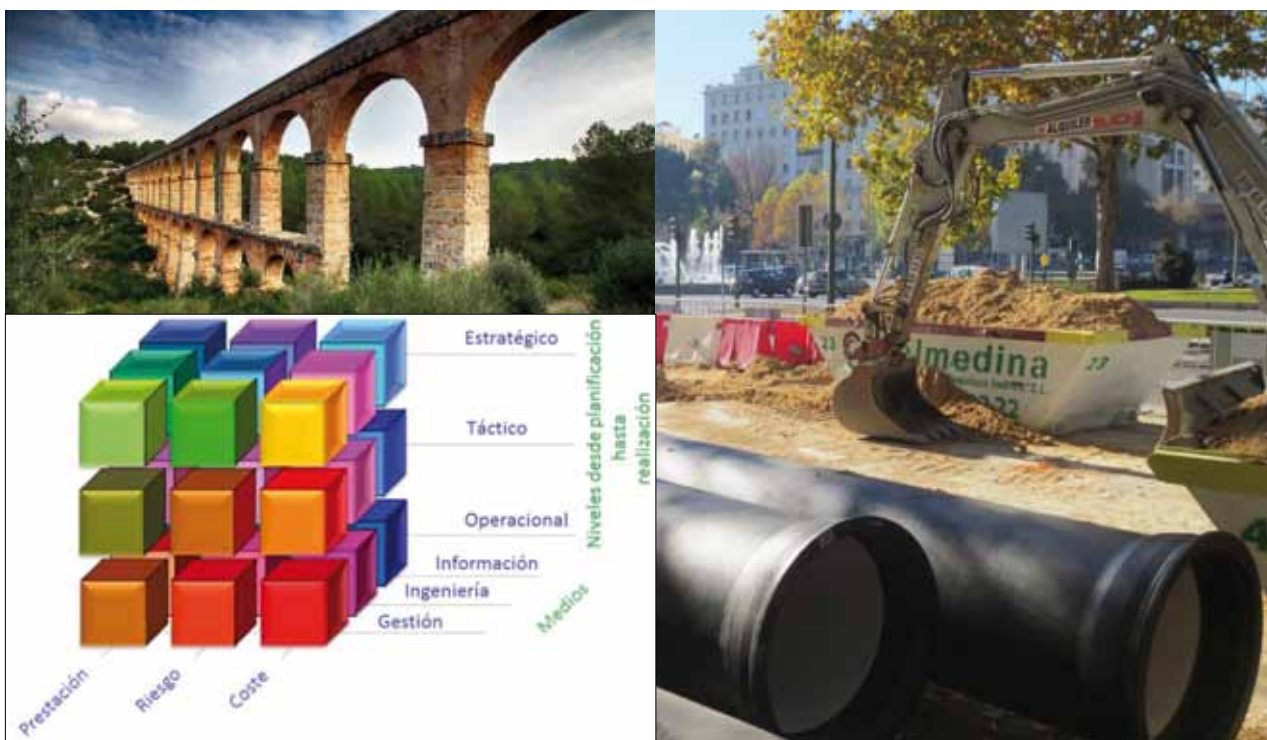


Gestión patrimonial eficiente de redes de abastecimiento de agua mediante tuberías de fundición dúctil PAM

Miguel Ángel Pérez Navarro, *standardization manager* de Saint-Gobain PAM España



Acueducto romano de les Ferreres (Tarragona), red de abastecimiento PAM en el Paseo de la Castellana (Madrid) y visión actual de la gestión patrimonial. Fuente: Alegre, H. (2007).

Las infraestructuras de agua son obras de ingeniería muy antiguas. Los primeros acueductos se realizaron hace más de 3.000 años, en civilizaciones como Babilonia, Asiria y Egipto. Hoy en día, las redes de distribución agua potable suponen un enorme activo para nuestra sociedad, la cual depende de un suministro de agua fiable y seguro. El valor de reposición de estas infraestructuras asciende a millones de euros en una ciudad media. Para gestionar eficientemente este patrimonio es necesario planificar y sistematizar el mantenimiento y la renovación de las redes de abastecimiento. De ahí que surjan iniciativas como la guía ISO 24516 *Guidelines for the management of water supply and waste of water systems*. Uno de sus objetivos es evitar costes futuros desproporcionados como consecuencia del incremento del riesgo asociado al deterioro de las redes. La gestión eficiente requiere la consideración del coste de ciclo de vida de las redes, los escenarios de riesgo asociados a la instalación y la durabilidad de los materiales. En este sentido, las tuberías de fundición dúctil PAM de Saint-Gobain ofrecen soluciones fiables para asegurar ahorros futuros.



1. GUÍAS DE GESTIÓN DE ACTIVOS

En muchos países se utilizan habitualmente guías de gestión patrimonial de infraestructuras de agua, que hacen uso de indicadores de desempeño a nivel estratégico, táctico y operacional para obtener información sobre el estado de los activos y su contribución al cumplimiento de los objetivos (**Figura 1**).

A nivel europeo, Alemania y Austria utilizan las guías de DVGW y ÖVGW que sirven de apoyo a la toma de decisiones de rehabilitación y renovación de los sistemas de distribución de agua potable. En Francia, la guía de ONEMA promueve la gestión patrimonial de estas redes. El Reino Unido utiliza la guía UKWIR - *Asset Management Planning*.

En Portugal, el Decreto Ley 194/2009 exige a las empresas gestoras de más de 30.000 habitantes que promuevan y mantengan un sistema de gestión patrimonial de infraestructuras. Y, en España, la Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento (AEAS) tiene un grupo de trabajo para este fin.

A nivel internacional, Australia utiliza la guía de buenas prácticas para la gestión de sistemas de abastecimiento y saneamiento, desarrollada por NSW. En los Estados Unidos hay publicaciones del Institute of Asset Management (IAM) y de la Environmental Protection Agency (EPA).

Además, la norma ISO 24516-1 ha adaptado a las infraestructuras de agua la serie de normas ISO 55000 sobre gestión de activos, muy utilizada en otros sectores. Esta norma promueve la sostenibilidad del sistema de activos para mantener el nivel de servicio prestado, incluso en situaciones de emergencia, así como la protección de la salud pública y del medio ambiente, la gestión del riesgo y la conformidad a requisitos presentes y futuros definidos en distintos escenarios (crecimiento poblacional, variaciones de presión, etc.).

FIGURA 2. Norma ISO 24516-1: Guía para la gestión de activos de redes de distribución de agua.

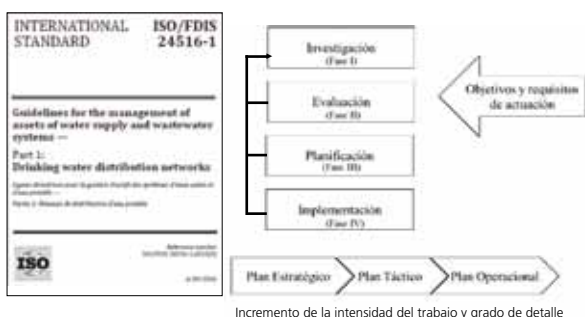


FIGURA 1. Guías de Gestión Patrimonial en distintos países europeos (ONEMA, WIR, LNEC, DVGW, ÖVGW...).



La **Figura 2** muestra la estructura de la norma, cuya descripción simplificada de objetivos y requisitos funcionales se indica en la **Figura 3**.

2. GESTIÓN DE ACTIVOS Y TUBERÍAS DE FUNDICIÓN PAM

En muchos núcleos urbanos los costes de mantenimiento aumentan rápidamente como consecuencia de una escasa renovación, de ahí que surjan diversos estudios estadísticos que busquen modelizar matemáticamente el comportamiento de las redes, tratando de responder a preguntas como:

- ¿En qué momento es necesario reparar o realizar una rehabilitación integral?
- ¿Cuáles son los puntos prioritarios?
- ¿Qué influencias internas y externas deben considerarse?

La **Figura 4** muestra el punto óptimo de renovación de cada tramo de red, obtenido como diferencia entre la predicción de costes de la instalación existente y los de la nueva instalación.

Procediendo según la secuencia propuesta por la norma ISO 24516-1, se describen a continuación ejemplos de caracterización y evaluación de las redes, planificación de las intervenciones e implementación.

2.1. CARACTERIZACIÓN, EVALUACIÓN Y PLANIFICACIÓN DE LA RENOVACIÓN DE LA RED

Existen ejemplos reales de estimaciones sobre la vida útil de un producto cuantificando su fiabilidad, entendida esta como la probabilidad de que no falle (super-

FIGURA 3. Ejemplo de objetivos operacionales y requisitos funcionales según la norma ISO 24516-1.

Requisitos funcionales de la red	Objetivos del Servicio						
	Salud pública y seguridad	Necesidades actuales y futuras	Seguridad salud e higiene	Situaciones de emergencia	Sostenibilidad del Abto.	Desarrollo sostenible	Protección del medio ambiente
Calidad del agua	Red	Red	Amo	Amo	Amo	Amo	Amo
Facilidad del Mantenimiento	Amo	Red	Red	Amo	Amo	Amo	Amo
Servicio en emergencia	Red	Red	Amo	Red	Red	Amo	Red
Sostenibilidad de productos	Amo	Amo	Amo	Amo	Red	Amo	Red
Uso sostenible de recursos	Amo	Amo	Amo	Amo	Red	Amo	Amo
Diseño a largo plazo	Amo	Amo	Amo	Amo	Red	Amo	Red
Mninización de fugas	Amo	Amo	Amo	Amo	Red	Amo	Red
Estructuras adyacentes, ...	Amo	Amo	Amo	Amo	Amo	Amo	Amo

vivencia) durante un determinado intervalo de tiempo y estando sometido a unas condiciones de trabajo con riesgos bien definidos. La **Figura 5** muestra un modelo de supervivencia por tipología de material, además de la caracterización de las redes de tubería en España.

La **Figura 6** muestra un ejemplo de caracterización (fase 1) realizado en Austria, con datos de cinco servicios de agua, considerando los distintos materiales empleados y su edad, aunque sin asignar el riesgo asociado a cada tramo.

Para evaluar (fase 2) el estado de cada tramo, se utiliza el modelo de supervivencia Cohorte, Hertz (1998) de cada material. La planificación (fase 3) de la longitud a

FIGURA 5. Caracterización de redes de tubería en España (gráfico superior) y modelo de supervivencia por tipología de material (gráfico inferior). Fuentes: AEAS y Andrés Carrión *et al.* (2010), *Evaluation of the reliability of a water supply network*.

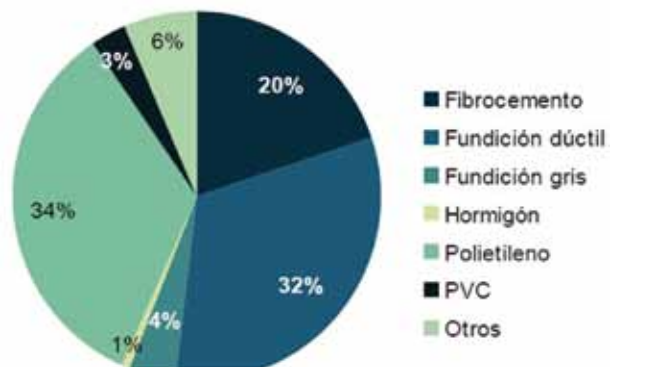


FIGURA 4. Umbral de rentabilidad considerando la matriz de riesgo según ISO 24516-1.

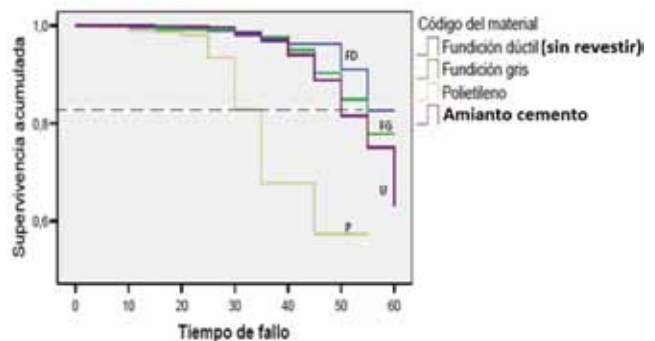
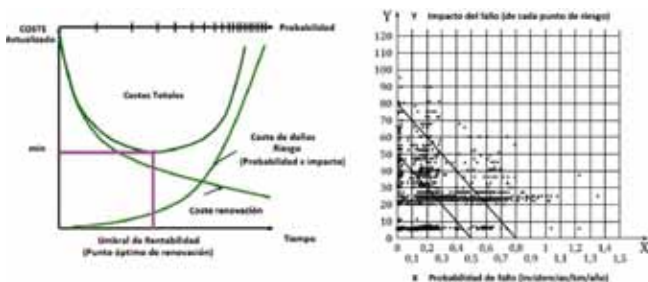
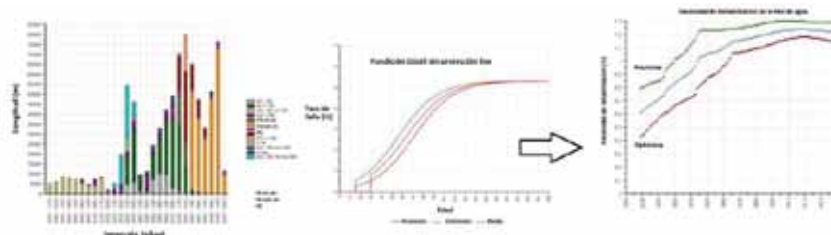




FIGURA 6. Caracterización de redes de tubería en Austria (izquierda) y modelo de supervivencia por tipología de material (derecha). Fuente: Daniela Fuchs-Hanusch, Universidad de Graz (Austria).



renovar anualmente se realiza sumando las longitudes de no-supervivencia definidas por la gráfica central para cada tipología de tubería (parte derecha de la denominada 'curva bañera' de supervivencia) (**Figura 6**).

Así, si se multiplica la longitud instalada de una tipología de tubería, en un intervalo de años, por la tasa de fallo de este material según su edad (en el ejemplo 3% anual para tubería de 70 años y 1,1% para 40 años), se puede obtener el modelo de supervivencia de cada tramo y conocer la longitud anual a renovar. De este modo se obtiene la justificación técnica de la renovación. Paralelamente se puede utilizar la guía de ÖVGW, en función de la tasa de fuga.

Si, además, se considera el riesgo asociado a cada tramo (**Figura 4**), se obtendrá también la justificación económica (umbral de rentabilidad) necesaria para la toma de decisiones de implementación (fase 4).

Según la norma ISO 24516-1, la consideración de los riesgos es necesaria en los niveles estratégico, táctico y operativo de la gestión patrimonial. Existen muchas técnicas para identificar, analizar, evaluar y tratar el riesgo en diferentes campos (IEC 31010, EN 15975-2). El análisis de riesgos incluye el estudio de escenarios e impactos

probables a otras infraestructuras, ante la ocurrencia de un evento de riesgo. Los riesgos suelen clasificarse en:

- Riesgos no evitables, como los desastres naturales (terremotos, tormentas, inundaciones, etc.) o situaciones económicas estructurales.
- Riesgos evitables, como los sucesos derivados de daños accidentales, deterioro de los activos, mal funcionamiento de los activos o interferencia con otros activos.

A modo de ejemplo, estudios sobre la fiabilidad sísmica de las canalizaciones indican que la seguridad del servicio depende de la robustez del material (ductilidad, rigidez anular, resistencia a flexión y al cizallamiento) del diseño de sus uniones (capacidad de adaptación al terreno y para resistir esfuerzos de tracción, compresión, deflexión y rotación), de la resistencia a las temperaturas y al fuego así como de la protección interna y externa (revestimientos).

2.2. CÁLCULO DEL COSTE TOTAL DE PROPIEDAD

Una vez justificada económicamente la decisión de renovar (umbral de rentabilidad), se plantea el análisis económico a futuro de la nueva red mediante el enfoque de coste de ciclo de vida (mejor relación calidad/precio para el usuario) de las nuevas directivas de contratación pública.

Para ello Saint-Gobain PAM utiliza la herramienta TCO (*Total Cost of Ownership* en Inglés, es decir, Coste Total de Propiedad) que, mediante un estudio de costes en las fases de instalación, uso y fin de vida, permite al propietario calcular el coste (y ahorros) de la red a muy largo plazo.

Según los resultados del estudio, se describe cómo el uso de tuberías de fundición PAM permitirá afrontar con éxito el objetivo general de la gestión patrimonial de garantizar el suministro de agua con los niveles de servicio acordados, manteniendo una posición econó-

FIGURA 7. Ejemplo de coste de ciclo de vida de tubería PAM. Fuente: TCO Quantis.

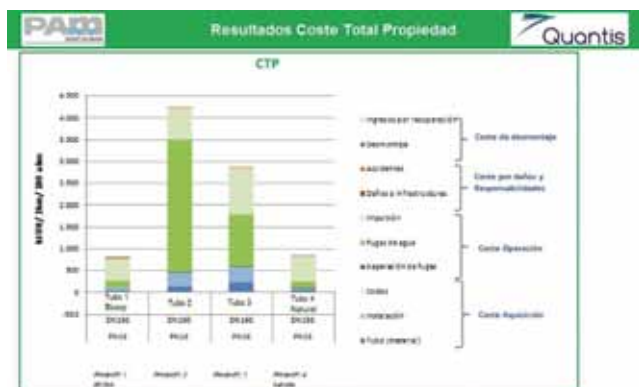
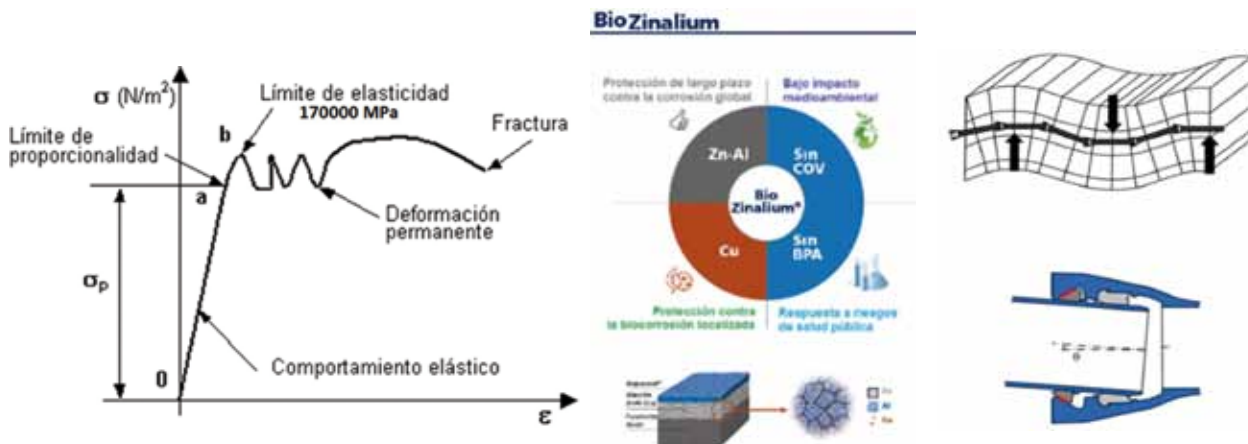


FIGURA 8. Reserva mecánica, revestimientos (Biozinalium, TT, etc.) y diseño de las uniones de la tubería PAM para resistir movimientos del terreno, dilataciones, esfuerzos de tracción, etc.



mica estable y cumpliendo los objetivos de rendimiento económico con el menor coste total de ciclo de vida posible (**Figura 7**).

Por ello, la durabilidad propia del material de las tuberías, mejorada por los revestimientos adaptados, el diseño de las uniones así como la gran reserva mecánica de la fundición dúctil, permiten a la tubería PAM afrontar con éxito condiciones de riesgo severas, que pueden sobrevenir a muy largo plazo, evitando así afectar negativamente a otros servicios.

En este sentido Saint-Gobain PAM, en una apuesta por la innovación y por el aumento de la vida útil de sus tuberías, ha desarrollado toda una gama de revestimientos que permiten a las canalizaciones adaptarse y disminuir los factores de riesgo a los que se someten (**Figura 8**).

3. CONCLUSIONES

El importante envejecimiento de las infraestructuras de los servicios del agua y la baja tasa de reposición de las mismas en España hacen necesario un esfuerzo inversor sostenido para corregir esta situación y no incurrir en costes futuros desproporcionados.

La gestión patrimonial que proponen las guías existentes en distintos países europeos, así como la norma ISO 24516-1, ayudan a encontrar el equilibrio necesario entre los recursos financieros disponibles y los necesarios para mantener y mejorar las infraestructuras. La AEAS ha creado un grupo de trabajo para este fin.

Los cálculos realizados con la herramienta TCO y tubería de fundición PAM permiten encontrar la mejor opción adaptada a cada situación para optimizar el coste de ciclo de vida de la red, siguiendo el enfoque de las nuevas directivas europeas, y mantener la calidad del servicio de abastecimiento de agua en niveles óptimos.

Bibliografía

- [1] Directivas 2014/24 y 25/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre contratación pública.
- [2] ISO 24516 (2017). Guidelines for the management of water supply and wastewater systems.
- [3] DVGW-W403 (2010). Entscheidungshilfen für die Rehabilitation von Wasserverteilungsanlagen.
- [4] Alegre, H. (2007). LNEC - Gestão patrimonial de infra-estruturas de abastecimento de água.
- [5] Carrión, H.; Solano, H.; Gamiz, M.L.; Debón, A. (2010). Evaluation of the reliability of a water supply network. Springer Science+Business Media.

» Los cálculos realizados con la herramienta TCO y tubería de fundición PAM permiten encontrar la mejor opción adaptada a cada situación para optimizar el coste de ciclo de vida de la red, siguiendo el enfoque de las nuevas directivas europeas, y mantener la calidad del servicio de abastecimiento de agua en niveles óptimos