de software

para tratamiento informático. Las redes bayesianas se utilizan en una amplia gama de temas: diagnóstico médico, modelación de imágenes, genética, reconocimiento de la voz, estudios económicos, exploración espacial y en los motores de búsqueda de gran potencia en la red utilizados actualmente. Estas redes se pueden valorar en cualquier área donde exista el requisito de investigar sobre variables desconocidas mediante la utilización de relaciones estructurales y de datos. Las redes bayesianas se pueden utilizar para aprender las relaciones causales que proporcionan la comprensión del ámbito de un problema y predecir las consecuencias de la intervención.

La principal desventaja de estas técnicas son tanto su complejidad como su necesidad de recursos, lo cual hace que, especialmente en el inicio de la aplicación de esta metodología, sea más lógico optar para la evaluación de los riesgos técnicas más sencillas como la Matriz de Criticidad y el Mapa de Riesgos tal y como se ha realizado en el Caso Práctico (apartado 4.3.5). Además, para la evaluación de los riesgos estratégicos, cuya evaluación se ha de hacer a alto nivel sin incidir en cuestiones técnicas, no tiene sentido utilizarlas. En cambio, para los riesgos operacionales, son las que habrá que utilizar a medida que la madurez del SGA aumente.

Existen dos técnicas más para la evaluación del riesgo que también son catalogadas en la ISO 31010 (2011) como “Muy Aplicables”.

- Curvas FN, las curvas FN son una representación gráfica de la probabilidad de que sucedan eventos que causen efectos indeseados a una determinada población. La representación de las curvas FN se apoya en el concepto de curva ALARP, también llamada “zanahoria ALARP” por la forma que tiene el diagrama modelo. Las siglas ALARP significan “todo lo bajo que sea razonablemente factible”.

Las curvas FN han sido tradicionalmente utilizadas en ámbitos que tienen relación con riesgos susceptibles de producir daños a las personas. Su desarrollo inicial se produjo en relación con la seguridad e higiene en el trabajo. Por este motivo, a menudo los “efectos indeseados” se expresan como el número de víctimas derivadas del riesgo.

- Índices de riesgo, El objetivo de estos índices es la medición del desempeño de la gestión del riesgo. Es una medición cualitativa de la gestión con base en niveles preestablecidos o referentes deseables (benchmarks) hacia los cuales se debe dirigir la gestión del riesgo, según sea su grado de avance. Esto significa establecer una escala de niveles de desempeño o la "distancia" con respecto a ciertos umbrales objetivo.

4.3.2 Establecimiento de objetivos y planes de acción para el SGA mediante la toma de decisiones basada en riesgo. Mapas de cobertura

Este apartado da cumplimiento a las cláusulas 6.1, 6.2 y 8.1 de la ISO 55001 (2014).

De acuerdo con el apartado 5.7 de la ISO 31010 (2011), *“Se puede considerar que muchas actividades, proyectos y productos tienen un ciclo de vida (...) La evaluación del riesgo se puede aplicar en todas las etapas del ciclo de vida, y normalmente se aplica muchas veces con diferentes niveles de detalle para ayudar en la toma de decisiones en cada fase.*

Las fases del ciclo de vida tienen requisitos diferentes y necesitan técnicas diferentes. Por ejemplo, durante la fase de concepto y definición, cuando se identifica una oportunidad, la evaluación del riesgo se puede utilizar para decidir si se procede o no.” y de acuerdo con lo señalado en el apartado 6.2.2 de la ISO 55001 (2014) *“La Organización debe asegurar que sus riesgos relacionados con la gestión de activos se consideren dentro del enfoque de manejo del riesgo de la Organización incluyendo la planificación de contingencias.”* se pone de manifiesto la conveniencia del uso de la gestión de riesgos tanto a la hora de establecer los objetivos del SGA como a la hora de conformar los planes de gestión para su consecución.

De esta forma, la identificación de los riesgos más críticos, los cuales hay que gestionar con más urgencia, supondrá una información clave para empezar a establecer los objetivos del SGA, ya que todos los riesgos presentes en una Organización tienen que ver con los activos de misma, constituyendo el activo y el objetivo empresarial dos aspectos del negocio que se retroalimentan ya que los objetivos de una compañía son proteger el valor de sus activos existentes y crear nuevos activos/valor para el futuro. (Deloitte Advisory, 2015)

Es por ello por lo que visto que a partir de los riesgos estratégicos y su jerarquización se pueden proponer los objetivos del SGA, de forma que los planes de gestión de activos (utilizados para la consecución de los objetivos del SGA) van a ser el equivalente a los controles y los planes de acción para ser implementados.

Para cada riesgo que se haya identificado y evaluado anteriormente se deberá desarrollar una serie de planes de acción con el fin de mejorar su situación en el Mapa, es decir, llevarlo a cuadrantes inferiores. Los planes de acción están constituidos por una o varias actividades para poder implementar los controles propuestos para mitigar los riesgos. Estos pueden ir desde crear planes de formación si el riesgo asociado es una falta de conocimiento, hasta implementar un nuevo sistema informático de gestión empresarial (por ejemplo. SAP) para mejorar la trazabilidad de las operaciones.

Es importante que tanto los planes de acción como las respectivas actividades estén delimitados en el tiempo y que sus características sean claras y concisas, así como que deben tener un responsable de implementación y otro de supervisión, que será el Gestor de Activos (Apartado 4.2.1.3). No obstante, si se trata de riesgos muy críticos para la Organización, será el Gestor de Activos quien sea el responsable en conjunto con el responsable experto en la tarea, mientras que la supervisión la hará, o bien un Comité designado para ello (por ejemplo, Comité de Auditoría) o bien la Alta Dirección.

En el proceso de identificación de riesgos se ha asociado un departamento propietario de cada riesgo. Por otro lado, en el caso práctico, se ha denominado Propietario del Riesgo, a cada responsable del departamento que ha intervenido en el proceso de evaluación de los riesgos.

En función de cada riesgo, los responsables de cada actividad tendrán que ser personas expertas en cada materia, cuya actividad sea operativa en primera línea. Por ejemplo, si una de las actividades para la implementación de una política de gestión del mantenimiento, es el de recopilar todos los históricos de fallas de los equipos a mantener y evaluarlos estadísticamente, tendrá que ser aquel trabajador que lleve a cabo los mantenimientos de los equipos el propietario o responsable de la actividad. Mientras que el gestor de activos ejercerá de supervisor de su cumplimiento. Si el riesgo que mitiga este control fuera muy crítico, los propietarios o responsables de la actividad serán el Gestor de Activos en conjunto con el trabajador de primera línea, y la supervisión la llevará a cabo la Alta Dirección o un Comité delegado por la misma

Otro ejemplo para ver la relación control/actividad es la siguiente; si el control que mitiga un riesgo es la remodelación de la estructura organizativa o modelo de gobierno, su implementación puede estar dividida en varias actividades:

1. Realizar un estudio de los recursos necesarios
2. Obtener la manera en la que están estructuradas las empresas de la competencia (due diligence)
3. Desarrollar el nuevo modelo de gobierno.

Cada actividad tiene su propio responsable, pudiendo ser el mismo para todas las actividades del plan de acción, que será quien deba cumplir con los hitos propuestos, quien rinda cuentas a la figura supervisora y quien gestione los recursos dedicados a la actividad. Resulta muy importante tener en cuenta que el coste de implementar los planes de acción para conformar los controles deberá ser menor que el derivado del impacto y la exposición del riesgo al que mitigan.

En el caso de riesgos muy críticos, se deberá diseñar un plan alternativo para aquellos planes de acción que, por su complejidad, exista cierta incertidumbre de no poder llevar a cabo y por tanto el riesgo no se mitigue de forma inmediata. De ser así, otra opción podría ser la de transferir el riesgo, empleando alguna forma contractual que permita segregar la actividad de sus indeterminaciones: el abanico de posibilidades comprende tanto los seguros convencionales como los instrumentos financieros derivados, así como estrategias basadas en contratos de externalización.

Existen dos herramientas para monitorizar el estado de implementación de los controles. El Mapa de cobertura, el cual ofrece una imagen de como de implementado esta cada control y sus respectivos planes de acción. Esta herramienta no tiene un formato fijo, de hecho, cuanta más información incorpore mejor. Para ello, es recomendable tener un documento de Excel o cualquier programa de project management para que tanto los responsables de los planes de acción como el supervisor, puedan ir actualizando el documento con las novedades. Ver tabla 14.

Tabla 14. Mapa de cobertura

Controles	Actividad	Descripción	Nombre responsable	Fecha inicio	Fecha fin	% Completitud	Departamento 1	Departamento 2	Departamento 3	Supervisado
Control 1	Plan Acción 1.1									
	Plan Acción 1.2									
	Plan Acción 1.2									
Control 2	Plan Acción 2.1									
	Plan Acción 2.2									
Control 3	Plan Acción 3.1									

Fuente: Elaboración propia

Para llevar el seguimiento de cómo va evolucionado el estado de los riesgos tras ser evaluados, se propone el uso de la Matriz de control, el cual ha de actualizarse cada vez que el documento anterior recoja la verificación por parte del supervisor que todas las actividades de un control han sido llevadas a cabo. De esta forma, se consigue hacer un seguimiento de todas las variables que intervienen en el sistema de gestión de riesgos.

Tabla 15. Matriz de control

ID Riesgo	Riesgo	Control 1	Control 2	Control 3	Control 4
	Riesgo 1	N/A	Pendiente	Pendiente	Ok
	Riesgo 2	En proceso	N/A	Ok	Ok
	Riesgo 3	Pendiente	N/A	N/A	En proceso
	Riesgo 4	En proceso	En proceso	To be	N/A

Fuente: Elaboración propia

No obstante, ambos documentos son completamente fusionables, para así tener un documento, a poder ser automatizado, con toda la información relativa a la gestión de los riesgos.

El Gestor de Activos debería establecer unos hitos para la implementación de cada control, de forma que los riesgos estén mitigados lo antes posible. Para ello, y puesto que se podría decir que el PGA se basa en un conjunto de actividades implementadoras, se puede utilizar el concepto de ruta crítica que ofrece el PMBOK (2013). El método de la ruta crítica usa tiempos ciertos o estimados y consiste en:

- Identificar todas las actividades que involucra el proyecto
- Establecer relaciones entre las actividades. Decidir cuál debe comenzar antes y cuál debe seguir

después.

- Construir una red o diagrama conectando las diferentes actividades a sus relaciones de precedencia. Utilizando por ejemplo el diagrama de Gantt o de Pert propuestos en el apartado 4.2.1.3.
- Definir costos y tiempo estimado para cada actividad.
- Identificar la ruta crítica y las holguras de las actividades que componen el proyecto.
- Utilizar el diagrama como ayuda para planear, supervisar y controlar el proyecto.

Con este método, se puede determinar cuál es el conjunto de actividades, que, en caso de retrasarse, supondría un retraso general en la aplicación del SGA. Por lo tanto, cada plan de acción tendrá actividades que se pueden realizar en paralelo, y otras, que dependen de que otras estén implementadas.

4.3.3 Gestión del cambio

En este apartado se da cumplimiento a la cláusula 8.2 de la ISO 55001.

La gestión del cambio busca facilitar y conseguir la implementación exitosa de los procesos de transformación de cualquier orden (política empresarial, visión, procesos productivos, etc.), lo que implica trabajar con y para las personas en la aceptación y asimilación de los cambios y en la reducción de la resistencia a los mismos; facilitando su aceptación y asimilación, producto de una nueva forma de operación.

Existen riesgos identificados en las Organizaciones que, al ser gestionados, se han de implementar controles que, necesariamente tienen que dar solución a los problemas asociados a la gestión del cambio. Por ejemplo, de la identificación de los riesgos realizada en el apartado 4.3.1.2, existen riesgos cuya problemática se basa en la gestión del cambio tal como:

- Escasa capacidad de adaptación al cambio por parte del proveedor ante requerimientos regulatorios, funcionales o tecnológicos.

Para el que tanto las medidas de control como los planes de acción para su implementación han de basarse en los requerimientos del punto 8.2 de la ISO 55002 (2014) de forma que esta incapacidad de adaptación pueda generar discontinuidad en la operación de la Organización.

Otro riesgo identificado que requiere de acciones concretas de adaptación al cambio sería, por ejemplo:

- Potencial incapacidad de respuesta ante eventos catastróficos que pongan en peligro la propiedad, la infraestructura y los activos en general. Por ejemplo, hackeo de sistemas de comunicación y monitoreo de instalaciones.

En este caso, una hipotética falta de preparación ante un evento de tipo catastrófico generaría daños en activos de distintos ámbitos (de información, físicos, humanos, etc.). Es por ello por lo que este riesgo debería estar mitigado con controles en materia de definición de roles y responsabilidades en caso de incurrir en él, definición de procesos y procedimientos que indiquen como actuar, formación continua para los responsables en materia de gestión de catástrofes de cada naturaleza, simulacros, seguimiento de fenómenos naturales, delictivos o regulatorios, que puedan ser los desencadenantes de la materialización de este riesgo.

En resumen, para los riesgos identificados, habrán de implementarse, en caso de que no existan y estén funcionando bien, controles que garanticen que cualquier evento que fuerce a la Organización a transformarse en cualquier ámbito de negocio se realice bajo un plan y de manera satisfactoria. El objetivo es adelantarse a la necesidad del cambio y que no abordar esta de forma reactiva ya que la resistencia al cambio será mayor.

4.3.4 Tercerización

En este apartado se da cumplimiento a la cláusula 8.3 de la ISO 55001.

La terciarización o subcontratación de actividades es una práctica muy extendida, y cada vez más, por parte de

las Organizaciones. Son muchos los motivos por los cuales se subcontrata. Por ejemplo, en el caso de subcontratar fuerza laboral, pese a pagar más dinero que lo que supondría pagar al trabajador mensualmente, estos gastos no se consideran estructurales, por lo que el coste del despido no influye. En otras ocasiones, la Organización no tiene el conocimiento para desarrollar proyectos de una u otra naturaleza.

La terciarización también incluye actividades tales como la compra de activos necesarios para desarrollar la actividad propia de la empresa. Por ello, en este apartado se entiende la gestión de proveedores de productos y servicios, habiéndose de considerar como un activo más que aporta valor a la Organización.

Toda actividad que se subcontrate y que tenga impacto con la consecución de los objetivos de gestión de activos debe ser evaluada conforme al riesgo y documentada. Tal y como se ha hecho en el apartado 4.3.1.2, para el caso de la Utility se han identificado los riesgos asociados a la gestión de proveedores. En el caso práctico, además, se evalúan de acuerdo con una metodología concreta, incluyendo aquellos controles genéricos que pueden mitigarlos.

Los recursos tercerizados deben cumplir con los requisitos establecidos en 4.2.2.2, 4.2.2.3 y 4.2.2.5 sobre competencia, toma de conciencia y la documentación de la información, respectivamente. Es decir, el alcance del SGA debe llegar a aquellos sujetos subcontratados, de forma que se adapten a los procedimientos de gestión de activos, especialmente cuando se subcontratan servicios.

De los riesgos identificados en el apartado 4.3.1.2, existen cuatro identificados como riesgos de contratación, los cuales son:

- Pobre estabilidad financiera del proveedor
- Aumento de dependencia respecto del proveedor de productos y servicios (riesgos de lock-in)
- Potencial falta de expertise, know-how y tecnología del proveedor para llevar a cabo el servicio subcontratado
- Escasa capacidad de adaptación al cambio por parte del proveedor ante requerimientos regulatorios, funcionales o tecnológicos.

De los cuales, los dos últimos hacen referencia a los requerimientos de competencia y de toma de conciencia. Asimismo, existen otros riesgos identificados que aluden a aspectos tratados en la cláusula 8.3 de la ISO 55001 (2014) tales como:

- Eventuales pérdidas de información que pongan en peligro una correcta toma de decisiones afectando al servicio prestado.
- Potencial incapacidad de respuesta ante eventos catastróficos que pongan en peligro la propiedad, la infraestructura y los activos en general. Por ejemplo, hackeo de sistemas de comunicación y monitoreo de instalaciones

Los cuales tienen relación con el requerimiento de establecer los procesos y el alcance para compartir conocimiento entre ambas partes.

Una vez estos riesgos se han evaluado y se ha determinado el nivel de control y los tipos de controles que los mitigan, en caso de no estar lo suficiente bien mitigados (el apetito al riesgo no es suficiente), habrá que proponer una serie de controles para ser implementados mediante planes de acción de forma que se controlarán e integrarán esas actividades tercerizadas en el sistema de gestión de activos de la Organización.

Siempre que se tengan actividades subcontratadas, los requisitos de personal comentados en el apartado 4.1.2.3 de la Guía serán extrapolables al personal subcontratado, de forma que ellos también sean conscientes de sus roles y responsabilidades, así como de las autoridades en materia de gestión de activos.

4.3.5 Caso práctico. Evaluación de los riesgos estratégicos de una Utility de aguas en el marco de la gestión de activos

Para este caso práctico, en primer lugar, se mostrará el proceso del ciclo de gestión de los riesgos estratégicos correspondientes a una Utility de aguas, lo que permitirá fijar los objetivos estratégicos a partir de los cuales se

confeccionará el PEGA. Para ello, se utilizarán los riesgos identificados en la tabla 12 del apartado 4.3.1.2.

4.3.5.1 Identificación de los riesgos estratégicos.

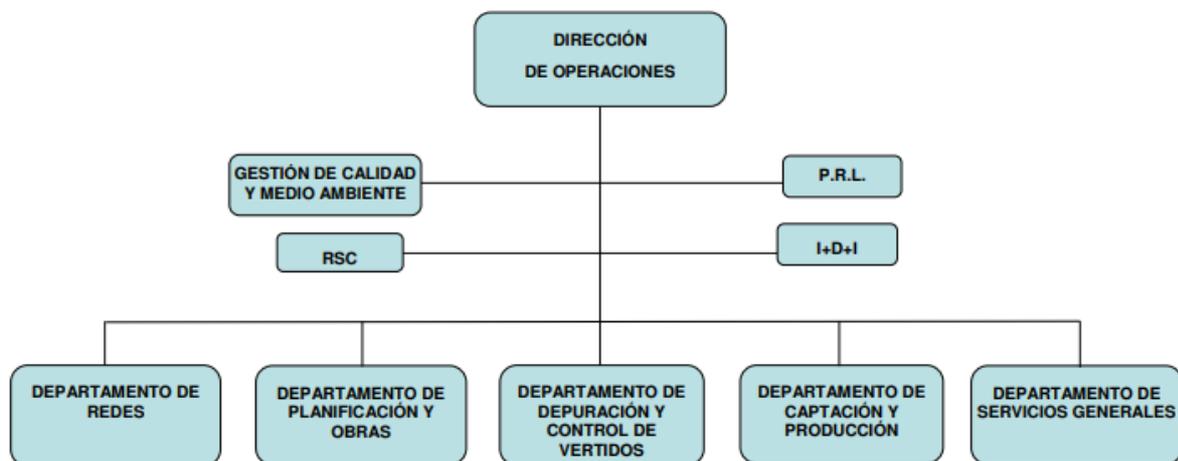
El primer paso de la metodología consiste en entrevistarse con aquellos responsables de cada uno de los departamentos, o subdepartamentos, de forma que a modo de tormenta de ideas se detecten aquellos riesgos que, ellos, como profesionales experimentados, pueden proponer. No obstante, el Gestor de Activos, después de haber trabajado en los puntos 4.1 y 4.2 de la Guía debería llevar un borrador con aquellos que él haya detectado.

Este paso ha sido sustituido en el presente TFM por un ejercicio de investigación de aquellos riesgos más importantes típicos de una Utility de aguas, y que ya han sido expuestos en la tabla 12 del apartado 4.3.2.1.

En circunstancias normales, estas reuniones no deberían durar más de 1 hora y deben basarse en que estos responsables comenten cuales son las funciones principales del departamento y en función de esta información el Gestor de Activos vaya proponiendo los riesgos que él cree que pueden aplicar, de forma que se pueda construir un esquema general de aquellos puntos más débiles de la Organización.

A los responsables de cada departamento se les denomina Propietarios del Riesgo, de ahora en adelante PR. En la siguiente tabla, se ha asociado un PR a cada riesgo identificado de acuerdo con el organigrama de EMUASA (2016). Para hacer más sencillo el caso práctico, se ha mantenido la estructura de EMUASA donde departamentos a priori responsables de algunos riesgos están integrados en otros más transversales. Este sería el caso de I+D, PRL, Gestión de Calidad y Medioambiental, los cuales están integrados en Operaciones tal y como se muestra en la siguiente figura 22.

Figura 22. Organigrama Departamento Operaciones EMUASA



Fuente: Aguas de Murcia, 2016

La tabla 16 muestra todos los riesgos obtenidos a través de las reuniones con los responsables de cada departamento. Como hay algunos similares entre sí, se ha procedido a simplificar el listado de forma que queden mejor sintetizados obteniendo 30 riesgos que, en los próximos pasos, se procederán a cuantificar y jerarquizar. Estos quedan agrupados en la Tabla 17 adjunta a continuación. Además, la selección de los 30 riesgos más importantes han de ser validados por los PRs.

Es importante señalar que, muchos de los riesgos identificados son compartidos por varios departamentos. Por ejemplo, el riesgo 2.10 Contaminación del medio, si bien es el Departamento de Operaciones (donde se incluye Medioambiente) el elegido como Propietario del Riesgo, hay otros Departamentos tal como el Jurídico, que también lo deberían considerar, ya que en caso de materializarse una de las consecuencias

podrían entrar dentro de su responsabilidad. Por ejemplo, las eventuales sanciones administrativas.

De esta forma se puede entender que la gestión de riesgos es una actividad clave para la Organización ya que contribuye a gestionar de una mejor forma todas sus áreas de actividad. La asignación como Propietario del Riesgo de uno u otro departamento se propone suponiendo aquel que tendrá que movilizar más recursos para la mitigación del riesgo, lo que no es óbice para que existan responsables de las actividades de los planes de acción pertenecientes al otro.

Tabla 16 Riesgos identificados Brainstorming

ID Departamento	Propietario del riesgo	ID riesgo	Riesgos identificados	Categoría del riesgo
1	Departamento Jurídico	1.1	Aumento de los costos de los trámites con la administración pública	Riesgos políticos y regulatorios
1	Departamento Jurídico	1.2	Posibilidad de nacionalización total o parcial de forma que el negocio se adquiere (por parte del estado) por debajo de un valor justo	Riesgos políticos y regulatorios
1	Departamento Jurídico	1.3	Posible pérdida de confianza de los inversores	Riesgos de cumplimiento
1	Departamento Jurídico	1.4	Sanciones por incumplimiento de la normativa aplicable, por ejemplo, en materia de normas de calidad del agua, de manipulación y almacenamiento de productos químicos de tratamiento, de descarga de desechos y de salud y la seguridad del personal operativo y las personas que viven cerca	Riesgos de cumplimiento
1	Departamento Jurídico	1.5	Posible pérdida de licencias para la operación de sistemas de gestión de aguas	Riesgos de cumplimiento
1	Departamento Jurídico	1.6	Sanciones administrativas derivadas de mala praxis comercial	Riesgos de venta y comerciales
2	Departamento de Operaciones	2.1	Omisión de adaptación y certificación sobre estándares líderes en la industria generando desconfianza de inversores, imposibilitando la recepción de ayuda/subvenciones, etc.	Riesgos de cumplimiento
2	Departamento de Operaciones	2.2	La infraestructura y los procesos asociados a ella están desfasados	Riesgos operativos en el servicio de agua y de continuidad
2	Departamento de Operaciones	2.3	No se mantienen los niveles de servicio óptimos de los activos físicos	Riesgos operativos en el servicio de agua y de continuidad
2	Departamento de Operaciones	2.4	No se acaban los proyectos	Riesgos operativos en el servicio de agua y de continuidad
2	Departamento de Operaciones	2.5	Entrega de agua de peor calidad	Riesgos operativos en el servicio de agua y de continuidad
2	Departamento de Operaciones	2.6	Discontinuidad en la entrega de recurso	Riesgos operativos en el servicio de agua y de continuidad
2	Departamento de Operaciones	2.7	Pérdida de confianza del consumidor	Riesgos operativos en el servicio de agua y de continuidad
2	Departamento de Operaciones	2.8	Desbordamiento en las redes de alcantarillado	Riesgos operativos en el servicio de agua de desecho y de continuidad
2	Departamento de Operaciones	2.9	No se mantienen los niveles de servicio óptimos de los activos físicos	Riesgos operativos en el servicio de agua de desecho y de continuidad
2	Departamento de Operaciones	2.10	Contaminación al medio	Riesgos operativos en el servicio de agua de desecho y de continuidad
2	Departamento de Operaciones	2.11	Sanciones administrativas	Riesgos operativos en el servicio de agua de desecho y de continuidad
2	Departamento de Operaciones	2.12	Daño reputacional	Riesgos operativos en el servicio de agua de desecho y de continuidad
2	Departamento de Operaciones	2.13	Malas prácticas en el trabajo que pongan en peligro la integridad e incluso la vida de los trabajadores	Riesgos de seguridad y salud

2	Departamento de Operaciones	2.14	Eventual daño a propiedad e infraestructura privada, pública o comercial	Riesgos de seguridad y salud
2	Departamento de Operaciones	2.15	Eventual daño del medio consecuencia de fugas de aguas de desecho dañando a la vida salvaje (marina o terrestre) y otros espacios naturales que pueden escalar en multas e incluso a la inhabilitación en la prestación del servicio	Riesgos medioambientales
2	Departamento de Operaciones	2.16	Eventual materialización de desastres naturales que pongan en peligro la infraestructura y el sistema en general, pudiendo incurrir en discontinuidades de operación.	Riesgos de catástrofes a gran escala
2	Departamento de Operaciones	2.17	Aumento de dependencia respecto del proveedor de productos y servicios (riesgos de lock-in)	Riesgos de subcontratación
2	Departamento de Operaciones	2.18	Potencial falta de expertise, know-how y tecnología del proveedor para llevar a cabo el servicio subcontratado	Riesgos de subcontratación
2	Departamento de Operaciones	2.19	Escasa capacidad de adaptación al cambio por parte del proveedor ante requerimientos regulatorios, funcionales o tecnológicos.	Riesgos de subcontratación
2	Departamento de Operaciones	2.20	Incapacidad de aprovisionamiento en tiempo y forma de aquellos activos necesarios para el normal desempeño de la actividad.	Riesgos relativos a la cadena de suministro y entrega del recurso
2	Departamento de Operaciones	2.21	La inversión dedicada a I+D no tiene un retorno suficiente para hacerla viable	Riesgos de I+D
3	Departamento de Economía y Finanzas	3.1	Gestión errónea de OPEX para abastecimiento de agua	Riesgos operativos en el servicio de agua y de continuidad
3	Departamento de Economía y Finanzas	3.2	Gestión errónea de OPEX para gestión de desecho	Riesgos operativos en el servicio de agua de desecho y de continuidad
3	Departamento de Economía y Finanzas	3.3	Obtención de peores calificaciones crediticias, los costos de financiación asociados o un menor acceso a los mercados de capital de deuda, lo que conduce a una menor liquidez y afectando negativamente el rendimiento económico del valor del capital regulatorio	Riesgos financieros y de inversión
3	Departamento de Economía y Finanzas	3.4	Viabilidad a largo plazo de las decisiones de inversión	Riesgos financieros y de inversión
3	Departamento de Economía y Finanzas	3.5	Gestión errónea de CAPEX	Riesgos financieros y de inversión
3	Departamento de Economía y Finanzas	3.6	Posible cambio en la regulación que pueda derivar en una liberalización total del mercado, de forma que se pueda perder cuota de mercado	Riesgos de competencia
3	Departamento de Economía y Finanzas	3.7	Pobre estabilidad financiera del proveedor	Riesgos de subcontratación
4	Departamento de Ventas y Comercial	4.1	Pérdida de confianza del consumidor	Riesgos de venta y comerciales
4	Departamento de Ventas y Comercial	4.2	Impago de los consumidores derivados de una mala gestión del cobro	Riesgos de venta y comerciales
4	Departamento de Ventas y Comercial	4.3	Aumento de la deuda incobrable desencadenando en una menor rentabilidad	Riesgos de venta y comerciales
5	Departamento de Sistemas de Información	5.1	Eventuales pérdidas de información que pongan en peligro una correcta toma de decisiones afectando al servicio prestado.	Riesgos IT
5	Departamento de Sistemas de Información	5.2	Potencial incapacidad de respuesta ante eventos catastróficos que pongan en peligro la propiedad, la infraestructura y los activos de información en general. Por ejemplo, hackeo de sistemas de comunicación y monitoreo de instalaciones	Riesgos IT
5	Departamento de Sistemas de Información	5.3	Fugas de información con afectación en materia de GDPR.	Riesgos IT

6	Departamento de Recursos Humanos	6.1	Imposibilidad de sustituir a trabajadores con expertise y know-how crítico para la Organización	Riesgos para la retención del conocimiento
---	----------------------------------	-----	---	--

Fuente: Elaboración Propia

Sin restricción

Tabla 17 Selección 30 principales riesgos

ID Departamento	Propietario del riesgo	ID riesgo	Riesgos identificados
1	Departamento Jurídico	1.1	Aumento de los costos de los trámites con la administración pública
1	Departamento Jurídico	1.2	Posibilidad de nacionalización total o parcial de forma que el negocio se adquiere (por parte del estado) por debajo de un valor justo
1	Departamento Jurídico	1.3	Posible pérdida de licencias para la operación de sistemas de gestión de aguas
1	Departamento Jurídico	1.4	Sanciones administrativas derivadas de mala praxis comercial
1	Departamento Jurídico	1.5	Sanciones por incumplimiento de la normativa aplicable, por ejemplo, en materia de normas de calidad del agua, de manipulación y almacenamiento de productos químicos de tratamiento, de descarga de desechos y de salud y la seguridad del personal operativo y la gente que vive cerca
2	Departamento de Operaciones	2.1	Contaminación al medio, por ejemplo, daño del medio consecuencia de fugas de aguas de desecho dañando a la vida salvaje (marina o terrestre)
2	Departamento de Operaciones	2.2	Discontinuidad en la entrega de recurso
2	Departamento de Operaciones	2.3	Entrega de agua de peor calidad
2	Departamento de Operaciones	2.4	Escasa capacidad de adaptación al cambio por parte del proveedor ante requerimientos regulatorios, funcionales o tecnológicos.
2	Departamento de Operaciones	2.5	Eventual daño a propiedad e infraestructura privada, pública o comercial como consecuencia del desbordamiento en las redes de alcantarillado
2	Departamento de Operaciones	2.6	La inversión dedicada a I+D no tiene un retorno suficiente para hacerla viable
2	Departamento de Operaciones	2.7	Eventual materialización de desastres naturales que pongan en peligro la infraestructura y el sistema en general, pudiendo incurrir en discontinuidades de operación.
2	Departamento de Operaciones	2.8	Incapacidad de aprovisionamiento en tiempo y forma de aquellos activos necesarios para el normal desempeño de la actividad.
2	Departamento de Operaciones	2.9	La infraestructura y los procesos asociados a ella están desfasados
2	Departamento de Operaciones	2.10	Malas prácticas en el trabajo que pongan en peligro integridad e incluso la vida de los trabajadores
2	Departamento de Operaciones	2.11	No se mantienen los niveles de servicio óptimos de los activos físicos
2	Departamento de Operaciones	2.12	Omisión de adaptación y certificación sobre estándares líderes en la industria generando desconfianza de inversores, imposibilitando la recepción de ayuda/subvenciones, etc.
2	Departamento de Operaciones	2.13	Potencial falta de expertise, know-how y tecnología del proveedor para llevar a cabo el servicio subcontratado
3	Departamento de Economía y Finanzas	3.1	Gestión errónea del CAPEX
3	Departamento de Economía y Finanzas	3.2	Obtención de peores calificaciones crediticias, los costos de financiación asociados o un menor acceso a los mercados de capital de deuda, lo que conduce a una menor liquidez y afectando negativamente el rendimiento económico del valor del capital regulatorio

3	Departamento de Economía y Finanzas	3.3	Gestión errónea del OPEX para abastecimiento de agua y gestión de desecho
3	Departamento de Economía y Finanzas	3.4	Pobre estabilidad financiera del proveedor
3	Departamento de Economía y Finanzas	3.5	Posible cambio en la regulación que pueda derivar en una liberalización total del mercado
4	Departamento de Ventas y Comercial	4.1	Aumento de la deuda incobrable desencadenando en una menor rentabilidad
4	Departamento de Ventas y Comercial	4.2	Impago de los consumidores derivados de una mala gestión del cobro
4	Departamento de Ventas y Comercial	4.3	Pérdida de confianza del consumidor y daño reputacional en general
5	Departamento de Sistemas de Información	5.1	Eventuales pérdidas de información que pongan en peligro una correcta toma de decisiones afectando al servicio prestado.
5	Departamento de Sistemas de Información	5.2	Fugas de información con afectación en materia de GDPR
5	Departamento de Sistemas de Información	5.3	Potencial incapacidad de respuesta ante eventos catastróficos que pongan en peligro la propiedad, la infraestructura y los activos de información en general. Por ejemplo, hackeo de sistemas de comunicación y monitoreo de instalaciones
6	Departamento de Recursos Humanos	6.1	Imposibilidad de sustituir a trabajadores con expertise y know-how crítico para la Organización

Fuente: Elaboración propia

Sin restricción

4.3.5.2 Valoración de los riesgos. Impacto y probabilidad o exposición

Los PRs serán los encargados de realizar la evaluación de los riesgos. En primer lugar, deben realizar un análisis para verificar el impacto de la materialización de cada riesgo identificado en la Organización. En otras palabras, deben evaluar "el efecto negativo o el coste de las oportunidades perdidas para la Organización".

Para ello, este análisis se llevará a cabo en base a tres drivers fundamentales: impacto económico, continuidad de operaciones y reputación y confianza de las partes interesadas. Estos drivers van a ser evaluados en base a cuatro niveles de impacto de *Bajo* a *Muy Alto* de forma a los que se les ha de asociar unos valores numéricos, del 1 al 4 respectivamente. Ver tabla 18.

De manera análoga se plantea la cuantificación de la exposición a cada uno de los riesgos, de forma que los PRs puedan valorar cada uno en base a 5 drivers: tendencias del sector, frecuencia de ocurrencia de la actividad generadora del riesgo, áreas intervinientes en la actividad generadora del riesgo, incidencias históricas en la Organización y complejidad de la actividad generadora del riesgo. Para que se puedan representar en el Mapa de Riesgos, también serán evaluadas en base a 4 niveles de exposición de *Baja* a *Muy Alta*, donde los valores numéricos también serán del 1 al 4. Ver tabla 18.

Tabla 18. Cuantificación niveles de riesgo

Impacto/Exposición	Muy alto/Muy alta	4
Impacto/Exposición	Alto/Alta	3
Impacto/Exposición	Moderado/Moderada	2
Impacto/Exposición	Bajo/Baja	1

Fuente: Elaboración propia

Con esta valoración se pretende cuantificar el riesgo inherente, lo que significa que ha de realizarse sin considerar ningún tipo de medida de control que ya se esté implementando para mitigarlos. Las tablas 20 y 21 recogen las situaciones de referencia asociadas a cada nivel para que los PRs puedan cuantificar ambas variables de riesgo en aras de hacer la evaluación de la forma más objetiva posible.

Para tener en cuenta el hecho que cada riesgo tiene una naturaleza distinta, habrá profesionales en la Organización que sepan más que otros sobre cada uno de ellos. Por ello, en la metodología se introduce una nueva variable a tener en cuenta, el nivel de conocimiento. Donde se proponen tres niveles de conocimiento según se muestra en la tabla 19.

Tabla 19. Nivel de conocimiento

Nivel de conocimiento	
Alto	3
Medio	2
Bajo	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Drivers de impacto

	Económico	Continuidad de operaciones	Reputación y confianza de las partes interesadas
Muy alto	Impacto superior a 1,5M de euros.	Paralización total de todas las actividades esenciales de la Utility	Deterioro de la imagen y reputación de la Utility que reduce significativa y permanentemente la posibilidad la renovación de contratos de gestión de aguas
Alto	Impacto entre 0,5- 1,5M de euros.	Paralización de algunas actividades esenciales de la Utility	Deterioro moderado y permanente de la imagen y reputación de la Utility, cuyos clientes cambiarían de suministrador si fuera posible
Moderado	Impacto entre 0,25 – 0,5M de euros.	Paralización total de actividades no esenciales de la Utility	Deterioro moderado y temporal de la imagen y reputación de la Utility lo que aumentaría los impagos y contingencias con las partes interesadas
Bajo	Impacto inferior a 0 - 0,25M de euros.	Paralización parcial de actividades no esenciales de la Utility	Deterioro inapreciable de la imagen y reputación de la Utility con respecto a sus partes interesadas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Drivers de exposición

	Tendencias del sector	Frecuencia de ocurrencia de la actividad generadora del riesgo	Áreas intervinientes en la actividad generadora del riesgo	Incidencias históricas en la Organización	Complejidad de la actividad generadora del riesgo
Muy alta	La experiencia del sector muestra que es una situación sectorial extendida.	La actividad generadora del riesgo se ejecuta diariamente en la Organización.	Intervienen más de 3 Departamentos en la ejecución de la actividad.	Ha habido varias incidencias en el último año.	La actividad relacionada con el riesgo presenta un grado de complejidad alto y es completamente manual.
Alta	La experiencia del sector muestra una probabilidad alta de ocurrencia.	La actividad generadora del riesgo se ejecuta con una periodicidad inferior a la mensual en la Organización.	Intervienen entre 2 y 3 Departamentos en la ejecución de la actividad.	Ha habido entre 2 y 4 incidencias históricas en los últimos 3 años.	La actividad relacionada con el riesgo presenta un grado de complejidad alto y está automatizada parcialmente.
Moderada	La experiencia del sector muestra una probabilidad moderada de ocurrencia.	La actividad generadora del riesgo se ejecuta con una periodicidad inferior a la anual en la Organización.	Intervienen 2 Departamentos en la ejecución de la actividad.	Ha habido una incidencia histórica en los últimos 3 años.	La actividad relacionada con el riesgo presenta un grado de complejidad medio y está automatizada parcialmente.
Baja	La experiencia del sector muestra una probabilidad remota de ocurrencia.	La actividad generadora del riesgo se ejecuta con una periodicidad superior a la anual en la Organización.	Sólo un Departamento interviene en la ejecución de la actividad.	No ha habido ninguna incidencia histórica en los últimos 3 años.	La actividad relacionada con el riesgo presenta un grado de complejidad bajo y/o está completamente automatizada.

Fuente: Elaboración propia

4.3.5.3 Determinación del mapa de riesgos inherente

Una vez los PRs han valorado cada uno de los riesgos identificados para cada uno de los drivers de impacto y exposición, se ha de procesar esa información. Para ello, habrá que acordar con los PRs qué peso tendrá sobre el total cada uno de los drivers evaluados, tal y como se muestra en la tabla 22. El objetivo de esto es hacer a la metodología más elástica, de forma que se pueda adaptar a la naturaleza de cada Organización.

Tabla 22. Ponderación de drivers de impacto y exposición.

Tipo de Driver	Efecto en	Ponderación
Económico (E)	Impacto	40%
Continuidad de operaciones (CO)	Impacto	40%
Reputación y confianza de las partes interesadas (RC)	Impacto	20%
Tendencias del sector (T)	Exposición	20%
Frecuencia de ocurrencia de la actividad generadora del riesgo (F)	Exposición	20%
Áreas intervinientes en la actividad generadora del riesgo (A)	Exposición	20%
Incidencias históricas en la Organización (I)	Exposición	30%
Complejidad de la actividad generadora del riesgo (CA)	Exposición	10%

Fuente: Elaboración propia

Las magnitudes de ponderación variarán en función del tipo de Organización de la que se trate. Debido a que se trata de una empresa de tipo semipública, la cual tiene el monopolio del negocio, la reputación y temas relativos a la RSC no tienen el mismo peso que las variables económicas o de continuidad de operaciones en la valoración del impacto ya que no le supone ninguna ventaja competitiva al no haber apenas competencia.

Las variables de impacto y exposición inherentes se calculan de acuerdo a las ecuaciones (1) y (2):

$$(1) \text{ Impacto inherente}_i = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (0,4 E_i + 0,4 CO_i + 0,2 RC_i)$$

$$(2) \text{ Exposición inherente}_i = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (0,2 T_i + 0,2 F_i + 0,2 A_i + 0,3 I_i + 0,1 CA_i)$$

Donde:

i = riesgo evaluado; $i \in [1, 30]$

N = el número de evaluadores (PRs) = 2

$\{E_i, CO_i, T_i, F_i, A_i, I_i, CA_i\} \in [1, 4]$

A través de una hoja de cálculo se han procesado las evaluaciones de los distintos PRs para cada riesgo obteniendo unos resultados con la cuantificación de los riesgos identificados, quedando tal y como se muestra en

la tabla 23.

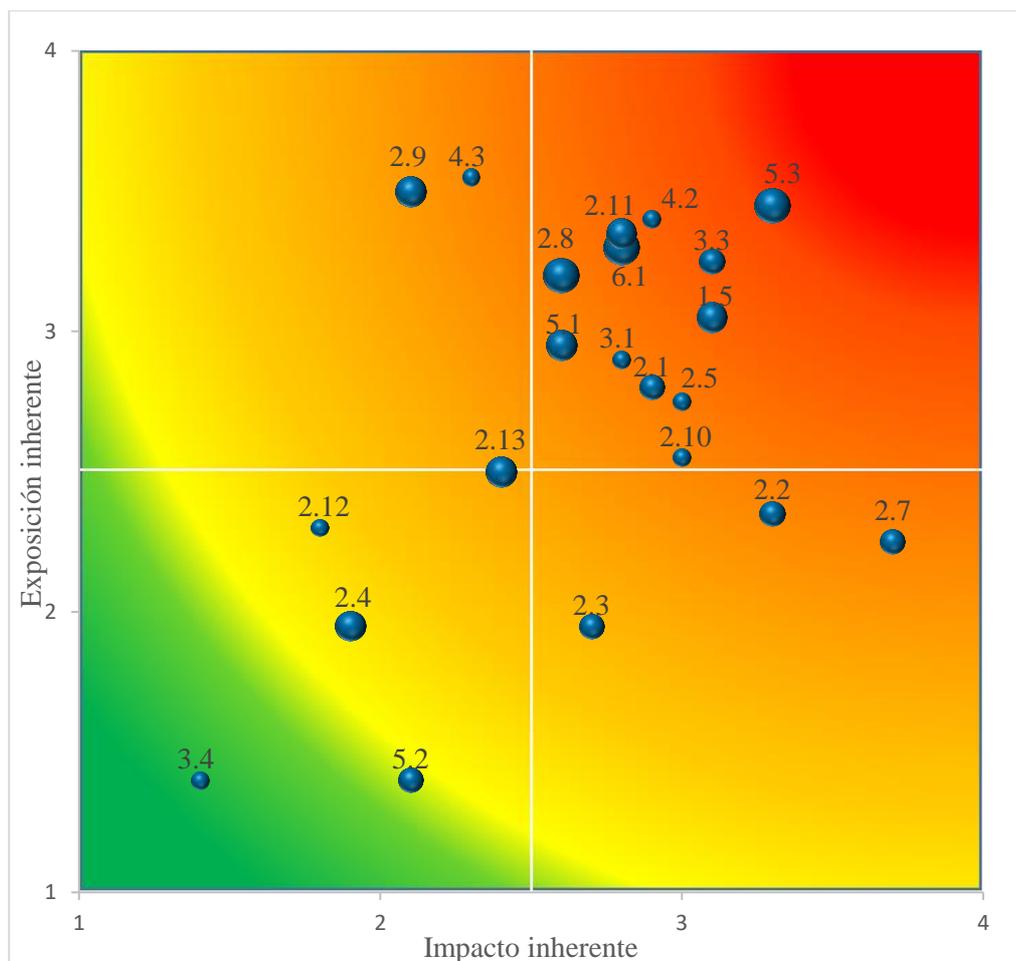
Tabla 23. Cuantificación de los riesgos inherente

ID riesgo	Impacto inherente	Exposición inherente	ID riesgo	Impacto inherente	Exposición inherente
1.1	1,4	1,55	2.11	2,8	3,3
1.2	3,2	1,2	2.12	1,8	2,3
1.3	3,5	1,45	2.13	2,4	2,5
1.4	2,2	2,65	3.1	2,8	2,9
1.5	3,1	3,05	3.2	2,2	1,9
2.1	2,9	2,8	3.3	3,1	3,25
2.2	3,3	2,35	3.4	1,4	1,4
2.3	2,7	1,95	3.5	3	1,3
2.4	1,9	1,95	4.1	2,6	2,35
2.5	3	2,75	4.2	2,9	3,4
2.6	2,1	2,35	4.3	2,3	3,55
2.7	3,7	2,25	5.1	2,6	2,95
2.8	2,6	3,2	5.2	2,1	1,4
2.9	2,1	3,5	5.3	3,3	3,45
2.10	3	2,55	6.1	2,8	3,35

Fuente: Elaboración propia

Subsecuentemente, se han de volcar los resultados en el Mapa de Calor de forma que resulte más visual la elección de aquellos riesgos más críticos.

Figura 23. Mapa de riesgos inherente



Fuente. Elaboración propia

Tal y como se puede observar, los 6 riesgos más críticos para los PRs son:

- 5.3 Potencial incapacidad de respuesta ante eventos catastróficos que pongan en peligro la propiedad, la infraestructura y los activos de información en general. Por ejemplo, hackeo de sistemas de comunicación y monitoreo de instalaciones
- 4.2 Impago de los consumidores derivados de una mala gestión del cobro
- 3.3 Gestión errónea del OPEX para abastecimiento de agua y gestión de desecho
- 2.11 No se mantienen los niveles de servicio óptimos de los activos físicos
- 6.1 Imposibilidad de sustituir a trabajadores con expertise y know-how crítico para la Organización
- 1.5 Sanciones por incumplimiento de la normativa aplicable, por ejemplo, en materia de normas de calidad del agua, de manipulación y almacenamiento de productos químicos de tratamiento, de descarga de desechos y de salud y la seguridad del personal operativo y la gente que vive cerca

La razón por la cual cada una de las “bolazs” tiene un tamaño distinto corresponde al Nivel de Conocimiento que los Propietarios consideran que tienen con respecto a cada riesgo. Puesto que solo dos personas han respondido el cuestionario, las diferencias de tamaño son mayores. Lo ideal es que cada PR responda al cuestionario de forma que se homogenice el nivel de conocimiento.

No obstante, puede suponer un buen detector de riesgos poco evidentes que incluso no hayan de ser gestionados, pudiéndolo eliminar del análisis (si todos los evaluadores responden con que tienen un conocimiento bajo la bolaz sería muy pequeña, y en caso de salir como muy crítico, podría convenir más gestionar otro). En este caso, por ejemplo, el nivel de conocimiento del riesgo 4.2 es muy pequeño, contrastando con su situación en el Mapa como segundo más crítico, aunque esta es la evaluación bruta del riesgo, por lo que habrá que esperar a realizar la

residual para entender bien la situación de riesgo de la Organización.

4.3.5.4 Valoración del nivel de control existente

En los anteriores apartados del caso práctico, se ha evaluado el riesgo de forma bruta, es decir, sin tener en cuenta los mecanismos de control que lo mitiguen. El objetivo de la Organización será el minimizar ya sea su impacto, su exposición, o ambos, al mínimo asumible por la misma.

Para ello, la última variable que los PRs tendrán que evaluar será el Nivel de Control existente. Ya que será a partir de ese punto donde el Gestor de Activos tendrá que empezar a trabajar. Para ello, se ha elaborado un listado de controles genéricos para el que los PRs tendrán que evaluar o bien su existencia, o bien si es adecuado.

Cada control identificado va a tener un efecto predominante en la mitigación del impacto o la exposición. Al mismo tiempo cada uno tiene una capacidad distinta de mitigación, lo cual depende en gran medida de la cantidad de recursos que se puedan movilizar. Es decir, en caso de incurrir en el riesgo 2.1 sobre la contaminación del medio, el disponer de un seguro que cubra los gastos correspondientes a los daños causados constituiría un control muy eficaz (mayor reducción) con respecto a la dimensión de impacto económico, pero al mismo tiempo supone una movilización de recursos (dinero) que pueda resultar excesivo para la Utility.

En la siguiente tabla, se presenta el listado de controles, cuya existencia (sobrentendiendo que están bien gestionados) ha de ser evaluada por los Propietarios de los Riesgos. En la cuarta columna, se presenta el porcentaje de reducción de la dimensión del riesgo a la que afecte el control.

Tabla 24. Evaluación controles

Control	Existencia	Efecto	Reducción
Coberturas y seguros (CS)	Sí	Impacto	50%
Coberturas y seguros (CS)	No	Impacto	0%
Coberturas y seguros (CS)	Solo en algunos procesos	Impacto	0%
Controles de análisis de datos y previsión de gastos/ingresos/demanda (CP)	Sí	Exposición	20%
Controles de análisis de datos y previsión de gastos/ingresos/demanda (CP)	No	Exposición	0%
Controles de análisis de datos y previsión de gastos/ingresos/demanda (CP)	Solo en algunos procesos	Exposición	13%
Controles sobre la actividad operativa - procesos (CAO)	Sí	Exposición	25%
Controles sobre la actividad operativa - procesos (CAO)	Solo en algunos procesos	Exposición	13%
Controles sobre la actividad operativa - procesos (CAO)	No	Exposición	0%
Controles sobre la contratación de terceros (CT)	Sí	Exposición	25%
Controles sobre la contratación de terceros (CT)	No	Exposición	0%
Controles sobre la contratación de terceros (CT)	Solo en algunos procesos	Exposición	13%
Controles sobre la información de activos (físicos, financieros, humanos, etc.) (CIO)	Sí	Exposición	25%
Controles sobre la información de activos (físicos, financieros, humanos, etc.) (CIO)	No	Exposición	0%
Controles sobre la información de activos (físicos, financieros, humanos, etc.) (CIO)	Solo en algunos procesos	Exposición	13%
Existencia, comunicación y formación de políticas y procedimientos (PP)	Sí	Exposición	20%
Existencia, comunicación y formación de políticas y procedimientos (PP)	Solo en algunos procesos	Exposición	10%
Existencia, comunicación y formación de políticas y procedimientos (PP)	No	Exposición	0%
Niveles de capacitación/conocimiento sobre las tecnologías utilizadas (CCT)	Adecuado	Exposición	20%
Niveles de capacitación/conocimiento sobre las tecnologías utilizadas (CCT)	Adecuado solo en algunos procesos	Exposición	10%
Niveles de capacitación/conocimiento sobre las tecnologías utilizadas (CCT)	No adecuados	Exposición	0%
Niveles de supervisión e independencia (SI)	Sí	Exposición	25%
Niveles de supervisión e independencia (SI)	Solo en algunos procesos	Exposición	13%
Niveles de supervisión e independencia (SI)	No	Exposición	0%
Planes de continuidad	Sí	Impacto	20%
Planes de continuidad	No	Impacto	0%
Planes de continuidad	Solo en algunos procesos	Impacto	10%
Programas de cumplimiento y certificación en normas técnicas (CC)	Sí	Exposición	20%
Programas de cumplimiento y certificación en normas técnicas (CC)	Solo en algunos procesos	Exposición	10%

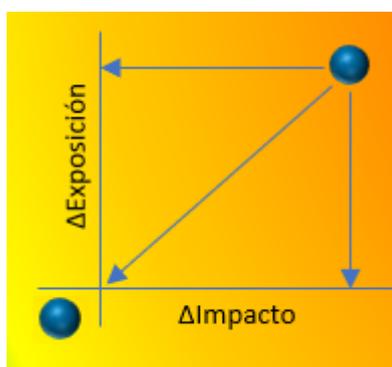
Sin restricción

Programas de cumplimiento y certificación en normas técnicas (CC)	No	Exposición	0%
Programas de gestión de crisis (PGC)	Sí	Impacto	25%
Programas de gestión de crisis (PGC)	No	Impacto	0%
Programas de gestión de crisis (PGC)	Solo en algunos procesos	Impacto	20%
Programas de prevención de riesgos laborales (PRL)	Sí	Impacto	40%
Programas de prevención de riesgos laborales (PRL)	No	Impacto	0%
Programas de prevención de riesgos laborales (PRL)	Solo en algunos procesos	Impacto	0%
Segregación de funciones (SF)	Sí	Exposición	20%
Segregación de funciones (SF)	Solo en algunos procesos	Exposición	10%
Segregación de funciones (SF)	No	Exposición	0%

Fuente: Elaboración propia

El riesgo residual es el riesgo remanente que le queda a la Organización después de haber implementado los controles mitigadores. A efectos del Mapa de Riesgos, el efecto que esta mitigación tendrá será la traslación horizontal en caso de que el control mitigue el impacto, o la traslación vertical, en caso de que mitigue la exposición. El resultado será la traslación de la bola componiendo vectorialmente las reducciones de exposición e impacto del riesgo. La figura 23 muestra un ejemplo de traslación compuesta.

Figura 24. Traslación de riesgo. De riesgo inherente a residual



Fuente: Elaboración propia

De los controles anteriormente expuestos, no todos mitigarán la totalidad de los riesgos identificados. Estos varían mucho en función de la naturaleza del riesgo, de tal forma que el objetivo de la segregación de funciones nada tiene que ver con el riesgo de eventos naturales catastróficos. La tabla 26 recoge el Mapa de riesgos y controles, donde un “1” significa que el control aplica al riesgo y “na” significa que no aplica.

Además, los controles no tendrán un efecto acumulativo, es decir, el porcentaje de reducción no se suma en caso de que más de un control mitigue un riesgo, ya que podría trasladar al riesgo a otro cuadrante, perdiéndose el fundamento de la definición de riesgo, la cual, afirma que el riesgo nulo no existe. Es por ello por lo que se calculará el promedio de efectos mitigadores para cada riesgo.

Por último, la metodología incluye la valoración, por parte de los PRs, del nivel de gestión que tiene cada riesgo. Esta nueva variable tiene por objeto determinar si la existencia de los controles existentes asociados a cada riesgo es suficiente como para que estos controles logren la reducción descrita en la Tabla 24. Es decir, el control puede estar identificado, pero no estar bien implementado. Por ejemplo, puede existir un código de conducta telemático para el buen uso de las herramientas IT, lo cual no significa que la Organización disponga de mecanismos que obliguen a su lectura, comprensión y adhesión de los empleados.

El efecto que esta variable tiene en el mapa de riesgo obedece a tres posibles respuestas descritas en la siguiente tabla.

Tabla 25. Valoración del nivel de gestión

Nivel de Gestión (NG)	Descripción	Valor
Suficiente	La gestión y los controles existentes son adecuados y suficientes	100%
Medio	La gestión y los controles existentes son adecuados, pero no suficientes.	50%
Insuficiente	La gestión y los controles existentes son inadecuados o el control de riesgos no es posible.	0%

Fuente: Elaboración propia

De esta forma, se pretende evitar que los PRs valoren controles sobre los cuales no se tenga un conocimiento suficientemente grande como para saber si son lo suficientemente efectivos. En el Mapa de Riesgos, la reducción será la calculada siguiendo el método del promedio si el nivel de conocimiento es suficiente. Si este es medio, la reducción será la mitad de la calculada, mientras que, si el nivel de conocimiento es insuficiente, se asume que no existen controles para los riesgos identificados, lo que pasará a ser objetivo del PEGA respecto a aquellos riesgos con relación en la gestión de activos.

De todo lo anterior se calculan las reducciones de impacto y exposición de acuerdo con las ecuaciones (3) y (4):

$$(3) \Delta impacto_i = \left(\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (c(i)CS + c(i)PGC + c(i)PRL)in * \right)$$

$$(4) \Delta exposición_i = \left(\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (c(i)CP + c(i)CAO + c(i)CT + c(i)CIO + c(i)PP + c(i)CCT + c(i)SI + c(i)CC + c(i)SF)in \right)$$

Donde:

i = riesgo evaluado; $i \in [1, 30]$

N = el número de evaluadores (PRs) = 2

$C(i) = \{0,1\}$ de acuerdo con tabla 26

Tabla 26. Mapa de riesgos y controles

ID Riesgo	Descripción del riesgo	Programas de gestión de crisis	Planes de continuidad	Coberturas y seguros	Controles de análisis de datos y previsión de gastos/ingresos/demandas	Programas de prevención de riesgos laborales	Controles sobre la información de activos (físicos, financieros, humanos, etc.)	Controles sobre la actividad operativa - procesos	Controles sobre la contratación de terceros	Existencia, comunicación y formación de políticas y procedimientos	Niveles de supervisión e independencia	Niveles de capacitación/conocimiento sobre las tecnologías utilizadas	Programas de cumplimiento y certificación en normas técnicas	Segregación de funciones
1.1	Aumento de los costos de los trámites con la administración pública	Na	na	na	1	na	na	1	na	na	1	na	na	na
1.2	Posibilidad de nacionalización total o parcial de forma que el negocio se adquiere (por parte del estado) por debajo de un valor justo	1	na	na	1	na	1	na	na	na	1	na	na	na
1.3	Posible pérdida de licencias para la operación de sistemas de gestión de aguas	1	1	1	1	na	1	1	na	na	na	na	1	1
1.4	Sanciones administrativas derivadas de mala praxis comercial	na	na	na	na	na	na	na	1	1	na	na	na	1
1.5	Sanciones por incumplimiento de la normativa aplicable, por ejemplo, en materia de normas de calidad del agua, de manipulación y almacenamiento de productos químicos de tratamiento, de descarga de desechos y de salud y la seguridad del personal operativo y la gente que vive cerca	na	na	na	1	1	1	1	na	1	1	1	1	1
2.1	Contaminación al medio, por ejemplo, daño del medio consecuencia de fugas de aguas de desecho dañando a la vida salvaje (marina o terrestre)	1	na	1	na	na	1	1	na	1	na	1	1	na
2.2	Discontinuidad en la entrega de recurso	1	1	na	1	na	1	1	na	1	na	1	na	na
2.3	Entrega de agua de peor calidad	1	na	na	na	na	1	1	na	1	na	1	1	na
2.4	Eseca capacidad de adaptación al cambio por parte del proveedor ante requerimientos regulatorios, funcionales o tecnológicos.	na	na	na	na	na	na	na	1	na	1	na	na	1
2.5	Eventual daño a propiedad e infraestructura privada, pública o comercial como consecuencia del desbordamiento en las redes de alcantarillado	1	na	1	na	na	1	na	na	na	na	na	na	na
2.6	La inversión dedicada a I+D no tiene un retorno suficiente para hacerla viable	na	na	na	1	na	na	1	na	na	1	na	na	na
2.7	Eventual materialización de desastres naturales que pongan en peligro la infraestructura y el sistema en general, pudiendo incurrir en discontinuidades de operación.	1	1	1	na	na	1	na	na	na	na	na	na	na
2.8	Incapacidad de aprovisionamiento en tiempo y forma de aquellos activos necesarios para el normal desempeño de la actividad.	na	na	na	1	na	1	1	na	na	1	na	na	1
2.9	La infraestructura y los procesos asociados a ella están desfasados	na	na	na	na	na	1	1	na	na	na	1	na	1

2.10	Malas prácticas en el trabajo que pongan en peligro integridad e incluso la vida de los trabajadores	na	na	na	na	1	na	na	na	na	na	1	na	na
2.11	No se mantienen los niveles de servicio óptimos de los activos físicos	na	na	na	na	na	1	1	na	na	na	1	na	na
2.12	Omisión de adaptación y certificación sobre estándares líderes en la industria generando desconfianza de inversores, imposibilitando la recepción de ayuda/subvenciones, etc.	na	1	na	na	1	na							
2.13	Potencial falta de expertise, know-how y tecnología del proveedor para llevar a cabo el servicio subcontratado	na	1	na	1	na	na	1						
3.1	Gestión errónea del CAPEX	na	na	na	1	na	1	na						
3.2	Obtención de peores calificaciones crediticias, los costos de financiación asociados o un menor acceso a los mercados de capital de deuda, lo que conduce a una menor liquidez y afectando negativamente el rendimiento económico del valor del capital regulatorio	na	na	na	1	na	1	na	na	na	1	1		1
3.3	Gestión errónea del OPEX para abastecimiento de agua y gestión de desecho	na	na	na	1	na	1	na	na	na	1	1	na	na
3.4	Pobre estabilidad financiera del proveedor	na	1	na	na	na	na	1						
3.5	Posible cambio en la regulación que pueda derivar en una liberalización total del mercado	na	1	na	1	na								
4.1	Aumento de la deuda incobrable desencadenando en una menor rentabilidad	na	na	na	1	na	na	na	na	na	1	na	na	na
4.2	Impago de los consumidores derivados de una mala gestión del cobro	na	na	na	1									
4.3	Pérdida de confianza del consumidor y daño reputacional en general	na	1	na	na	na	1	1	na	na	na	na	1	na
5.1	Eventuales pérdidas de información que pongan en peligro una correcta toma de decisiones afectando al servicio prestado.	na	na	na	na	na	1	1	na	na	1	na	na	na
5.2	Fugas de información con afectación en materia de GDPR.	na	na	na	na	1	1	na	na	1	1	na	1	na
5.3	Potencial incapacidad de respuesta ante eventos catastróficos que pongan en peligro la propiedad, la infraestructura y los activos de información en general. Por ejemplo, hackeo de sistemas de comunicación y monitoreo de instalaciones	na	1	na	na	na	1	1	na	1	na	na	1	1
6.1	Imposibilidad de sustituir a trabajadores con expertise y know-how crítico para la Organización	na	na	na	1	1	1	1	na	na	na	1	na	na

Fuente: Elaboración propia

Sin restricción

4.3.5.5 Determinación del mapa de riesgos residual

Una vez los PRs han identificado los riesgos, los han evaluado de acuerdo tanto con los drivers de las variables de impacto y exposición como con la existencia de controles mitigadores, han fijado sus niveles de conocimiento respecto cada uno y han fijado los niveles de gestión, se está en condiciones de calcular el riesgo residual, mediante las ecuaciones (5) y (6). La figura 24 muestra el mapa de riesgos residual de la Utility.

$$(5) \text{ Impacto residual}_i = \text{Impacto inherente}_i * (1 - NG_i * \Delta \text{impacto}_i)$$

$$(6) \text{ Exposición residual}_i = \text{Exposición inherente}_i * (1 - NG_i * \Delta \text{exposición}_i)$$

Donde:

i = riesgo evaluado; i ∈ [1, 30]

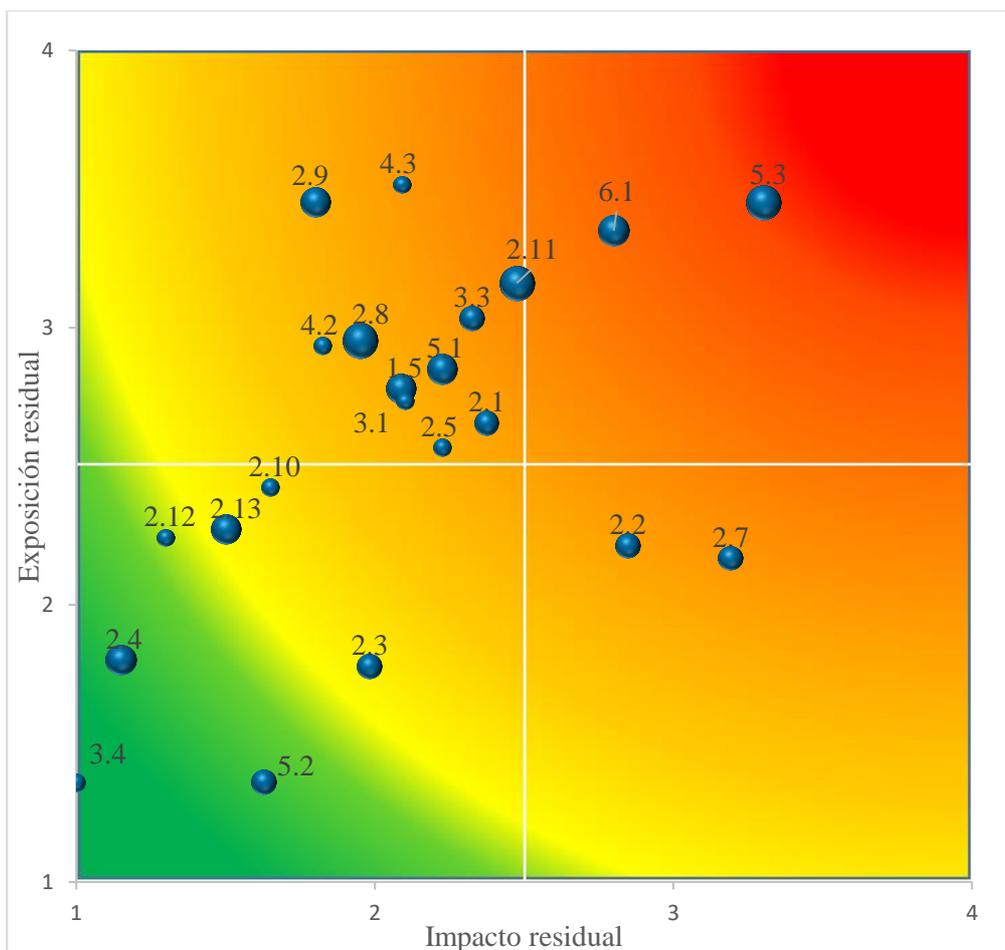
Los valores de impacto y exposición residual se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 27. Cuantificación de los riesgos residual

ID riesgo	Impacto inherente	Exposición inherente	ID riesgo	Impacto inherente	Exposición inherente
1.1	1,1	1,4	2.11	2,5	3,2
1.2	2,6	1,1	2.12	1,3	2,2
1.3	3,1	1,4	2.13	1,5	2,3
1.4	1,9	2,6	3.1	2,1	2,7
1.5	2,1	2,8	3.2	1,9	1,8
2.1	2,4	2,7	3.3	2,3	3,0
2.2	2,8	2,2	3.4	1,0	1,4
2.3	2,0	1,8	3.5	2,8	1,3
2.4	1,2	1,8	4.1	2,0	2,2
2.5	2,2	2,6	4.2	1,8	2,9
2.6	1,8	2,2	4.3	2,1	3,5
2.7	3,2	2,2	5.1	2,2	2,9
2.8	2,0	3,0	5.2	1,6	1,4
2.9	1,8	3,5	5.3	3,3	3,5
2.10	1,7	2,4	6.1	2,8	3,4

Fuente: Elaboración propia

Figura 25. Mapa de riesgos residual



Fuente: Elaboración propia

Del mapa de riesgos residual se pueden extraer varias conclusiones:

1. Los riesgos más críticos son el 5.3, 6.1 y 2.11. El estar situados en el cuarto cuadrante los hace críticos. La exposición a los mismos y el impacto que tendría su materialización deben considerarse inaceptables y serán los primeros para los que hay que proponer medidas de control.
2. Aquellos riesgos situados en el segundo y tercer cuadrante deben ser gestionados posteriormente, ya que siguen escapando fuera del apetito de riesgo de la Organización.
3. Cabe prestar especial atención a aquellos riesgos cuyo tamaño sea pequeño. El hecho de que el nivel de conocimiento sea pequeño, y que se hayan considerado muy críticos (cuarto cuadrante del mapa de riesgos inherente) y controlados (gran desplazamiento a zonas menos críticas en el mapa residual) es una señal incongruente, por lo que el Gestor de Activos y la Alta Dirección han de replantearse su gestión. Este es el caso del 4.2, 3.3 y 2.5.
4. Los riesgos 2.9 y 4.3 son riesgos a los que la Organización está muy expuesta, los planes de acción a implementar para controlarlos han de ir encaminados en reducir la repetición de estos.
5. El riesgo 2.7 tiene un impacto considerado como alto, y la exposición al mismo es superior a la media por lo que se deben implementar controles que minimicen el impacto en cualquiera de sus atributos.

La clasificación de los riesgos estratégicos según criticidad permite que el Gestor de Activos pueda empezar a fijar objetivos del SGA. Esta herramienta es útil porque con escasos recursos, ya se tiene una idea de cómo mejorar la Organización, por lo que es muy interesante de aplicar, al menos, como punto de partida. Lógicamente, los resultados de esta jerarquización y los objetivos propuestos han de comunicarse a la Alta Dirección para ser aprobados, pudiendo esta incluir otros que a su opinión son necesarios. Para los tres riesgos más críticos se proponen algunos objetivos en materia de gestión de activos para su mitigación:

Sin restricción

- 5.3 Potencial incapacidad de respuesta ante eventos catastróficos que pongan en peligro la propiedad, la infraestructura y los activos de información en general. Por ejemplo, hackeo de sistemas de comunicación y monitoreo de instalaciones
 - Diseñar una estrategia de seguridad de la información
 - Medir los resultados de la función de seguridad de la información
 - Realizar un análisis de los costes de operación teniendo en cuenta el coste potencial ligado a las catástrofes e implementar un programa de inversiones en herramientas de protección de la información
 - Realizar una due diligence de proveedores de servicios de seguridad de la información para una elección óptima de los mismos
 - Definir una política de seguridad de la información
- 6.1 Imposibilidad de sustituir a trabajadores con expertise y know-how crítico para la Organización
 - Elaborar un plan de contingencia ante bajas de empleados con conocimiento
 - Realizar un análisis del conocimiento de los trabajadores y jerarquizarlos según criticidad de forma que se pueda identificar a aquellas personas con un conocimiento tácito del negocio y de las diferentes áreas
 - Mejorar la infraestructura tecnológica de la Organización de forma que se puedan llevar a cabo programas de formación aun estando los empleados deslocalizados
- Riesgo 2.11 No se mantienen los niveles de servicio óptimos de los activos físicos
 - Definir, documentar, acordar, supervisar, medir, informar y revisar los niveles de servicio de los activos físicos
 - Implementar medidas correctivas cuando las desviaciones superen las tolerancias definidas
 - Garantizar que todas las partes involucradas en la gestión de un activo físico comprendan el nivel de servicio que debe prestar

4.4 Monitorear la operación

Una vez se han fijado los planes de gestión de activos, se han definido claramente las responsabilidades, y toda la información ha sido documentada en base a las especificaciones del apartado 4.2.2.5, es el momento de la etapa de puesta en marcha donde el sistema ya se ha empezado a implementar.

Servirá para valorar la optimalidad de los planes de acción implementados de cara a la consecución de los objetivos propuestos tras el análisis de riesgos. Siendo este un proceso iterativo en el que, a medida que se vayan implementando los planes de acción y en consecuencia los controles, se irá comprobando la idoneidad de estos en términos de adecuación y suficiencia. Incluso a nivel de objetivos, estos serán susceptibles de ser cambiados, ya que, pese a que la metodología obtiene los objetivos en base a los riesgos identificados, hay que recordar que este es un sistema vivo y en el transcurso de la actividad de la Organización pueden ir surgiendo otros problemas que se hayan podido omitir en el proceso de identificación o que, por ejemplo, la Alta Dirección quiere gestionar.

En esta fase, también se ha de bajar de nivel a la primera línea de operación (ver apartado 4.1.1.1), ya que al final, los riesgos de alto nivel identificados son consecuencia de inadecuaciones en la gestión de los activos presentes en la actividad de la Organización (activos humanos, de información, intangibles y físicos) pero siempre desde una perspectiva global.

4.4.1 Evaluación del desempeño

En este apartado se da cumplimiento a la cláusula 9.1 de la ISO 55001 (2014).

Atendiendo a la clasificación de los activos realizada en el apartado 4.1.3.1 se tendrá que evaluar el desempeño de todos los activos. Tras la nueva dimensión que cobra el concepto de activo con la ISO 55000 (2014), esta

evaluación del desempeño se vuelve mucho más compleja ya que no solo habrá que hacer la evaluación de los activos clásicos, sino que también habrá que hacer la de los de información, los intangibles y los humanos.

Con relación a los activos físicos, el objetivo es reducir al mínimo el coste de poseer, operar, mantener y sustituir el activo, para lo cual, es necesario seleccionar las herramientas necesarias para realizar el seguimiento del desempeño de cada activo. La prioridad de las utilities es ser fiables en la entrega del recurso y ser razonables en sus facturas, por lo que el coste de la eficiencia es fundamental.

Por otra parte, la cantidad de información que estas manejan relativa a los distintos activos, los cuales están geográficamente muy dispersos, y la cantidad de partes interesadas que intervienen, hacen de la digitalización un recurso necesario.

Por ello, los activos de información descritos en el apartado 4.1.3.8 resultan una herramienta clave para gestionar la complejidad de las redes de distribución de agua a partir de un uso integrado de las mismas, facilitando las tareas de control, explotación y gestión.

No obstante, el objetivo de esta Guía es que la pueda aplicar cualquier tipo de Organización por lo que, pese a que ha sido y será mencionada como un recurso más, esta no se está construyendo sobre la base de que se posean todas o algunas de esas herramientas de información.

Para saber cómo monitorear un activo se han de fijar una serie de métricas adaptadas a su naturaleza, de forma que si se está evaluando a un profesional de mantenimiento lo que tiene sentido es saber cuánto tiempo se espera que dure su intervención y cuanto está durando en realidad. Si lo que se pretende monitorear es el rendimiento de una estación de bombeo habrá que ver cuál es el nivel de servicio de este tipo de activo y lo que está ofreciendo en cada momento.

Para fijar estas métricas es condición necesaria el saber:

- ¿Qué activo se pretende monitorear? Atendiendo a la clasificación de los activos realizada en el apartado 4.1.3.1, la forma de medir el desempeño del equipo de trabajo no es la misma que la de medir la presión en conducciones o que la de evaluar la satisfacción de las partes interesadas.
- ¿De qué estado parte y cuál es su nivel de servicio? A partir de la información recogida para los apartados 4.1.3.4 y 4.1.3.6, se debe comprobar para cada activo cual es el nivel de servicio que debe dar, y en paralelo, el estado en que se encuentra de forma que aquellos activos próximos a la finalización de su vida útil cuenten con métricas más estrictas que permitan en lo posible adelantarse a su fallo.
- ¿Qué medios dispone la Organización para hacer el seguimiento? Se debe conocer cómo se puede obtener la información del activo. Si se dispone de las herramientas descritas en el apartado 4.1.3.8 se podrá recibir información en tiempo real del activo en remoto. Si no se cuenta con estos recursos a lo mejor habrá que hacer un desplazamiento periódico on site para obtener la información. En lo que respecta a los activos humanos habrá que ver qué tipo de gestión del conocimiento se está haciendo en base a lo descrito en el apartado 4.1.3.9.
- ¿A cuál de los objetivos del PEGA hace referencia? De acuerdo con lo descrito en el apartado 4.3, si los planes de acción (controles) propuestos tienen que ver con la mejora de la seguridad de la información de los activos, son algunos de los activos de información los que habrá que monitorizar, por ejemplo, la implementación de conexiones VPN para conectar con las estaciones de adquisición de activos físicos. Una métrica que se podría proponer es si el número de usuarios de la red es el mismo que el personal con acceso a la misma.

También, dentro de esta fase de monitorización se ha de llevar a cabo el monitoreo de la gestión de los riesgos evaluados en el apartado 4.3, de forma que el Gestor de Activos tenga el control del estado de los planes de acción y sus actividades recogidos dentro del PGA. Para ello podrá utilizar las herramientas propuestas en el apartado 4.2.1.3 con los diagramas de Gantt y Pert, y/o las propuestas en el apartado 4.3.2 con los mapas de cobertura y la matriz de riesgos y controles.

El último paso de la monitorización será el de evaluar las métricas y herramientas propuestas para esta acción, desde tres puntos de vista.

- Si las métricas son acertadas, es decir, se tendrá que verificar que en efecto el elemento generador de riesgo está bien cubierto por esa métrica. Una forma de saberlo es que desde que se empezó a monitorizar un activo o riesgo con esa métrica no se ha materializado ningún riesgo de los descritos.

- Evaluar los resultados de su monitorización, es decir, si el nivel de servicio de los activos que definen las métricas es adecuado y entra dentro de la tolerancia. (Apartado 4.4.1.1)
- Una vez se verifica que la métrica es adecuada, intentar fijar valores objetivo de la misma a fin de conseguir un mejor desempeño (Apartado 4.1.3.4)

4.4.1.1 Definición de indicadores

La información obtenida mediante el monitoreo de los activos debe ser analizada posteriormente. Este análisis va a derivar de la comparativa con una serie de métricas o indicadores, los cuales tendrán asociado un valor esperado cuyo cumplimiento contribuirá a la consecución de los objetivos del SGA.

Estos indicadores dan información sobre distintos parámetros relativos al desempeño, costo y riesgo y deben:

- Estar alineados con los objetivos estratégicos de la empresa
- Ser equilibrados y medibles, lo que significa que la característica descrita debe ser cuantificable
- Estar implantados en todos los niveles de la Organización
- Ser entendibles, lo que significa que debe ser reconocido fácilmente por todos aquellos que lo utilizan

En la tabla 28 se muestran aquellos indicadores de desempeño (KPIs) según el tipo de activo.

Tabla 28. Indicadores de desempeño (KPIs)

Activos físicos	Activos de información
<p>Extraídas de (Cormilluni, 2019):</p> <ul style="list-style-type: none"> • $MTTR = \frac{\text{Tiempo reparación por falla}}{\text{Nº de fallas}}$ • $MTBF = \frac{\text{Tiempo de operación}}{\text{Nº de fallas}}$ • $\text{Disponibilidad} = \frac{(\text{Toperacion} - \text{Tpprog} - \text{Tpnoopro})}{\text{Toperacion}}$ • $\text{Confiabilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$ • $\text{Eficiencia general de los equipos (OEE)} = \text{Disponibilidad} * \text{Rendimiento} * \text{Calidad}$ • $\text{Mantenibilidad} = 2 * (1 - \text{Confiabilidad}) * MTBF$ <p>Extraídas de (Sierra y Andrea)</p> <ul style="list-style-type: none"> • $\text{Indisponibilidad} = 1 - \text{Disponibilidad}$ • $\text{Disponibilidad útil} = (\text{horas de trabajo} * \text{Nº de turnos}) - \text{Tiempo averida}$ • $\text{Tasa de fallas} = \frac{\text{Nº de fallos}}{\text{Tiempo en funcionamiento}}$ <p>Modificadas de (Sierra y Andrea)</p> <ul style="list-style-type: none"> • $\text{Tasa de fuga} = \frac{\text{Volumen agua perdido}}{\text{Longitud considerada}}$ <p><i>Propuesta propia:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pérdidas técnicas / Ud o pérdidas totales/km de red • Horas dedicadas a la gestión de activos/horas disponibles del equipo <p>Modificado de Spider Strategies:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calidad del agua potable - Porcentaje de pruebas de 	<p>Propuesta propia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nº de auditorías de seguridad IT realizadas a los activos <p>Extraído de (Lingeswara, 2019)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nº de paradas del servicio relacionadas con la seguridad • Nº de aplicaciones/sistemas empresariales que no cuentan con un plan de respaldo • % de no conformidades detectadas en las pruebas/auditorías de seguridad, pero no resueltas en el plazo previsto

<p>agua que cumplen las normas reglamentarias</p> <ul style="list-style-type: none"> • Número de atascos en el alcantarillado por mes/año • Porcentaje de reducción del número de averías en los equipos 	
Activos humanos	Activos intangibles
<ul style="list-style-type: none"> • LTIFR – Tasa de frecuencia de lesiones con pérdida de tiempo • Tiempo medio entre reparaciones (horas) • N° operaciones reparadas con éxito/ N° intervenciones • N° de formaciones por trabajador <p>Modificado de Spider Strategies:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Promedio de horas de trabajo por tipo de activo físico al año • Número medio de horas de trabajo para completar una tarea de mantenimiento • Productividad del personal • Porcentaje de órdenes de trabajo de mantenimiento que requieren reajustes • Porcentaje de horas de trabajo programadas sobre el total de horas de trabajo <p>Propuesta propia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • N° de mantenimientos programado-atrasados por emergencias correctivas • N° de formaciones realizadas en materias de gestión de activos por trabajador según función en un año • Tiempo de respuesta ante fugas de agua 	<p>Modificado de Spider Strategies:</p> <p>Cuestiones operativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • N° medio de días de retraso de cada orden de trabajo • Tiempo medio de respuesta para arreglar las averías • Tiempo medio de resolución de un caso de tarificación • N° de órdenes de trabajo pendientes <p>Satisfacción parte interesadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • % de clientes que calificarían sus facturas como ilegibles y confusas • % de reducción del número de quejas ante el organismo regulador local

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 29 se muestran aquellos indicadores de costo (KCIs) según el tipo de activo. Estos indicadores muestran en términos monetarios y financieros el valor de operaciones clave dentro de la gestión de los distintos tipos de activos.

Tabla 29. Indicadores de costos (KCIs)

Activos físicos	Activos de información
<ul style="list-style-type: none"> • Costo total de mantenimiento / valor total del activo • Costo real (suma de los costos de las reparaciones con el costo actualizado (costo promedio de adquisición – valor promedio de depreciación * (1- edad media del activo)) • Costo de operación / Ud comercializada (€/ud) • Costos de mantenimiento/ Costos estimados de sustitución de los activos 	<p>Extraído de Bisell y Ponemon (2019)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Costo por discontinuidad de la operación debido a ciberataques • Coste debido a pérdidas de información • Coste debido a daños a activos físicos derivados de los ciberataques • Coste de oportunidad tras impacto de ciberataque

Sin restricción

<ul style="list-style-type: none"> • Costo mantenimiento / Costo de operación • Costo de operación / Valor de la base de activos • Valor de capex previsto / Valor de capex realizado <p>Modificado de Spider Strategies:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coste medio por litro de recurso entregado • Ingresos medios por litro de recurso producido 	
Activos humanos	Activos intangibles
<p>Modificado de Spider Strategies:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coste anual de la mano de obra por activo operado • Coste medio por categoría de trabajo • Coste medio de mantenimiento por kilómetro de tubería 	<p>Propuesta propia</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tarifas a consumidores. Precio medio <p>Modificado de Spider Strategies:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rendimiento total de los accionistas (para utilities propiedad de inversores)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla a continuación se muestran aquellos indicadores clave de riesgo (KRIs), los cuales se utilizan para el pronóstico de lo que podría suceder, es decir, ayudan a anticipar problemas y oportunidades futuras, basándose en la observación de tendencias que puedan afectar a una Organización, excediendo el apetito de riesgo definido. También se clasifican según tipo de activo.

Tabla 30. Indicadores de riesgos

Activos físicos	Activos de información
<ul style="list-style-type: none"> • Grado de exposición / número de fallas • Probabilidad de falla / costo de mantenimiento • Inversiones en capacitación / costo de los accidentes e incidentes • Costos estimados de exposición de la empresa / inversión en mantenimiento y operación • Tasa de retorno por proyecto de mantenimiento • Número de advertencias del organismo regulador /Uds comercializadas • Costos de multas / inversiones en mantenimiento • Número de desbordamientos incontrolados de aguas residuales que afectan a propiedades privadas • Tiempo de interrupción por evento • 	<p>Modificado de (Sohail, 2011):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ataques recibidos por campañas de phishing o código malicioso llevados a cabo con éxito en el último año • N° actividades maliciosas detectadas • N° de empleados que incurrieron en enlaces de ataques • N°de empleados que perdieron las tarjetas de acceso a instalaciones <p>Extraído de (Lingeswara, 2019):</p> <ul style="list-style-type: none"> • % de incidentes que involucran datos personales de clientes • Número de servicios cancelados o retrasados debido a caídas del servicio relacionadas con la seguridad • Porcentaje de aplicaciones/sistemas empresariales que no cuentan con un plan de respaldo • Número de no conformidades detectadas en las pruebas/auditorías de seguridad que permanecen sin resolver más allá del plazo previsto • Número de sistemas sin parches actualizados
Activos humanos	Activos intangibles

<p>Modificado de Spider Strategies:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Denuncias al trabajador • Porcentaje de reducción del número de lesiones de los empleados • N° accidentes laborales por año y por severidad • Número de personal por cada 1.000 clientes (consumidores) • $LTIFR = \frac{N^{\circ} \text{ de lesiones con pérdida de tiempo}}{N^{\circ} \text{ horas trabajadas en total}}$ 	<ul style="list-style-type: none"> • Número de clientes a los que se les ha cortado el suministro por incumplimiento de la normativa • Número de reclamaciones recibidas por tipo <p>Extraído de (Lingeswara, 2019):</p> <ul style="list-style-type: none"> • % de incidentes que involucran datos personales de clientes • Número de incidentes de seguridad atribuidos a vulnerabilidades en sistemas de terceros/empleados
--	---

Fuente: Elaboración propia

La vinculación de los KRI, KCI y KPI les permite a los gestores de activos apreciar la relación entre el riesgo y el desempeño de negocio, y la relevancia de los KRI para los objetivos de negocios y el apetito de riesgo de la Organización. Esto ayuda en la colaboración interdepartamental e incorpora consideraciones de riesgo en las decisiones del negocio.

4.4.1.2 Monitoreo y evaluación

Los indicadores propuestos en el apartado anterior constituyen herramientas de evaluación de consecución de objetivos y por tanto de validez del SGA. El que los indicadores se encuentren bajo las especificaciones de los niveles de servicio objetivo será la referencia para validar la estrategia del sistema. Hay que saber qué activos habrá que monitorear. Normalmente, si los recursos son escasos, habrá que empezar por aquellos activos más críticos, e ir expandiendo el alcance conforme se pueda.

Dada la diferente naturaleza de los indicadores, y lo diferentes que son los tipos de activos a los cuales se aplican, conviene establecer una única forma de reporte de estos. De forma que el gestor de activos obtenga la información de una misma fuente. La tabla 31 presenta algunas de las fuentes de donde se pueden obtener los datos para conformar los indicadores propuestos.

Tabla 31. Fuentes utilizadas para el cálculo de los indicadores

Activo	Fuente
Activos físicos	<p>Medidas en campo de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conducciones • Reservorios • Estaciones de bombeo • Estaciones de depuración • Valvulería • Sensores • PLC • Accionamientos eléctricos
Activos humanos	<ul style="list-style-type: none"> • Horas de trabajo de empleados • Desempeño • Motivación

Sin restricción

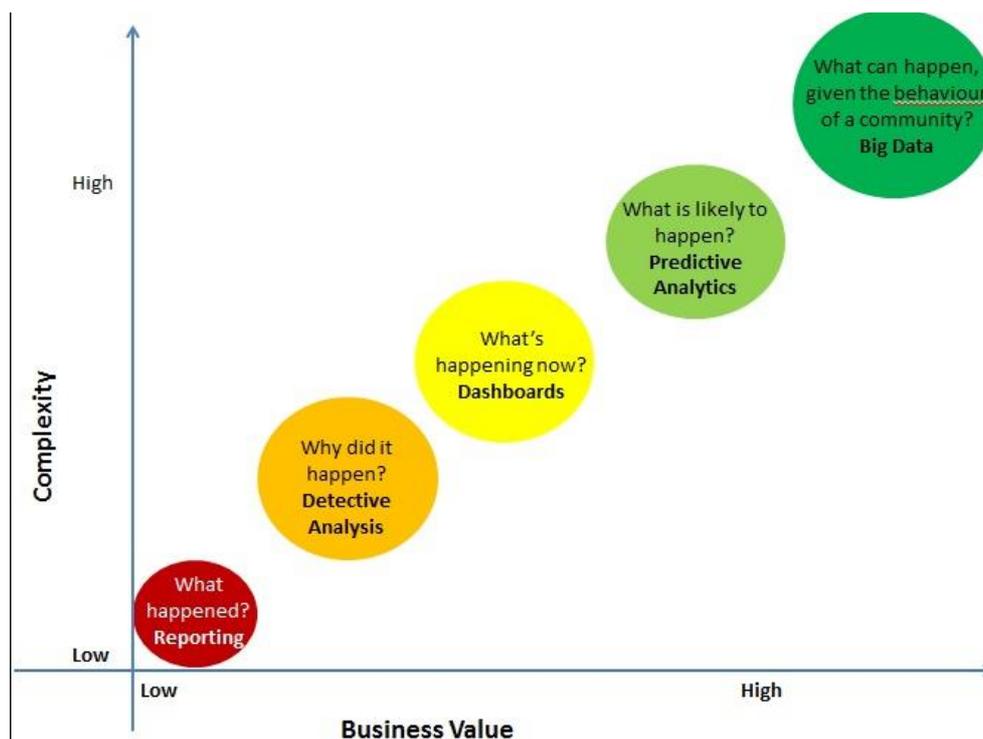
	<ul style="list-style-type: none"> • Formación y competencia • Seguridad y salud • Retribución
Activos de información	<ul style="list-style-type: none"> • Logs de usuarios • Herramientas de software utilizadas para la gestión de activos físicos (SCADA, GIS, GMAO) • Herramientas de software de soporte de negocio (ERP, BI) • Herramientas de software del tipo ofimático (antivirus, firewall, Windows office, correo electrónico) • Equipos de comunicación y transmisión de datos • Estaciones de adquisición de datos de activos físicos (equipos de medida) • Hardware de oficina
Activos no tangibles	<ul style="list-style-type: none"> • Relación con parte interesadas (encuestas de satisfacción de clientes, contratos con proveedores, denuncias, concursos de subcontratación, inspecciones, etc.) • Sistemas de gestión (calidad, medioambiente, riesgos, activos, seguridad y salud, seguridad de la información, etc.) • Cumplimiento

Fuente: Elaboración propia

De aquí se entiende la necesidad del Gestor de Activos, la Alta Dirección y las partes interesadas de presentar la información del monitoreo de los indicadores en un mismo formato. Para ello, como se ha comentado en el apartado 4.1.3.8, la utilización de BI para la recopilación de datos, su monitoreo y la presentación de resultados resulta muy útil, de forma que en todo momento se puede trasladar cual es la imagen real del estado de la Organización y del SGA.

Kunal Jain (2013) realiza una distinción de fases de la analítica del negocio a la que llama espectro de analítica de negocio en la cual grafica cada tecnología de análisis de datos en función del valor que aporta a la Organización. Ver figura:

Figura 26: Espectro de analítica del negocio



Fuente: (Jain, 2013)

Con el uso de tecnologías de BI, se cubre todo el espectro de análisis de datos, de forma que se puede realizar un monitoreo que permite sacar el máximo valor de la monitorización de los activos. La variedad de datos (procedentes de los distintos tipos de activos y áreas de negocio, por ejemplo, operaciones, ingeniería, RRHH, comercial y legal, etc.) ofrece dos oportunidades. En primer lugar, aunque los datos estén incompletos, al combinarlos con otras fuentes de datos, permiten al Gestor de Activos enriquecer la fuente de datos original. (Loustau y Lanzara, 2017)

En segundo lugar, permite fortalecer la relación de las partes interesadas con el SGA (por ejemplo, que los empleados lo entiendan mejor, que la Alta Dirección pueda hacer una supervisión más efectiva o que los clientes tengan una visión más clara de lo que hace la empresa para justificar las facturas) al proporcionarles más contexto sobre la Organización ya que pueden comprender e interpretar mejor las métricas propuestas, disponer de cuadros de mando más intuitivos y accesibles, así como recibir información que puede integrarse y servir directamente a sus tareas dentro de la Organización.

4.4.2 Auditoría interna. Modelo de las 3 líneas de defensa

La ISO 55001 (2014) plantea la necesidad de establecer un programa de auditoría sobre el SGA verificando en todo momento que este cumple con las cláusulas de la misma Norma Internacional, y con los requerimientos propuestos en esta Guía. A continuación, se presenta una tabla que mapea las cláusulas y subcláusulas de la Norma internacional con cada apartado de aplicación de la metodología.

Tabla 32. Mapeo de cláusulas ISO con apartados de la Guía

Cláusulas ISO 55001	Guía aplicación ISO 55001 para una Utility
X.Y Subcláusulas ISO 550001	
4. Contexto de la Organización	

4.1 Conocimiento de la Organización y su contexto	4.1.1.1 y 4.1.3 (4.3.1.1/2/3/4/5/6/7/8/9)
4.2 Conocimiento de las necesidades y expectativas de las partes interesadas	4.1.1.2
4.3 Determinación del alcance del sistema de gestión de activos	4.1.1.3
4.4 Sistema de gestión de activos	4.1.1.4 y 4.2.1 (4.2.1.1, 4.2.1.2 y 4.2.1.3)
5. Liderazgo	
5.1 Liderazgo y compromiso	4.1.2.1
5.2 Política	4.1.2.2
5.3 Roles, responsabilidades y autoridad en la Organización	4.1.2.3, 4.1.3.9 y 4.4.2
6. Planificación	
6.1 Acciones para abordar los riesgos y las oportunidades para el sistema de gestión de activos	4.3.2 y 5.3.5 (caso práctico)
6.2 Objetivos de gestión de activos y planificación para lograrlos	
7. Apoyo	
7.1 Recursos	4.2.2.1
7.2 Competencia	4.2.2.2
7.3 Toma de Conciencia	4.2.2.3
7.4 Comunicación	4.2.2.4
7.5 Requisitos de información	4.2.2.5
7.6 Información documentada	
8. Operación	
8.1 Control y planificación operacional	4.3.2, 4.5.1, 4.5.2 y 4.5.3
8.2 Gestión del cambio	4.3.3
8.3 Tercerización	4.3.4
9. Evaluación del desempeño	
9.1 Seguimiento, medición, análisis y evaluación	4.4.1.1 y 4.4.1.2
9.2 Auditoría interna	4.4.2
9.3 Revisión por la dirección	
10. Mejora	
10.1 No conformidad y acción correctiva	4.3.2 y 5.3.5 (caso práctico)
10.2 Acción preventiva	4.3.2 y 5.3.5 (caso práctico)
10.3 Mejora continua	4.6.1 y 4.6.2

Fuente: Elaboración propia

El programa de auditoría, al igual que el SGA en sí mismo, también atraviesa diversos grados de madurez (Ver apartado 4.6.1), de forma que a medida que pase el tiempo y se hayan llevado a cabo varias auditorías, tanto para el personal auditor como para el personal auditado la metodología se irá optimizando de forma que cada vez se vaya siendo más eficiente en la solicitud de documentación, en la recopilación de evidencias, en la localización de los responsables de procesos y en el manejo de los documentos de soporte de la auditoría.

Además, el alcance de cada auditoría también dependerá del propio grado de madurez del SGA ya que, si este está empezándose a implementar, todavía no se dispone de la totalidad de procesos, documentos y conocimiento necesario como para determinar si se está cumpliendo o no con los requerimientos propuestos en la Guía, y, por ende, en la Norma.

Normalmente, dichas auditorías se realizan a intervalos planificados y son capaces de señalar desviaciones de forma anticipada e identificar oportunidades de mejora.

Cuando se haya designado al equipo de auditoría, se deberá empezar por la realización de entrevistas con los responsables de los departamentos que tengan relación con el SGA. En estas entrevistas, los responsables han de comentar cuál es su nivel de involucración respecto del SGA y que se ha hecho hasta el momento en esta materia. De esta forma, el Equipo de Auditoría, de ahora en adelante el EA, puede, por un lado, coger más contexto sobre que es la gestión de activos, y por otro hacerse una idea sobre los roles y responsabilidades en el SGA.

Las auditorías internas deben verse como un proceso de autoevaluación para estimular a los participantes a buscar oportunidades de mejoras. La participación, la comprensión y el apoyo de los miembros de la Organización son importantes para que la Alta Dirección pueda hacer un análisis crítico de todo el sistema de gestión de activos (American Cooper Association, 2015).

Una vez el EA haya realizado las reuniones con su respectiva acta de reunión, y se disponga de forma documentada tanto de la presente Guía, como de la Norma, se han de preparar dos documentos ya que se está en disposición de desgranar los clausulados en diferentes testeos, los cuales determinarán el cumplimiento o no de los requisitos planteados en la Guía.

- Matriz de testeo, el EA conformará un documento en el que se plasmen todos los testeos que permitirán conocer el grado de cumplimiento con los requerimientos. Ver tabla 33, en donde se establecen 4 niveles de cumplimiento para cada test.
 - Cumple: el test realizado al SGA cumple con el requerimiento (Nº requerimiento) en su totalidad. Se adjuntan evidencias de ubicación y cita con la información clave.
 - Cumplimiento parcial: el requerimiento de la Guía no se satisface al completo. En este caso se debe adjuntar la ubicación de las evidencias que cumplan y se propongan las medidas de mejora a implementar para llegar al cumplimiento total.
 - Incumplimiento menor: existen elementos que pueden contribuir a dar cumplimiento al test, pero se han de mejorar todas las partes involucradas en el cumplimiento del test.
 - No cumple: requerimiento, o parte del requerimiento a la que haga referencia el test no satisfecha en ningún caso.
- Listado de documentación inicial. En cumplimiento con el apartado 4.2.2.5, la gestión de cada requerimiento de la Guía debe documentarse de acuerdo con los parámetros de calidad que este recoge. Se debe documentar toda política, proceso o procedimiento involucrado en el SG. De esta forma, se conseguirá garantizar la trazabilidad de toda información que necesite la auditoría.

Este checklist será un documento previo de solicitud de toda esta información a los responsables de los departamentos, o en caso de designación específica, a la persona de contacto de cada departamento. El EA, tras evaluar la Guía, la norma y las actas de reunión propondrá un listado con aquellos documentos donde ellos entienden que aparezca la evidencia de cumplimiento con los requisitos.

Tras hacer una primera iteración en la auditoría, en caso de no haber podido validar todos los test, se propondrá un listado de documentación adicional, o en su caso, se efectuarán reuniones con el personal encargado de cada aspecto del SGA que no se ha podido verificar, para, en su caso, proponer unas medidas

de mejora de cara a obtener mejores resultados en subsecuentes auditorías como parte de la idea de mejora continua propuesta en el apartado 4.6.

En aras de dar cumplimiento a la cláusula 9.3 de la ISO 55001 y de acuerdo con el apartado 4.1.2.3 de la Guía, se va a utilizar el modelo de las tres líneas de defensa para la gestión de riesgos para explicar el papel de la Alta Dirección para revisar el SGA y los resultados de su auditoría. Ver figura 27.

Figura 27. Modelo de las tres líneas de defensa para la gestión de riesgos



Fuente: The Institute of Internal Auditors, 2013

El modelo de tres líneas de defensa se puede utilizar como el medio principal para estructurar los roles y las responsabilidades de la toma de decisiones y el control relacionados con el riesgo para lograr una gobernanza, gestión y garantía de riesgos efectivos:

Las unidades de negocio generadoras de ingresos constituyen la base del modelo y se denominan primera línea de defensa. Dependiendo de la industria de la que se trate estas unidades variarían. En el caso ejemplo, estas unidades serán todos los departamentos que tengan responsabilidad operativa respecto del sistema de gestión de activos. Como anteriormente se ha comentado, al tratarse los activos de elementos generadores de valor, serán todos los trabajadores de la Utility quien estén en primera línea de defensa. Por ejemplo: empleados de mantenimiento, recursos humanos, nóminas, seguridad y salud, medioambiente, I+D, etc. Al final todos ellos tienen un puesto de trabajo que este sujeto a riesgo, y que con una buena gestión de activos se puede mitigar.

El modelo parte de la base de que los controles en esta primera línea son muy granulares y se basan en transacciones individuales, ya que el personal participa en los procesos a diario y está familiarizado con el flujo de trabajo y las posibles deficiencias de control. Por lo tanto, les resulta más fácil aplicar controles que se centran en procesos más granulares y detectar los puntos débiles en una fase temprana. Esto les permite reportar inmediatamente a estamentos superiores y garantiza la aplicación oportuna de las medidas necesarias. (Minto y Arndorfer, 2015)

La segunda línea tiene la función de supervisión del cumplimiento del SGA y se trata del Gestor de Activos, o en su defecto, un Comité de Gestión de Activos o Auditoría para los cuales las competencias estén delegadas. Como tal, la segunda línea de defensa define los requisitos de control preventivo y de detección de riesgos y no conformidades dentro de la gestión de activos, y se asegura de que dichos requisitos estén integrados en las políticas y procedimientos de la primera línea.

La segunda línea debe ser independiente de la primera y aplicar los controles de forma o periódica. También debe basarse en criterios claros de evaluación de riesgos utilizando cualquiera de las herramientas detalladas en el apartado 4.3.1.3.

La tercera línea de defensa, que representa el siguiente nivel de control, comprende la función de auditoría interna, donde se encuentra el Equipo de Auditoría de gestión de activos. En los últimos años, la práctica se

ha desarrollado de tal manera que proporciona una garantía independiente a la Alta Dirección sobre una amplia gama de objetivos, incluyendo la eficiencia y la eficacia de las operaciones, la salvaguardia de los activos, la fiabilidad y la integridad de los procesos de información y el cumplimiento de las leyes y reglamentos. (Minto y Arndorfer, 2015)

Tabla 33. Matriz de testeo

N° Apartado	N° Test	Testeo para realizar	Evaluación				Evidencia	Medidas de mejora
			Cumple	Cumplimiento parcial	Incumplimiento o menor	No cumple	Adjuntar la ubicación de la evidencia que da lugar al cumplimiento del testeo	Plan de acción
4.3.1	1							
4.3.1	2							
4.3.1	3							
4.3.1	4							
4.3.1	5							
4.3.1	6							
4.3.1	7							

Fuente: Elaboración propia

4.5 Análisis del sistema de gestión de activos físicos

La gestión del ciclo de vida de los activos debe ocupar un lugar destacado en diversas Organizaciones dedicadas a diferentes actividades tales como la fabricación, la energía o las infraestructuras, en definitiva, cualquiera que utilice equipos de alta complejidad.

El objetivo es obtener el máximo rendimiento de todas sus instalaciones y equipos (activos físicos) en materia de ingresos, seguridad, cumplimiento, calidad, energía y costes de funcionamiento. También se espera que las nuevas adquisiciones y/o actualizaciones importantes se entreguen sistemáticamente dentro del presupuesto y el calendario previstos para poder aprovechar las oportunidades del mercado, considerándose los riesgos asociados a estas inaceptables. Lo que se debe perseguir en esta etapa de análisis es buscar la excelencia en todas las actividades de gestión del ciclo de vida de los activos.

4.5.1 Ciclo de vida de los activos

En el contexto de activos físicos, estos atraviesan en una Organización varias fases desde que se empieza a idear su utilización hasta que se retiran al llegar a su vida útil u obsolescencia. Concretamente, estas fases son: la concepción de la idea, su diseño, su construcción, la puesta en marcha, la operación, el abandono de la actividad y desmantelamiento.

No obstante, estas fases corresponderían a una situación en la cual la misma Organización diseña, fabrica y utiliza el activo, lo cual no aplica al caso de una Utility de aguas. En su lugar, un ciclo más enfocado a su naturaleza es (Rajala y Hukka, 2018):

1. Planificación. Primera etapa necesaria tras haber detectado la necesidad de adquirir un activo nuevo para llevar a cabo una actividad necesaria.
2. Selección activos. Etapa de due diligence en la que se estudian proveedores, las especificaciones del activo y los recursos necesarios para su adquisición
3. Adquisición. Etapa en la que se efectúa el desembolso para la compra del activo.
4. Puesta en marcha. Etapa en la cual se instala y se deja listo para iniciar su uso
5. Operación. Periodo más largo del ciclo de vida, que corresponde a aquel en el que el activo funciona bajo el nivel de servicio especificado
6. Mantenimiento/Reparación. Más que una etapa, es un periodo intermitente dentro de la etapa de operación, en el que se interrumpe el servicio del activo ya sea de forma premeditada para efectuar un mantenimiento preventivo, o bien de forma reactiva, tras fallo e imposibilidad de dar el nivel de servicio que se le requiere, para efectuar la reparación.
7. Cese de la actividad. Etapa en la que el uso del activo llega a su fin por haber alcanzado su vida útil, ya sea desde el punto de vista económico o físico.
8. Desmantelamiento. Etapa en la que el activo sale de la Organización ya sea a través de una venta, de ser desechado o de ser reciclado.

De acuerdo con la International Copper Association (2015), para obtener el mejor rendimiento del activo la administración de su ciclo de vida debe abordar lo siguiente:

- Un sistema de monitoreo continuo (Apartado 4.4.1)
- Evaluación y registro de incidentes, accidentes y fallas (Apartados 4.1.3.2/3/4/6)
- Estrategias de mantenimiento específicas (Apartado 4.5.2)
- Análisis del costo del ciclo de vida (Apartado 4.5.3)
- Administración de riesgos, confiabilidad y probabilidad de falla (Apartado 4.1.3.6 y 4.3.1.2 y 4.3.1.6)

A lo largo de cada una de las etapas del ciclo de vida del activo, toda la información que se vaya generando debe ser almacenada conforme lo comentado en el apartado 4.2.2.5. Esta información será crítica a la hora de

gestionar el activo de la mejor forma ya que, por ejemplo, a la hora de fijar el nivel de servicio que tendrá que dar al utilizarse, se debe fijar siempre en base a sus propiedades técnicas que se recibieron del proveedor cuando se compró. Debe quedar claro que, cuanto mejor trazabilidad documental se tenga y conforme más se conozca un activo, más fácil y efectiva es su gestión.

Tanto la gestión de activos como la gestión del riesgo debe estar presente en todas las fases, tal y como se puede comprobar en el apartado 4.3.1.2 en donde se han identificado riesgos que afectan directamente a cada una de las etapas descritas.

Además, conforme a lo indicado en el apartado 5.7 de la ISO 31010 (2011), *“Se puede considerar que muchas actividades, proyectos y productos tienen un ciclo de vida (...) La evaluación del riesgo se puede aplicar en todas las etapas del ciclo de vida, y normalmente se aplica muchas veces con diferentes niveles de detalle para ayudar en la toma de decisiones en cada fase.*

Las fases del ciclo de vida tienen requisitos diferentes y necesitan técnicas diferentes. Por ejemplo, durante la fase de concepto y definición, cuando se identifica una oportunidad, la evaluación del riesgo se puede utilizar para decidir si se procede o no.” y de acuerdo con lo señalado en el apartado 6.2.2 de la ISO 55001 *“La Organización debe asegurar que sus riesgos relacionados con la gestión de activos se consideren dentro del enfoque de manejo del riesgo de la Organización incluyendo la planificación de contingencias.”* se pone de manifiesto la conveniencia del uso conjunto de la gestión de riesgos y de activos en cada una de las etapas del ciclo de vida.

Ambos SGs dependen fuertemente de los recursos económicos por lo que todas las decisiones a lo largo del ciclo de vida de los activos tendrán que mantener un equilibrio, según señala Holte (2010) entre Rendimiento-Coste-Riesgo como los tres pilares fundamentales sobre los que se apoya la gestión de activos, y por tanto la gestión de su ciclo de vida.

- Rendimiento de los activos. Cuanto mejor sea la calidad de la información que se tenga de los activos en relación con su estado, nivel de servicio esperado, criticidad o historial de fallos, será más fácil asegurar el mejor rendimiento de los activos con el mínimo gasto en mantenimiento. Como este es un proceso iterativo, conforme el sistema vaya madurando, la información de la que se disponga será mejor y, por tanto, el rendimiento de estos también mejorarán.
- Evaluación del riesgo. En este caso el riesgo considerado es el operativo o de “bajo nivel” conforme a lo comentado en el apartado 4.3.1 de la Guía, donde, además, se ha puesto de manifiesto lo importante es realizar la predicción del momento en el que el fallo se va a producir y las consecuencias de este en la Organización. La gestión del riesgo asociado a cada fase del ciclo de vida de los activos debe ser ejecutada por el personal de la 1ª línea.
- Coste. Para avanzar hacia la sostenibilidad, mantener un sistema rentable y optimizar los costes de operación y mantenimiento, la Organización debe de orientarse hacia una política proactiva y abandonar las políticas reactivas. Para cambiar esta forma de actuar es necesario recabar toda la información relacionada con los costes a lo largo de todo el ciclo de vida y conocer los beneficios e inconvenientes de la rehabilitación frente a la renovación de los activos. (Espín, 2014). Ver apartado 4.5.3.

4.5.2 Gestión del mantenimiento de los activos. Tipos

El mantenimiento constituye la herramienta fundamental mediante la cual se puede tanto prevenir el fallo de un activo como preservar su nivel de servicio requerido. Existen cuatro tipos fundamentales de mantenimiento, los cuales tienen diferentes necesidades a nivel de recursos tales como conocimiento técnico o el coste económico.

El objetivo del mantenimiento será encontrar el momento exacto para mantener o reemplazar un activo, antes de que se produzca el fallo, y para ello, el Gestor de Activos debe encargarse de la selección de los tipos de mantenimiento a utilizar en los diferentes activos físicos de la Organización adaptándose a su presupuesto. Para ello, las técnicas de análisis de riesgos comentadas en los apartados 4.1.3.7, 4.3.1.2 y 4.3.1.7 resultan de una gran utilidad.

Los cuatro tipos de mantenimiento son:

1. Mantenimiento correctivo o reactivo. Consiste en la aplicación de tareas destinadas a reparación una vez se ha producido el fallo. Pese a que es el más económico desde el punto de vista de la necesidad

de recursos, al ser reactivo, tiene varios inconvenientes, tales como que no se hayan las causas reales del fallo y que no se tiene el control del tiempo que el activo puede pasar parado.

Su utilización puede estar justificada en aquellos casos en los que la intervención ante el fallo de la instalación es rápida y los costes y riesgos derivados de la avería son mínimos. De acuerdo con la EPA (2006), el mantenimiento reactivo puede llegar a ser el más costoso, por lo que no debería suponer más de entre el 20% y 25% del esfuerzo total del mantenimiento.

2. **Mantenimiento preventivo.** Las tareas de mantenimiento se llevan a cabo de forma programada en aras de evitar un desgaste del activo o la aparición del fallo. El problema se da en que se pierde dinero y tiempo en hacer mantenimiento que no es necesario, por lo que tampoco es muy eficaz contra el fallo. En este, como pasa con el correctivo, el fallo puede tardar mucho en ser reparado. El único tipo de fallo contra el que es eficaz es el relacionado con la edad del activo.
3. **Mantenimiento predictivo.** Este tipo de mantenimiento está basado en la condición actual de los activos, requiriendo la monitorización en tiempo real de distintos parámetros importantes de cada activo (presión, temperatura, caudal, vibración, etc.) a través de un sistema SCADA (mirar estructura de un sistema SCADA del apartado 4.1.3.8.1)

Con los datos de operación de los activos, la predicción del fallo se realiza a través de modelos estadísticos de fallo basado en riesgo (apartado 4.3.1.7 de la Guía), por lo que a partir de esta información se pueden llevar a cabo acciones de mantenimiento adelantado el fallo, y de forma mucho más personalizada que en el preventivo. En este mantenimiento si se elimina la causa del fallo, pero como desventaja, tiene un coste inicial mayor.

4. **Mantenimiento proactivo.** Consiste en rediseñar el activo o parte de este para eliminar la causa raíz del fallo. No se usa tanto en la industria del agua, pero sí en la aeronáutica o espacial, donde la seguridad humana es muy importante. Dado el enorme coste que supondría aplicarlo, no se plantea su uso en la Utility de aguas.

A grandes rasgos las ventajas y desventajas de cada una de las estrategias de mantenimiento se muestran en la tabla 34.

Tabla 34. Ventajas y desventajas de cada tipo de mantenimiento

Tipo de mantenimiento		Ventajas	Desventajas
1	Correctivo	<ul style="list-style-type: none"> • No requiere cuidados previos • No requiere ser gestionado • Bajo coste 	<ul style="list-style-type: none"> • No existen mecanismos de alerta de fallo • Riesgo en materia de PRL • Corte de la operación del sistema o parte de él • Retrasos en la producción • Requiere un equipo de mantenimiento mayor • Posibles daños a otros activos
2	Predictivo	<ul style="list-style-type: none"> • Reduce fallos • Permite que el trabajo, los repuestos, el personal pueda ser planeado 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere más mantenimiento y mayores costes • Solo aplicable a fallos relacionados con la edad del activo • Se hace mantenimiento innecesario • Mantenimiento puede inducir a

			fallos
3	Predictivo	<ul style="list-style-type: none"> • Puede eliminar el fallo • Planificación más optimizada de los recursos • La causa raíz del fallo es eliminada 	<ul style="list-style-type: none"> • Alto coste inicial (Apartado 4.1.3.8.1) • Muy costoso si no se implementa adecuadamente
4	Proactivo	<ul style="list-style-type: none"> • No se requiere mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Los cambios en el diseño son costosos • Si la causa raíz no se entendió bien los cambios pueden resultar inútiles • Pueden requerir cortes de operación largos

Fuente: Elaboración propia

Una vez se conocen cuáles son los activos físicos más críticos y las ventajas y desventajas de cada estrategia de mantenimiento, el Gestor de Activos debe proponer una estrategia de mantenimiento para cada activo registrado (ver apartado 4.1.3.2) La tabla 35 recoge la evaluación de algunas de las métricas de rendimiento incluidas en el apartado 4.4.1.1. que pueden servir al Gestor de Activos para conocer que esperar de cada estrategia de mantenimiento. Cada una significa lo siguiente:

- MTBF (Mid Time Between Failure), permite conocer la frecuencia con que suceden averías
- MTTR (Mid Time To Repair), permite conocer la importancia de las averías que se producen en un equipo considerando el tiempo medio hasta su solución.
- Eficiencia, es un coeficiente que se obtiene de medir los recursos empleados en aplicar ese tipo de mantenimiento con respecto del total de recursos utilizado en el activo.
- OEE (Overall Equipment Effectiveness), es una razón porcentual que sirve para medir el aprovechamiento integral de la maquinaria industrial.

Tabla 35. Evaluación de indicadores para distintos tipos de mantenimiento de activos físicos

Tipo de mantenimiento		MTBF	MTTR	Eficiencia	OEE
1	Correctivo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
2	Preventivo	Medio	Medio	Bajo	Medio
3	Predictivo	Alto	Alto	Alto	Alto
4	Proactivo	Alto	Alto	Alto	Alto

Fuente: Modificado de Haider, Sadiq y Tesfamarian (2014)

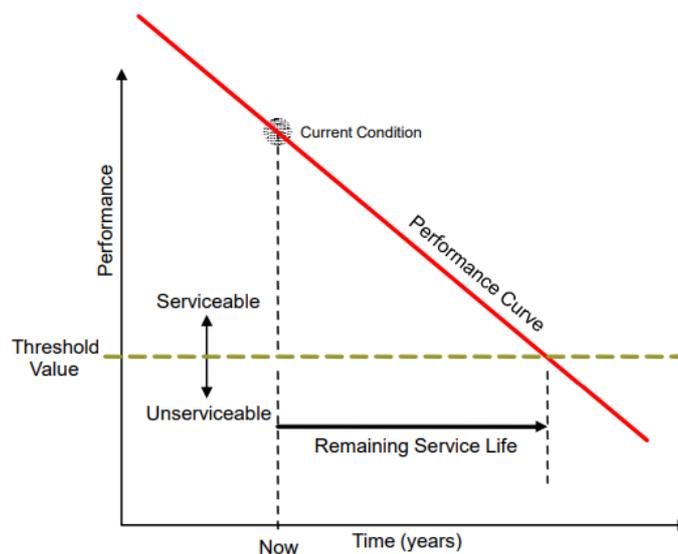
4.5.3 Determinación de la vida residual y estrategia de reemplazo

Un activo físico debe ser reemplazado, cuando se presentan las siguientes causas:

- Insuficiencia. En los casos de mala planificación o aumento de la demanda del recurso se puede presentar la necesidad de adquirir nuevos equipos.
- Alto costo de mantenimiento. Cuando un equipo empieza a fallar de forma más repetida que la habitual, incurriendo en costos derivados de un aumento de las intervenciones para mantenimiento correctivo y de las discontinuidades en la operación.
- Obsolescencia. Se pueden presentar varias situaciones de obsolescencia. En primer lugar, cuando cuesta más dinero la propia reparación que adquirir otro activo. En segundo, cuando deja de ser la alternativa menos costosa, por ejemplo, no existen repuestos en stock para el activo porque el fabricante ya no lo fabrica. En tercero, cuando el activo no puede dar las nuevas prestaciones que se le requieren. (Ver figura 27)
- Imagen o intangibles. En este caso la inversión se justifica por la imagen deteriorada o por otros intangibles que han de justificarse financieramente.

Al mismo tiempo, para el reemplazo, se debe contemplar, por un lado, el horizonte de planeación, es decir, cuanto más corto sea el periodo de tiempo en el que se evalúe el reemplazo del activo, más preciso será el análisis. Por otro lado, la disponibilidad de capital para realizar la inversión. Además, existen varias herramientas que requieren pocos recursos y que el Gestor de Activos puede utilizar para determinar el tiempo de servicio que le queda a un activo dando el nivel de servicio requerido (Valor umbral de la figura 28).

Figura 28. Determinación punto de obsolescencia



Fuente: USEPA, 2006

Estas herramientas pueden tener dos enfoques:

- Basado en la edad del activo

Todos los activos físicos tienen una vida esperada. Ya sea por estudios realizados por las distintas utilities o por datos de fabricante, el Gestor de Activo debe ser capaz de obtener esta información que pueda servir de referencia. Por ejemplo, de acuerdo con Canadian Water (2013), existe una gran diferencia de vida útil esperada entre los distintos activos físicos de la Organización, por ejemplo, las redes de alcantarillado tienen una vida útil aproximada de unos 100 años (USEPA,2006), las tuberías forzadas de 75 (Unger, Haas y Rehan, 2015) mientras que las válvulas utilizadas en la red de 30 años. (Canadian Water, 2013)

Un cálculo rápido de acuerdo con esta información se indica a continuación:

$$\% \text{ Vida consumida} = \frac{\text{Edad del activo}}{\text{Tiempo de vida estudiado}}$$

Sin restricción

$$\%Vida\ residual = 1 - \%Vida\ consumida$$

Lógicamente, este cálculo no contempla factores externos que corresponden a su operación, que pueden tener efectos tanto positivos (mantenimientos regulares) como negativos (mal uso de los activos durante su operación). A este respecto la EPA (2006) plantea multiplicar un factor de corrección al %Vida residual según una serie de variables que pueden afectar a esta vida residual tal y como se muestra en la tabla 36.

Tabla 36. Factor corrector de vida residual

Variables de condición	Factor corrector				
	+10%	+5%	0	-5%	-10%
Estándares de diseño	+10%	+5%	0	-5%	-10%
Calidad de construcción	+10%	+5%	0	-5%	-10%
Calidad de materiales	+10%	+5%	0	-5%	-10%
Historial de operación	+10%	+5%	0	-5%	-10%
Ambiente operacional	+10%	+5%	0	-5%	-10%
Estrés externo	+10%	+5%	0	-5%	-10%

Fuente: Modificado de EPA (2016)

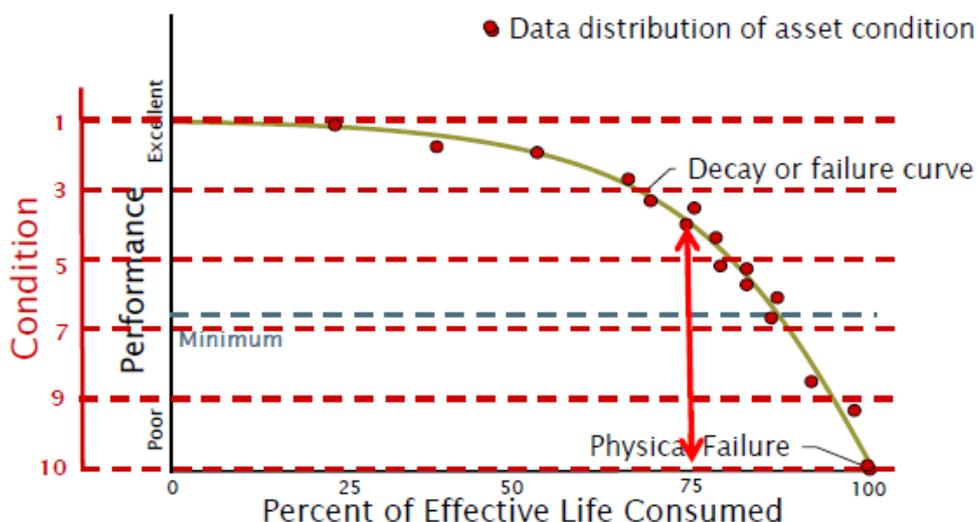
Este factor ha de ser cuantificado en base a la información obtenida durante la aplicación de la Guía, o a través de entrevistas con expertos y responsables de la operación de los activos.

- Basado en condición.

En el caso de contar con profesionales muy experimentados, con la información obtenida en el apartado 4.1.3.3 sobre el estado de los activos podría ser suficiente para cuantificar la vida residual de estos. En caso contrario, y siempre que se cuente con estos recursos, se puede utilizar la curva de decaimiento, mediante la cual se puede tomar una decisión de cuando reemplazar un activo, o conjunto de activos, monitoreando la condición de estos.

Utilizando los criterios marcados en el apartado 4.1.3.3 sobre el estado de los activos, se puede ir graficando el estado de estos a lo largo del tiempo, de tal forma que se pueda establecer un umbral de estado mínimo a partir del cual habría que reemplazar el activo. Lógicamente, acciones como el mantenimiento, pueden contribuir a alargar el buen estado de los activos, pero al final, todos los activos envejecen y tienen patrones de decaimiento semejantes al de la figura 29.

Figura 29. Curva de decaimiento basada en condición



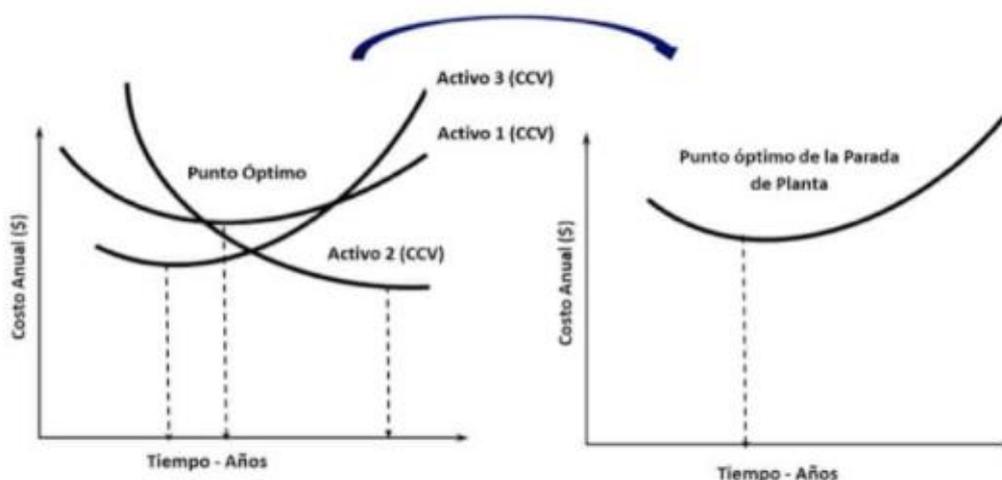
Fuente: EPA, 2006

Usando tecnologías de datos como BI o software de gestión de activos con módulos propios de gestión del mantenimiento CMMS (apartado 4.2.3.8), se pueden obtener curvas específicas de todos los activos disponiendo de datos de alta calidad. No obstante, el Gestor de Activos podrá trazar curvas basadas en modelos simplistas con información muy básica de estos, las cuales no necesitarán información muy detallada para ser útiles.

Por otro lado, para poder diseñar estrategias de reemplazo de activos, se debe atender a su alcance, es decir, teniendo en cuenta que los activos y su desempeño están interconectados, la parada de uno puede significar una discontinuidad de otros, lo cual da lugar a que pueda interesar hacer coincidir los tiempos de reemplazo para realizarlos en una única intervención.

Silvera (2019) propone evaluar aspectos tales como: tiempos de parada, costos, impactos en las operaciones, disponibilidad de recursos, paquetes o agrupación de tareas, entre otros, realizando una evaluación Costo – Beneficio de forma adicional para estimar el mejor momento para la Organización en realizar la parada de la instalación.

Figura 30. Integración de varios puntos óptimos de reemplazo de diferentes activos en un tiempo óptimo de parada de planta



Fuente: Silvera, 2019

Sin restricción

4.5.4 Análisis del coste de ciclo de vida de los activos

El Gestor de Activos debe conocer todos los costes inherentes a la gestión del ciclo de vida de los activos para poder establecer mecanismos de control presupuestario y de inversión. Posteriormente, una vez conocidos los costes, es conveniente realizar un análisis de las inversiones necesarias para garantizar el funcionamiento y la calidad del sistema de gestión de activos. No hay que olvidar que los planes de gestión de activos pretenden mantener en la medida de lo posible el valor de la infraestructura y la calidad del servicio, por lo que las principales inversiones se harán en términos de renovación, mantenimiento y modernización del sistema.

De lo anterior deben surgir planes, políticas y procedimientos de inversión, con la participación de todos los departamentos y siempre de acuerdo con los intereses generales de la Organización y no sólo del SGA.

Todas las acciones llevadas a cabo a lo largo del ciclo de vida de los activos tienen un coste inherente. De acuerdo con Silvera (2019), son los relativos a los siguientes aspectos:

- **Inversión inicial.** Estos son los llamados CAPEX (Capital Expenditures), y son utilizados para adquirir o mejorar activos físicos tales como propiedades, plantas, edificios, tecnología o equipos. Este tipo de desembolso financiero lo realizan las Organizaciones para aumentar el alcance de sus operaciones o añadir algún beneficio económico a la operación.
- **Operación.** Aquí se encuentran los llamados OPEX (Operational Expenditures) y se refiere a los costes en los que incurre una Organización en la realización de sus actividades de operación. Puede incluir una amplia gama de gastos tales como materiales, mano de obra, energía, combustible, insumos, etc.
- **Mantenimiento planificado.** Son los gastos derivados a la realización de los mantenimientos preventivos y predictivos (Apartado 4.5.2). Incluyen la inversión en tecnologías de monitoreo, repuestos, insumos, personal de mantenimiento e incluso formaciones en este ámbito.
- **Baja confiabilidad (mantenimiento correctivo y penalización por interrupción de la actividad).** Corresponden a los que se derivan del fallo de los equipos. Pudiéndose clasificar en directos, correspondientes a los repuestos, equipamiento y personal necesarios para efectuar la reparación, y los indirectos, que son aquellos derivados de la discontinuidad de su operación. En el caso de la Utility, posibles denuncias por incapacidad de entrega de recurso, por ejemplo.
- **Desmantelamiento.** Son aquellos derivados de las actividades de desmontaje, desecho y reventa. No obstante, en caso de este último, Fuenmayor (2017) señala que cuando el activo todavía tenga valor comercial y esté en condiciones de aprovechamiento, su venta puede constituir un beneficio. Esto hace que algunos autores no proponen el desmantelamiento como un costo.

En los siguientes subapartados se va a desgranar los distintos costes en los que se puede incurrir y que han de ser controlados en aras de preservar un adecuado control económico interno. Todos ellos deberán ser documentados minuciosamente tanto de forma individual (facturas de compra, externalización de servicios, etc.) como de conjunto (auditorías financieras).

4.5.4.1 Coste de inversión inicial

Los costes de la inversión inicial corresponden a las etapas correspondientes a la planificación, selección, y adquisición propuestos por Rajala y Rukka (2018). Se pueden distinguir dos tipos de inversión de capital. Por un lado, para aumentar la capacidad o la funcionalidad, es decir, mejorar parámetros relativos al nivel de servicio o la eficiencia del activo, y por otro, la inversión de capital para renovación (USEPA, 2006)

En lo que respecta al primer tipo de inversión, los costes que pueden aparecer en esta etapa corresponden a:

- **Adquisición principal.** Coste de la inversión requerida para la compra del activo, pudiendo ser nuevo o de segunda mano.
- **Oficina técnica.** Costes de software de diseño y simulación, de personal suficientemente cualificado para llevar a cabo su diseño y determinar las especificaciones técnicas que se requieren.

- Costes de administración y proceso de oferta. En caso de que la Utility saque a un proceso de licitación pública la compra de un activo o conjunto de activos, así como un servicio, se requiere de profesionales especialistas que permitan a la Utility optimizar el gasto siempre y cuando el activo se ajuste a las especificaciones requeridas.
- Suministros y repuestos. Aquellos costes requeridos en caso de necesitar servicios o elementos auxiliares de la instalación del activo. Por ejemplo, utilizar aislamientos de tuberías de entrada y salida a estación de bombeo.
- Testeo e inspección. Costes asociados a aquellas actividades que requieran verificar que el activo se entrega conforme lo acordado con el proveedor.
- Trainings. Pueden ser necesarios en caso de que el nuevo activo adquirido tenga una complejidad alta y requiera una formación específica por parte del fabricante.

Atendiendo al segundo tipo de inversión, aunque en la literatura de gestión de activos no suele incluir los costes de reemplazo (renovación) dentro de los del ciclo de vida, la USEPA (2006) considera como gastos CAPEX toda actualización de un activo, independientemente que sea un reemplazo por uno de idénticas características o por uno de mejores. (Ver apartado 4.5.5)

4.5.4.2 Costes de instalación y puesta en marcha

Los costes de instalación y puesta en marcha corresponden con la etapa de puesta en marcha propuesta por Rajala y Rukka (2018). Una vez se dispone del activo, este tiene que conectarse con el resto de los elementos del sistema para que pueda empezar a funcionar. Algunos de los costes que pueden aparecer en esta etapa se deben a:

- Construcción. Costes relativos a operaciones tales como cimentaciones, diseño, preparación o refuerzo, para que se pueda instalar adecuadamente.
- Materiales para ajustes y conexión de componentes. Son costes asociados a equipamiento necesario para conectar el equipo con el sistema y pueda funcionar. Por ejemplo, aparataje eléctrica, equipos hidráulicos, sistemas de calor, conexión de sistemas auxiliares y herramientas.
- Servicios externos. La instalación y puesta en marcha puede ser ejecutada por el proveedor, por la propia Organización o por otro tercero especializado. En cualquiera de los casos, existe un coste que la Organización tendrá que asumir.

4.5.4.3 Costes de operación y mantenimiento

Los costes de operación y mantenimiento corresponden a las etapas correspondientes a la operación y mantenimiento propuestos por Rajala y Rukka (2018). Estos son los más relevantes en la gestión de activos, ya que, según la EPA (2006), los costes de funcionamiento y mantenimiento son cinco, diez e incluso veinte veces mayores que los costes de inversión inicial. Por ejemplo, el precio inicial de una bomba es un gasto pequeño en comparación con el resto de los costes en su ciclo de vida, donde los gastos de energía son muy elevados. (HI, Europump y OIT US, 2001).

Pese que a lo largo de la Guía se han ido comentando todos los aspectos involucrados en esta fase, se proponen algunos. Por un lado, los costes de operación son todos los costes en los que se incurre para mantener y operar tanto la red de suministro como las plantas de tratamiento de aguas residuales e incluyen elementos tales como: personal, costes de mantenimiento, costes operativos, productos químicos, utilities (electricidad), suministros de laboratorio, suministros de oficina, costes de eliminación de lodos y desechos, y costes de tecnologías de apoyo a la operación.

Hay muchos factores que afectan a los costes de operación, por lo que éstos pueden variar mucho: el tamaño de la red, la carga de la planta, la topografía y la situación geográfica del lugar (por ejemplo, lo que afecta a los costes de energía de bombeo), las características de las aguas residuales y la norma de vertidos, las tecnologías y el proceso de tratamiento seleccionado, el tipo de tratamiento de los lodos y la forma de eliminación, el suministro de energía y el reciclaje de energía, el grado de automatización, la medición y el control del proceso, la organización de la planta y su gestión. (Bohn, 1993). Además, aquí se deben incorporar los costos de aquellos elementos de control implementados en el apartado 4.3.2, como, por ejemplo, la existencia de seguros.

Por otro lado, los costes de mantenimiento incluyen lo siguiente: reparaciones mecánicas, eléctricas, electrónicas y civiles dependiendo del activo físico dañado, así como grandes sustituciones de piezas pequeñas o grandes. También se han de tener en cuenta los gastos de personal interno, gastos de material y servicios externos, en caso de que el servicio de mantenimiento esté externalizado. Las cantidades de piezas de repuesto y los acuerdos de compra también influyen en los costes totales de mantenimiento.

Tal y como se ha comentado en el apartado 4.5.2, el mantenimiento es una actividad importante que debe realizarse en cualquier tipo de instalación, pues es necesario para el buen funcionamiento, evitando daños cuya reparación puede ser muy costosa. Incluso las opciones de baja tecnología exigen actividades de mantenimiento. El Gestor de Activos debe considerar la utilización de mantenimientos preventivos de forma regular (semestral, anual) en el cálculo de costes y presupuesto del SGA. (Turkmenler y Aslan, 2017)

4.5.4.4 Costes de desmantelamiento y retirada

Son aquellos costes relacionados con el desmontaje, transporte, desecho, reciclaje o venta del activo. Debiéndose incluir los costes relativos a la readecuación al medio local.

4.5.5 Otros costes económicos

A lo largo del apartado 4.3, en la metodología propuesta para la evaluación de los riesgos, uno de los drivers que definían el impacto en caso de que se materializase era el impacto económico. La Organización no solo debe tener en cuenta los costes de ciclo de vida, sino otros costes que pueden afectar a los trabajadores, clientes o medioambiente.

Y aunque la Organización no sea el ente jurídico que primeramente se hace responsable de los costes, sí que se ve perjudicada, por ejemplo, en forma multas. Como el sistema de gestión de activos también se extiende a estos aspectos, se deberán tener en cuenta a la hora de elaborar los planes de gestión y a la hora de fijar los objetivos de la empresa. Algunos costes asociados a estos riesgos son:

- Costo del equipo de gestión de activos
- Costo de entregar el recurso sin los estándares de calidad necesarios
- Costo de accidentes con afectación a trabajadores o a terceros
- Costo de accidentes con afectación al medioambiente o a la propiedad de terceros
- Costos asociados a la insatisfacción del cliente debido a interrupciones de servicio, mala gestión del cobro, etc.
- Costos asociados por no disponer de un sistema de control interno que prevenga del fraude, de la insatisfacción de los clientes, etc.
- Multas, tasas y sanciones por incumplimiento de normativa.
- Impuestos y otros costos de administración

4.6 Mejora continua

En este apartado se da cumplimiento a la cláusula 10 de la ISO 55001.

4.6.1 Mejora continua del SGA

Una vez se haya realizado la primera iteración en la aplicación de esta metodología, el SGA no estará implementado de forma óptima. Solo mediante la continua mejora de este, a través de la iteración de la aplicación de los anteriores apartados y observando el desempeño de los planes de acción propuestos y sus resultados, así como proponiendo mejoras y optimizándolos cada vez más a la realidad y las particularidades de la Organización, se conseguirá una gestión de activos óptima.

Tal y como se puede observar en la figura 31, el final de la primera iteración tiene como objetivo el que los empleados sean competentes en la gestión de activos y su filosofía, y se dé cumplimiento con la ISO 55001 (2014) aun estando el sistema des optimizado. A medida que tiempo pase y el grado de madurez de este aumente

de forma que se alcance el nivel de excelente, se puede considerar que el SGA está perfectamente adaptado a la Organización, estando todos los elementos que la integran alineados entre sí en lo referente a la gestión de activos.

Una buena muestra de un SGA excelente es la capacidad de la Organización para llevar a cabo de forma rápida y eficaz las auditorías propuestas en el apartado 4.4.2. En esta situación, todos los empleados involucrados conocen tanto su rol, como la documentación requerida para llevar a cabo la auditoría, evitando ineficiencias del tipo: pedida de documentación adicional, llevar a cabo reuniones para explicar procesos, etc.

Figura 31. Nivel de madurez del SGA



Fuente: UIC Railway Application Guide, International Union of Railways, 2016

4.6.2 Mejora continua dentro de la gestión de riesgos

Ya sea por cambios normativos, fenómenos o desastres sociales, políticos o naturales, cambios de Organización y gobierno o cualquier cambio de criterio dentro de los procesos y procedimientos, los riesgos presentes en las organizaciones, como sistemas vivos, cambian, por lo que han de ser permanentemente monitorizados de forma que el sistema de gestión de riesgos quede mantenido y se asegure que todos los riesgos identificados en el presente TFM queden mitigados conforme la Organización ha decidido basándose en las cuatro dimensiones siguientes:

- Recursos y capacidades
- Naturaleza (impacto y exposición o probabilidad)
- Complejidad
- Apetito al riesgo

Es importante comprender que el diseño de un mapa de riesgos (apartado 4.3.1.5) no es una tarea puntual, sino un proceso continuo y retroalimentado cuya finalidad es contribuir al desarrollo de una estrategia de mejora continua de los procesos y de los flujos de información y control existentes en la Organización. Concluida la identificación de los riesgos que afectan a cada una de las áreas y de los controles implantados para mitigarlos, y realizada la evaluación, es necesario analizar los resultados obtenidos con el objeto de identificar posibilidades de mejoras y verificar que estas se van aplicando.

5 CONCLUSIONES Y PROPUESTAS PARA FUTURAS INVESTIGACIONES

La metodología propuesta en la Guía ha conseguido dar cumplimiento con todos los objetivos específicos propuestos en el punto 1.2.2, de forma que la Guía en sí misma constituye ese hilo conductor que relaciona los cuatro tipos de activos propuestos, habiendo establecido claramente las relaciones existentes entre ellos y como se retroalimentan. Los activos físicos como “ejecutores de la gestión del agua” representan el medio a través del cual se entrega y se depura el recurso. Los activos de información garantizan una correcta supervisión de los físicos de forma que se garantice su buen funcionamiento y facilite la toma de decisiones en cualquier área de la Organización.

Ambos activos necesitan ser utilizados adecuadamente para explotarlos y hacer que generen valor, y esto es a través de los activos humanos quienes son capaces de maximizar el aprovechamiento de sus características técnicas por medio de su uso y gestión. El perfecto funcionamiento de estos tres activos juntos da lugar al cuarto, los intangibles, que son los derivados de una gestión eficaz de la Organización en todas sus facetas.

En segundo lugar, la vinculación del riesgo con los activos se ha probado en diferentes puntos de la Guía, habiendo sido relacionado en: el análisis del ciclo de vida del activo, la compatibilización de los sistemas de gestión empresarial, el análisis de coste, el cumplimiento normativo, el análisis entre el coste, riesgo y desempeño del activo, y en el del establecimiento de objetivos en materia de gestión de activos a través de una toma de decisiones basadas en riesgo.

En lo que respecta al tercero de los objetivos principales, la Tabla 37., del apartado 4.2.2, presenta el mapeo de las cláusulas de la norma ISO 55001 (2014) con cada uno de los apartados de la Guía. Habiendo dado cumplimiento al 100% de las cláusulas y sub-cláusulas de la norma internacional.

Finalmente, de cada uno de los aspectos principales que la Guía debería abordar incluidos en el apartado 1.2.2, se han aportado herramientas útiles para su consecución. Son las siguientes.

- *Mejorar la capacidad en la toma de decisiones estratégica* a través de la presentación de un caso práctico que muestra como tomar decisiones estratégicas a la hora de establecer objetivos estratégicos en materia de gestión de activos.
- *Ha de asegurarse que los objetivos de la gestión de activos estén alineados con los de la Organización.* En los apartados 4.2.1.1 y 4.2.1.2 se presentan los requisitos para conformar el PEGA y las diferencias entre objetivos estratégicos de la Organización y los propios de la gestión de activos, incluyendo su vínculo.
- *Crear una cultura de gestión de activos.* El apartado 4.2.2.3 provee los requisitos para que todos los empleados estén alineados con el SGA y reconozcan su conveniencia.
- *Generar rentabilidad.* Tanto en el análisis de riesgos, incluyendo aquellos que resultan de la mala planificación económica de la Utility, como el análisis del coste del ciclo de vida de los activos se dan las indicaciones necesarias para asegurar la rentabilidad (Equilibrio coste-riesgo-desempeño)
- *Minimizar incidentes y fallos de sus activos físicos.* En los apartados 4.1.3.2, 4.1.3.3, 4.1.3.4, 4.1.3.6, 4.5.1 y 4.5.2 se presentan herramientas y estrategias para gestionar los activos físicos a lo largo de su ciclo de vida, mientras que en el 4.1.3.8, muestra las opciones tecnológicas y de información que se pueden adoptar como complemento a lo anterior, Además el 4.3.1.7 presenta técnicas de gestión de riesgos operativos que se pueden utilizar para la predicción del fallo.
- *Prolongar la vida de estos bajo el precepto de ser rentable.* El apartado 4.5.3 provee estrategias de optimización de la vida residual del activo.
- *Determinar el momento óptimo para su reemplazo.* Ídem punto anterior.
- *Optimizar OPEX y CAPEX.* Los apartados 4.5.4.1 y 4.5.4.2 recogen los requisitos y los costes a tener en cuenta en las etapas de inversión inicial y costes de operación y mantenimiento. El apartado 4.5.2 hace un análisis de estrategia de mantenimiento de los activos en base a su costo, mientras que el apartado 4.1.3.7 provee algunas herramientas para determinar qué activos son críticos por lo que se puede vincular ambos teniendo como resultado una gestión óptima de OPEX y CAPEX.

- *No incurrir en discontinuidades de operación.* Los apartados 4.1.3.4 y 4.4.1 proveen los niveles de servicios y las métricas para evaluar el desempeño de los activos. Lo cual, junto con las tecnologías de información y monitoreo explicadas en 4.1.3.8, proveen el conjunto de herramientas necesarias para evitar sufrir discontinuidades. El análisis de riesgos del caso práctico (apartado 4.3.5) también aborda esta problemática.
- Garantizar la satisfacción de los clientes (fiabilidad del servicio, calidad del agua, et.) y demás partes interesadas. El apartado 4.1.1.2 presenta herramientas de gestión de las partes interesadas, así como el apartado 4.4.1.2 presenta las ventajas del uso del BI en la gestión de estas.
- *Mantenga los precios estables.* A lo largo de la Guía se enfatiza en la necesidad de mantener los precios puesto que se trata de un recurso vital, así como que se trata de un tipo de Organización de carácter público que no tiene como objetivo el lucro, sino ser eficiente.
- *Combinar distintos sistemas de gestión.* El apartado 4.1.1.3 recoge algunas aseveraciones y estrategias para integrar de forma efectiva los distintos sistemas de gestión.
- *Mejorar su imagen corporativa.* Como consecuencia de la aplicación del SGA, la gestión óptima de las partes interesadas da lugar a dicha mejora. El apartado 4.2.2.4 aborda aspectos de comunicación como son el mensaje o los canales incluyendo ejemplos sobre satisfacción de clientes.
- *Cumplir la normativa (en materia de seguridad y salud, medioambiente, calidad, etc.).* Es una de las categorías de riesgo identificada, siendo incluida en la valoración por parte de los responsables de los Departamentos en el caso práctico.
- *Sacar partido de todos los medios tecnológicos disponibles en el mercado.* El apartado 4.1.3.8 hace un análisis de aquellas herramientas de información que resultan útiles para la gestión de activos.
- *Considerar a los empleados como activos.* Los apartados 4.1.3.9 y 4.2.2.2 proveen herramientas para maximizar el valor de los empleados, así como preservar el conocimiento dentro de la Organización. Este último ha sido considerado como uno de los riesgos más críticos en el caso práctico.
- *Mejorar sus mecanismos de reporte y el control interno en general.* Se han propuesto herramientas tales como la Segregación de Funciones o el modelo de las tres líneas de defensa, como principios para definir los roles y responsabilidades respecto del SGA.
- *Minimizar los riesgos asociados en cada proceso de gestión de activos de la Organización.* El apartado 4.3.2 establece las directrices para implementar los controles de los riesgos evaluados, ofreciendo herramientas útiles como el Mapa de riesgos y controles o el Mapa de Cobertura para la gestión de riesgos.
- *Crear sinergias entre las distintas áreas de negocio.* El mismo caso práctico del apartado 4.3.5 ofrece una metodología de identificación de riesgos a modo de brainstorming realizada por los responsables de los distintos departamentos, dando lugar a una selección de riesgos de múltiples naturalezas sobre los que cada departamento tiene un rol para su mitigación.
- *Buscar la mejora continua de su operación.* El apartado 4.6 explica cómo mejorar la eficacia del SGA hasta alcanzar la excelencia en la gestión.

Este TFM permitirá a cualquier Organización disponer de un punto de partida mucho más aterrizado para conseguir la certificación en ISO 55000 (2014) que la propia norma. Lo cual resulta de enorme utilidad para agilizar y acortar tiempos. No obstante, también provee de herramientas de gestión que podrán ser utilizadas para, por ejemplo, cubrir alguna brecha de gestión identificada.

Para facilitar su comprensión, se ha utilizado como ejemplo una Utility de aguas. Sin embargo, la estructura de esta metodología sigue sirviendo a cualquier Organización que quiera cumplir con esta familia de normas y/o obtener todos los beneficios de la gestión de activos. Como el alcance es limitado, y el tema muy amplio y genérico, no se ha profundizado tanto en cada paso de la metodología para mantener un equilibrio entre todos ellos.

Esto permitirá a los futuros investigadores la posibilidad de profundizar en cada paso de la metodología, ya que este TFM ha proporcionado una base sólida, que también define el alcance y el orden de magnitud de la aplicación. La futura investigación podría abordar cuestiones como:

- Los problemas que pueden surgir en la aplicación de diferentes sistemas de gestión combinados

- Aplicación de nuevas técnicas de gestión de riesgos para la gestión de activos
- La toma de decisiones respecto a los activos y su ciclo de vida mediante uso de nuevas tecnologías tales como la inteligencia artificial, el Big Data y el Internet de las cosas.
- Proponer nuevas ideas sobre la toma de decisiones y establecimiento de objetivos de los sistemas de gestión de activos
- Establecimiento de un quinto tipo de activo, el financiero
- Aplicar esta metodología en Organizaciones de otras naturalezas

BIBLIOGRAFÍA

- ADKINS, J, NONA, M HOLLIFIELD, C y MULACEK, D. Making the Right CMMS Selection for Users: Durham Water Management's Experience.
- AEC (Asociación Española para la Calidad). Herramientas sobre Evaluación de Riesgos. (2010)
- ALBRICE, D. Visualizing and Vision-izing ISO55001. (2015)
- ASIAN DEVELOPMENT BANK. Water Utility asset management. A guide for development practitioners. (2013)
- ASIAN DEVELOPMENT BANK. Water Utility Asset Management. A guide for Development Practitioners. (2013)
- ASSETIVITY. <https://www.assetivity.com.au/article/asset-management/implementing-iso-55000-part-3-how-to-write-a-good-asset-management-policy.html> (2020)
- BAYRAKTAR, O y ŞENCAN, H. Employees' Approaches to Human Resources from the Asset-Resource Concepts Perspective. Istanbul University. (2017)
- BERNARDO, M, CASADEUS y HERAS-SAZARBITORIA. Integration of standardized management systems: Does the implementation order matter? International Journal of Operations & Production Management. (2012)
- BESTRATÉN, M y CATBONERAS M.A. NTP 576: Integración de sistemas de gestión: prevención de riesgos laborales, calidad y medio ambiente. (2011)
- BISELL, K y Ponemon, L. The cost of cybercrime. Accenture. (2019)
- BOHN, T. Profitability and cost planning of municipal wastewater treatment plants, University of Stuttgart. (1993)
- BRENNAN, M, LOUSTAU, P y LANZARA, A. The Use of Business Intelligence Tools to Drive Asset Performance Management Improvements. (2017)
- CABRERA ROCHERA, E. (2001). "Diseño de un sistema para la evaluación de la gestión de abastecimiento urbanos". Tesis Doctoral. Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente. Univ. Politécnica de Valencia.
- CANADIAN WATER. Expected Useful Life of Water System Assets. (2013)
- CANTERLA, JP. Metodología para el Desarrollo de Sistema de Gestión de Calidad, conforme a la nueva Norma ISO 9001:2015, integrado con Sistemática de Gestión del Riesgo (Norma ISO 31000:2010), en Empresas dedicadas al Transporte de Mercancías Perecederas por Carretera. (2016)
- CARRASCO, N. INVENTARIO DE ACTIVOS DE INFORMACIÓN. Sistema Integrado de Gestión Distrital. Alcaldía Mayor de Bogotá. (2015)
- CEDR (Conference of European Directors of Roads) Implementation guide for an ISO 55001 asset management system. A practical approach for the roads sector. (2016)
- CORMILLUNI, J. Propuesta de mejora en el sistema de gestión de mantenimiento utilizando el RCM en el proceso de producción y extendido de asfalto. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). (2019)
- CRESPO, A. Apuntes de clase de gestión del mantenimiento. Master en Universitario en Ingeniería Industrial. Universidad de Sevilla. (2019)
- CUBILLO, F. Guía para la implantación de sistemas de información en la gestión de redes de suministros de agua. Sevilla, España. (1997)
- CHULLIYIL, A. New Tecumseth. Asset Management Communication. Aliston. Beeton. Tottenham. (2019)
- DELOITTE ADVISORY. Evaluación riesgos COSO, Deloitte Enterprise Risk Services. (2015)
- EALDE BUSINESS SCHOOL. Webinar "La Gestión de Activos con ISO 55000 en Risk Management".

- (2017)
- ELAHI, EHSAN. How Risk Management Can Turn into Competitive Advantage: Examples and Rationale. University of Massachusetts Boston. (2013)
- EMUASA Órgano de gobierno. (2020)
- EMUASA. <http://www.emuasa.es/>
- EMUASA. Organigrama. (2016)
- ESPÍN, P. Gestión de activos. Sistema de gestión integral para empresas de abastecimiento de agua. (2014)
- ESRI <https://www.esri.com/en-us/home>
- EUROPUMP, HYDRAULIC INSTITUTE y US DEPARTMENT OF ENERGY. Pump life cycle costs: A guide to LCC analysis for pumping systems. (2001)
- FCM, Developing Levels of Service - A Best Practice by the National Guide to Sustainable Municipal Infrastructure. Federation of Canadian Municipalities and the National Research Council. (2002)
- FROIDEVAUX, A y ALTERMAN, V. Leveraging Aging Workforce and Age Diversity to Achieve Organizational Goals: A Human Resource Management Perspective. (2020)
- FUENMAYOR, E. Análisis de Costo de Ciclo de Vida. Toma de Decisión de Inversión de Capital. (2017)
- GAVRIKOVA. E, VOLKOVA. I y BURDA. Y. Strategic Aspects of Asset Management: An Overview of Current Research. Department of General and Strategic Management, National Research University Higher School of Economics. Moscow. (2020)
- GEBREMEDHIN, S. IT Asset Valuation, Risk Assessment and Control Implementation Model. CISA, CEH (2017)
- GERMANO, J. Cybersecurity Risk & Responsibility in the Water Sector. American Water Works Association. (2019)
- GINEBRADA, J. Segregación de Funciones (SoD) Aplicado en una Planta de Producción. Universidad Politécnica de Cataluña. (2013)
- GONZÁLEZ- PRIDA, V. Introducción a la ISO 55001 y el análisis de costes de ciclo de vida. LOT internacional. (2018)
- GUTIÉRREZ. E, SANTIS. P, MARTÍNEZ. N y VILLAMIZAR. M. Modelo de indicadores para evaluar estratégicamente la gestión de activos de I+D a partir de técnica Proceso de Jerarquía Analítica. Revista Espacios. (2019)
- HAIDER. H, SADIQ. R y TEFAMARIAN. R. Performance indicators for small- and medium-sized water supply systems: a review. University of British Columbia. (2014)
- HANDL, K. Aplicación práctica del diagrama de Gantt en la Administración de un proyecto. Universidad de Tucumán. (2014)
- HARVEY, R. An Introduction to Asset Management Tools Municipal Water, Wastewater and Stormwater Systems. (2015)
- HOLTE, K. Use and Collection of data in Gemini VA in Asset Management. (2010)
- IAIE (Instituto Auditores Internos de España). Definición e implantación de Appetito de Riesgo. (2013)
- IAM (Institute of Asset Management). Asset Management – An Anatomy, The Institute of Asset Management, ver 3, December. (2015)
- IBM. Asset management in the utilities industry. 2007.
- IIA (Institute of Internal Auditors). The three lines of defense in effective risk management and control. USA. (2013)
- INGRAM, D. Best practices for the risk mapping process.
- INTERNATIONAL COPPER ASSOCIATION. Guía para la aplicación de la Norma NMX ISO 55001. (2015)

ISAC (Water Information Sharing and Analysis Center). 15 Cybersecurity Fundamentals for Water and Wastewater Utilities. (2019)

ISO (Organización Internacional de Normalización). AENOR. NTP-ISO 31000:2018. Gestión del Riesgo. Directrices. (2018)

ISO (Organización Internacional de Normalización). AENOR. UNE-ISO 31000:2010. Gestión del Riesgo. Principios y directrices. (2010)

ISO (Organización Internacional de Normalización). AENOR. UNE-ISO 27000:2013. Sistema de Gestión de Seguridad de la Información. (2013)

ISO (Organización Internacional de Normalización). CEN.AENOR. UNE-EN ISO 55000:2014. Aspectos generales, principios y terminología. (2014)

ISO 14224 Petroleum, petrochemical and natural gas industries - Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment (2004)

ISO 55001. Gestión de Activos-Sistemas de Gestión-Requisitos.

ISO 55002. Gestión de Activos-Sistemas de Gestión-Directrices para la aplicación de la ISO 55001.

JAIN, K. What is Business Analytics and which tools are used for analysis? (2013)
<https://www.analyticsvidhya.com/blog/2013/06/business-analytics-spectrum/>

LASALLE BARCELONA. <http://blog.masterinprojectmanagement.net/> (2017)

LINGESWARA, R. Integrating KRIs and KPIs for Effective Technology Risk Management. ISACA. (2019)

MACGILLIVRAY, B y POLLARD, S. What can water utilities do to improve risk management within their business functions? An improved tool and application of process benchmarking. Cranfield University (2016)

MACKINSEY GLOBAL INSTITUTE. Unlocking the potential of the Internet of Things. James Manyika, Michael Chui, Peter Bisson, Jonathan Woetzel, Richard Dobbs, Jacques Bughin, and Dan Aharon. (2015)

MAHDI, M y KAZEROONI, M. Information Architecture of ERP Systems For Public Utilities. 2013)

MEDINA, ROBINSON. Tesis de grado, maestría gestión de activos. (2015)

MINTO, ANDREA y ARNDORFER, ISABELLA. The “four lines of defence model” for financial institutions. Financial Stability Institute. (2015)

MUAMER, S. GIS – SCADA Integration for Water Utilities Management, Benefits and Challenges. Almergeib University. (2019)

NAVARRO, M. La comunicación y su importancia en la gestión de proyectos. Plan de comunicación de una empresa constructora. (2012)

NEW ZEALAND WATER AND WASTES ASSOCIATION INC. Visual assessment of Utility assets. (1999)

OLIVÉ, C. Diseño de indicadores y métricas para la creación de un cuadro de mando de seguridad. UOC. (2018)

OLIVEIRA, JL. Manutenção centrada em confiabilidade aplicada a sistemas elétricos: uma proposta para uso de análise de risco no diagrama de decisão. Raposo. (2005)

PÉREZ, A. Análisis integral de riesgos operacionales y su aplicación en una empresa de ingeniería. Universidad Carlos III. (2010)

PMI (Project Management Institute). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK GUIDE). FIFTH EDITION. (2013)

RAJALA, R y HUKKA, J. Asset Life Cycle Management in Finnish Water Utilities. Tampere University of Technology. (2018)

RAU, B. L y ADAMS, G. A. Aging, retirement, and human resources management: A strategic approach. In M. Wang (Ed.), The Oxford Handbook of Retirement (pp. 117-135). New York, NY: Oxford University Press; US. (2013)

- RENOVE TECNOLOGÍA, 2012
- ROMAGOSA. J, GALLEGO. D y PACHECO. R. Proyecto automatización industrial. Sistemas SCADA. (2004)
- ROSÉS, FRANCESC. Risk Management. Una nueva forma de asegurar el éxito empresarial. ACV Ediciones. (2002)
- SIERRA, C y Andrea, E. Introducción a la ingeniería de la fiabilidad. Universidad de Cantabria. (2017)
- SILVERA, P. Análisis de costo de ciclo de vida: Punto óptimo de reemplazo. CIGAM. (2019)
- SOHAIL, M. Measuring Efficacy of Information Security Policies. A Case Study of UAE based company. Stockholm University. 2011.
- SPIDER STRATEGIES. <https://www.spiderstrategies.com/kpi/industry/utilities/>
- STRUTT, J y POLLARD, S. Risk analysis strategies in the water sector: An inventory of applications for better and more credible decision making. Cranfield University (2016)
- Turkmenler, H y Aslanb, M. An evaluation of operation and maintenance costs of wastewater treatment plants: Gebze wastewater treatment plant sample (2017)
- UCEDA. K, ROMÁN. M y PADILLA.D. Implementación del Plan Estratégico de Gestión de Activos en Red de Energía del Perú. (2018)
- UIC (International Union of Railways). Railway Application Guide. UIC Railway Application Guide. (2016)
- UNE-EN ISO 31010:2011. Gestión del riesgo. Técnicas de apreciación del riesgo.
- UNE-EN ISO 9001:2015. Sistemas de gestión de la calidad.
- UNGER. A, HAAS. C y Rehan. R. Water Utility Management and Financial Planning Using System Dynamics. (2015)
- UNITED UTILITIES. Group PLC Annual Report and Financial Statements. (2018)
- UNIVERSIDAD DE SEVILLA, Análisis de criticidad y estudio RCM del equipo de máxima criticidad de una planta desmotadora de algodón.
- USEPA GHD Asset Management Training Workshops, 2006.
- VACCA, JOHN. Ed., Computer and Information Security Handbook. Elsevier. (2012)
- WEB GESTIÓN CALIDAD <http://gestion-calidad.com/>
- WOODHOUSE, JOHN. Briefing: Standards in asset management: PAS 55 to ISO 55000. (2014)

GLOSARIO

BI: Business Intelligence
CAD: Computed Aided Design
CAPEX: CApital EXpeditures
CMMS: Computerized Maintenance Management System / GMAO: Gestión del Mantenimiento Automatizado por Ordenador
EA: Equipo de Auditoría
EAM: Enterprise Asset Management
ERP: Enterprise Resources Planner
GA: Gestor de Activos
GIS: Geographic Information System/ SIG: Sistema de Información Geográfica
IT: Information Technology
ISO: International Organization for Standardization
KCI: Key Cost Indicators
KPI: Key Performance Indicators
KRI: Key Risk Indicators
MTU: Master Terminal Unit
NTP: Nota Técnica de Prevención
OPEX: OPerational EXpeditures
PEGA: Plan Estratégico de Gestión de Activos
PFC: Proyecto Fin de Carrera
PLC: Programmable Logic Controller
PGA: Plan de Gestión de Activos
PR: Propietario de los Riesgos
PRIC: Plan de Respuesta a Incidentes de Ciberseguridad.
RCM: Reliability Centered Maintenance
RTU: Remote Terminal Unit
SCADA: Supervisory Control And Data Acquisition
SF: Segregación de Funciones
SG: Sistema de Gestión
SGA: Sistema de Gestión de Activos
SGBD: Sistema de Gestión de Bases de Datos () y un Sistema CAD
TFM: Trabajo Final de Máster
UNE: Una Norma Española
USEPA: United States Environmental Protection Agency
VPN: Virtual Private Network

ÍNDICE DE CONCEPTOS

Actividad: Acciones que conforman un Plan de Acción

Activo crítico: Que tiene potencial para impactar significativamente en el logro de los objetivos de la Organización

Activo: Artículo, cosa o entidad que tiene un valor potencial o real para una Organización.

Ciclo de vida: Conjunto de etapas por las que pasa un activo a lo largo de su vida, desde su concepción hasta su desecho

Contexto: Establecer el contexto significa definir los parámetros externos e internos que las organizaciones han de tener en cuenta cuando gestionan el riesgo

Control: Elemento organizacional (documento, actividad, sistema de gestión) cuyo propósito es disminuir tanto el impacto de la materialización de un riesgo como la probabilidad de que esto ocurra

Gestor de activos: Persona(s) cualificada(s) con la responsabilidad de gestionar los activos de la empresa de la Utility aplicando el conjunto de normas ISO 55000

Implementación: El acto de implementar o poner en marcha; cumplimiento

Mapa de riesgos: Herramienta gráfica que permite el mapeo de los riesgos tanto a nivel estratégico como operacional tras realizar una cuantificación de su impacto y exposición

Metodología: Sistema de principios o reglas generales de los que pueden derivarse métodos o procedimientos específicos para interpretar o resolver diferentes problemas en el ámbito de una disciplina concreta.

PEGA: información documentada que especifica de qué manera los objetivos organizacionales se convierten en objetivos de gestión de activos, el enfoque para desarrollar los planes de la gestión de activos y el rol del sistema de gestión de activos como apoyo para lograr los objetivos de la gestión de activos.

Plan de acción: actividad o conjunto de actividades cuyo fin es dar cumplimiento a unos objetivos propuestos

Rendimiento: La realización de una tarea determinada, medida en función de niveles preestablecidos de precisión, completitud, coste y rapidez.

Riesgo inherente: Todo riesgo cuya valoración se realiza sin tener en cuenta las medidas de control implementadas para impedir que se materialice

Riesgo residual: Todo riesgo cuya valoración se realiza teniendo en cuenta las medidas de control implementadas para impedir que se materialice

Seguimiento: Supervisión de las actividades en curso para asegurarse de que se ajustan a los objetivos y a los plazos previstos de los objetivos y las metas de rendimiento.

Sistema de Gestión de Activos: Conjunto de elementos de una Organización interrelacionados o que interactúan para establecer políticas, objetivos y procesos para lograr esos objetivos en materia de gestión de activos

Sistema de gestión: Conjunto de elementos de una Organización interrelacionados o que interactúan para establecer políticas, objetivos y procesos para lograr esos objetivos

Utility: Gran empresa que posee y/o explota instalaciones utilizadas para la generación y transmisión o distribución de electricidad, gas o agua al público en general.