

(01-019) - CONTRIBUTION OF MAINTENANCE ENGINEERING TO THE CIRCULAR ECONOMY DURING THE LIFE CYCLE OF PHYSICAL ASSETS

García Ahumada, Francisco Luis ¹; González Gaya, Cristina ²; Castellanos Moreno, Montserrat ³; García García, Rubén ⁴; Villena Escribano, María ²

¹ PROGRAMA MODULAR FACILITY MANAGEMENT Y GESTIÓN DE ACTIVOS ETS ING IND UNED, ² Dpto. de Ingeniería de Construcción y Fabricación, ETS de Ingenieros Industriales, UNED, ³ Universidad Europea de Madrid, ⁴ Profesional independiente CTN TC 348

In the European Commission document "Circular Economy Principles for Building Design," the three basic pillars of the circular economy applied to the building life cycle are established: durability, adaptability, and waste reduction throughout the physical asset's lifecycle. Along with these objectives, the document specifies which agents will be involved in its management.

Among the agents identified in the document, the Facility Manager stands out, who will act through the management of the operation and maintenance of the asset in the three pillars already mentioned, but mainly in durability.

On the other hand, in November 2022, CEN/CENELEC published the 17666 standard on maintenance engineering. This standard defined the roles and responsibilities of maintenance engineering in durability throughout the life cycle of the physical asset at all stages.

This communication is dedicated to how maintenance engineering will contribute to the circular economy, and thereby to the sustainability of the physical asset, as well as the need for recognition of the facility manager as an agent in the development of all stages of the asset's life.

Keywords: "Circular economy"; "Sustainability"; "FM"; "Maintenance" "LC"

CONTRIBUCIÓN DE LA INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO A LA ECONOMÍA CIRCULAR DURANTE EL CICLO DE VIDA DE LOS ACTIVOS FÍSICOS

En el documento de la Comisión Europea "Circular Economy Principles for building design. Se establecen los tres pilares básicos de la economía circular, aplicada al ciclo de vida del edificio que son la: durabilidad, adaptabilidad y la reducción de residuos; a lo largo del ciclo de vida del activo físico. Junto con esto objetivos se especifican que agentes van a intervenir en su gestión.

De los agentes, que establece el documento, sobresale el Facility Manager que actuará mediante la gestión de la operación y el mantenimiento del activo en los tres pilares ya indicados, pero principalmente en la durabilidad.

De otro lado en noviembre del 2022, el CEN/CENELEC publicó la norma 17666 sobre ingeniería de mantenimiento. En ésta, se establecían los roles y responsabilidades de la ingeniería de mantenimiento en la durabilidad a lo largo del ciclo de vida del activo físico en todas sus etapas.

Esta comunicación está dedicada a, como la ingeniería de mantenimiento va a contribuir a la economía circular, y por ende a la sostenibilidad del activo físico así como la



©2024 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

necesidad del reconocimiento como agente del facility manager, en el desarrollo de todas las etapas de la vida del activo.

Palabras clave: "Economía Circular"; "sostenibilidad", "FM"; "Mantenimiento"; "CVE"

Correspondencia: Francisco Luis García Ahumada ahumadafm@gmail.com

Comunicación para el XXVIII Congreso Internacional de Dirección e Ingeniería de Proyectos

CONTRIBUCIÓN DE LA INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO A LA ECONOMÍA CIRCULAR DURANTE EL CICLO DE VIDA DE LOS ACTIVOS FÍSICOS

1. Introducción

En la norma ISO 41011:2024 “Facility Management-Vocabulary” se define economía circular como “Una economía que es restauradora y regenerativa por diseño, y que tiene por objeto **mantener** en todo momento la **mayor utilidad** y **valor** de los productos, componentes y materiales distinguiendo entre **ciclos técnicos y biológicos**”

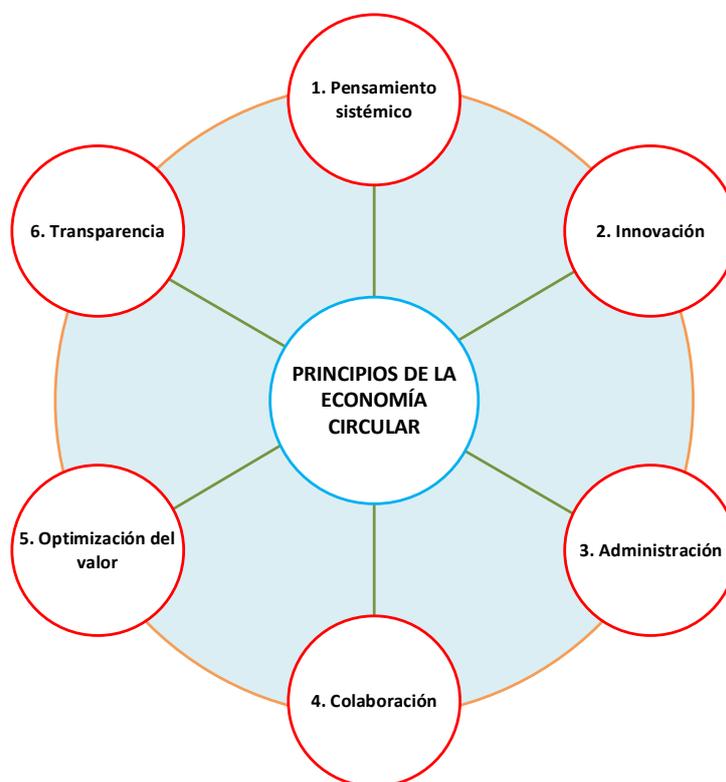
Como se puede observar el concepto de economía circular establece el concepto de prestación ligado al uso.

En esta definición se contempla el ciclo de vida, en nuestro caso, del activo físico, y en este seguimiento establece gestionar, entre sus objetivos, sus prestaciones y el valor

del mismo a lo largo de todo el horizonte temporal que como indica Christopher Pissarides “*los beneficios de la economía circular son a largo plazo*”.¹

La British Standard ha publicado la norma BS 8001:2017 y en ella se detallan los principios de la economía circular (ver figura 1)

Figura 1: Principio de la economía circular ² (BS 8001:2017)



Estos principios son relevantes en la gobernanza de los activos físicos.

De todos ellos conviene destacar:

- Pensamiento sistémico que buscará las interacciones entre la ingeniería de mantenimiento y los otros componentes de la gestión de activos y los servicios asociados a los mismos, que conforman el facility management. Y todo ellos a lo largo del ciclo de vida.
- Innovación que va a permitir la adaptación de la ingeniería de mantenimiento a nuevos requerimientos
- Transparencia que permite conocer en cada momento el impacto de la ingeniería de mantenimiento en todos los componentes de la gestión del activo.
- Optimización de valor que permite comprobar como la ingeniería de mantenimiento añade valor a la gestión de los activos físicos a lo largo del ciclo de vida

Como se establece en la definición de economía circular, el concepto de ciclo de vida es esencial en la gestión del activo. Este concepto, en el caso de edificios del sector

¹ García Vega M.A. Economía circular: línea recta hacia los beneficios a largo plazo

² BS 8001:2017 Framework for implementing the principles of the circular economy in organizations.

terciario representa un continuo que comienza con la idea del edificio y finaliza con su demolición o con su reutilización para fines diferentes de la idea original, y que se aplica a edificios de nueva planta o reformas de edificios ya existentes.

Es en ese continuo donde van a participar un conjunto de agentes que deberían de tener establecidos roles y responsabilidades deberían asumir a lo largo de su distinta actividad.

En el caso del agente que representa la gestión del activo físico en el sector terciario, y por tanto el mantenimiento, es el facility manager, y en esta comunicación se trata de poner de manifiesto la necesidad de su participación en todo el ciclo de vida como un modelo para añadir valor a la gestión.

El alcance de esta comunicación va a limitarse a cómo la ingeniería contribuye a la economía circular a lo largo del ciclo de vida del activo físico, en sus distintas fases y sub-fases y el papel que juegan los distintos agentes (ver figura 2)

Figura 2: Ciclo de vida del activo físico. Alcance de la comunicación (Elaboración propia)



2 Objetivos de la comunicación

Esta comunicación tiene como objetivo establecer la relevancia que la ingeniería de mantenimiento tiene en la gestión a lo largo del ciclo de vida y como contribuye a la economía circular, así como hacer una llamada de atención a que los agentes, que desempeñen un rol relevante en la misma, tengan presencia en los códigos y reglamentos que gobiernan la industria de la gestión de activos, en su alcance de edificios del sector terciario. El detalle de estos objetivos es el siguiente:

1. Sobre el déficit de agentes en las leyes y reglamentos

En este apartado se analizarán dos leyes: la de Ordenación de la Edificación (LOE) y la de Calidad de la Arquitectura (LCA), así como algunos reglamentos como son el Reglamento de Instalaciones Técnicas de Edificios (RITE) y el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) para detectar las ausencias de algunos agentes, y sus roles. El rol que se quiere analizar, principalmente, es

el del Facility Manager (del que va a depender la gestión del mantenimiento). La ausencia de este rol se contrastará con otras legislaciones o procedimientos

2. Sobre la incidencia de la ingeniería de mantenimiento a lo largo del ciclo de vida del activo físico.

Ambos objetivos son necesarios, entre otros, para el cumplimiento de los siguientes documentos:

- El Pacto Verde como demandaba la Presidenta de la Comisión Ursula Von der Leyen (Leyen. U. 2020)
- El “Nuevo Plan de acción para la economía circular por una Europa más limpia y competitiva” presentado al Parlamento Europeo.

En ambos documentos se pone el foco en la sostenibilidad, la durabilidad, la adaptabilidad y reducción de residuos.

Para detallar esta estrategia, en el apartado de construcción la UE ha editado el documento Circular Economy Principles for building design. En este documento hay una figura en la que se establece el alcance de estos conceptos para distintos grupos de interés/ agentes. (ver figura 3).

Figura 3 Alcance de los objetivos por grupos de interés/agentes (Circular Economy Principles for building design)

Grupo de interés/ agentes	OBJETIVO ESPECÍFICO		
	DURABILIDAD	ADAPTABILIDAD	REDUCCIÓN DE RESIDUOS
Facility Managers, Propietarios, Usuarios	[Barra naranja que cubre toda la fila]		
Diseñadores	[Barra naranja que cubre Durabilidad y Adaptabilidad]		
Contratistas y Constructores	[Barra naranja que cubre Durabilidad y Adaptabilidad]		
Fabricantes (productos de construcción)	[Barra naranja que cubre Durabilidad y Adaptabilidad]		
Equipos de deconstrucción y demolición			[Barra naranja que cubre Reducción de Residuos]
Inversores, Promotores y Aseguradores	[Barra naranja que cubre toda la fila]		
Gobiernos / Reguladores / Autoridades Locales	[Barra naranja que cubre toda la fila]		

De este documento son relevantes entre otros, los siguientes principios desde el punto de vista del agente Facility manager:

- Todas las opciones tendrán en cuenta la gestión de los costes de ciclo de vida. Por tanto, es absolutamente necesario el cálculo en cada proyecto del coste de

ciclo de vida. (nos referimos al coste del ciclo de vida como se establece en la ISO 15686-5 2017).

- La influencia en la durabilidad del diseño, el rendimiento de los productos utilizados y del intercambio de información, junto una óptima mantenibilidad de los sistemas.
- Minimizar los costes totales en un horizonte del ciclo de vida (largo plazo)
- Promover la durabilidad durante la fase de operación y mantenimiento.
- Realizar un mantenimiento adecuado para minimizar los costes de funcionamiento
- Incrementar la duración del ciclo de vida.

3. Método de investigación utilizado

La metodología utilizada se basa en el análisis de la legislación existente en España en relación con: las recomendaciones foráneas, la bibliografía existente y la dilatada experiencia de los autores tanto en modelo de explotación de activos físicos como en procesos de auditorías y benchmarking en España y fuera de España. Y de otro lado, las normas editadas al respecto.

4. Glosario

Con el fin del uso preciso de los términos utilizados en esta comunicación es necesario definir lo que se entiende por aquellos agentes que se van a analizar, así como los términos del ciclo de vida a utilizar, el hacer uso de estas definiciones tiene su origen en que en la legislación analizada y en la que no aparece ningún glosario.

- *Adaptabilidad [UNE-ISO 20887]* “Capacidad de ser cambiado o modificado para su adecuación a un propósito” [sic]
- *Durabilidad [UNE-ISO 20887]* “**Capacidad** de un activo construido o cualquiera de sus componentes para **realizar las funciones requeridas** en su entorno de servicio durante un **período de tiempo específico** sin **mantenimiento imprevisto o reparación**” [sic]
- *Debida diligencia [UNE-ISO 20400]* “Proceso mediante el cual las organizaciones **identifican, evalúan, previenen, mitigan y dan cuenta proactivamente** de la forma en que **abordan sus impactos adversos reales y potenciales** como una parte **integral de la toma de decisiones y de la gestión de riesgos**” [sic]
- *Facility Management, (FM) [ISO 41011 2024]* “Función organizativa que **integra personas, lugares y procesos** dentro del **entorno construido** con el fin de **mejorar la calidad de vida de personas y la productividad del negocio principal**” [sic]
- *Ingeniería de Mantenimiento [UNE-EN 17666 2024]* “es una disciplina de la ingeniería que **aplica competencias, métodos,**

técnicas y herramientas para desarrollar y apoyar al mantenimiento con el fin de garantizar que un elemento sea **capaz de realizar sus funciones requeridas de forma segura, sostenible y rentable durante todo el ciclo de vida.** [sic]

- **Mantenibilidad:** [UNE-EN 13306 2018] “**Capacidad de un elemento bajo condiciones de utilización dadas, de ser preservado, o ser devuelto a un estado en el que pueda realizar una función requerida, cuando el mantenimiento se ejecuta bajo condiciones dadas y utilizando procedimientos y recursos establecidos**” [sic] .
- **Proceso de Commissioning** [ASHRAE/IES 202-2018] “Proceso de calidad orientado a mejorar la entrega de un proyecto y obra. El Proceso se centra en verificar y documentar que todos los sistemas e instalaciones dentro de su alcance se han **planificado, diseñado, instalado, probado y están funcionando y se mantienen cumpliendo con los requerimientos de proyecto de la propiedad** (documento que detalla los requisitos del proyecto de un edificio y de las expectativas de cómo debe funcionar y gestionarse. Incluye los objetivos de proyecto, indicadores medibles de rendimiento, consideraciones de coste referencias, criterios de éxito, requisitos de formación documentación e información de apoyo)” [sic].

5. Sobre el déficit de agentes en los leyes y reglamentos

Para analizar esta situación se va a proceder en primer lugar:

- Revisar su situación conforme a la LCA y la LOE
- Reglamentos RITE y REBT

Y como consecuencia, proponer la necesidad de proponer un cambio en la legislación.

5.1 Aportes de la LCA

Aunque en la LCA no se habla de agentes ni de sus roles y responsabilidades, en ella se establece:

- Por primera vez en una ley se contempla el activo físico (el inmueble) desde un punto de vista sistémico en lugar de una concatenación de subproyectos
- Contempla el concepto de ciclo de vida y la necesidad de colaboración de distintas disciplinas profesionales (Artículo 1)
- Se establecen objetivos prestacionales (Artículo 2) tales como:
 - descarbonización
 - el apoyo en la economía circular
 - eficiencia energética
 - utilización de energías renovables
 - reducción de otros impactos medioambientales negativos
 -

- La necesidad de digitalización (Artículo 6) para facilitar optimizar y hacer más sostenible su **explotación y el mantenimiento**.

Desde el punto del mantenimiento su mención es sólo a efectos de coste, mientras la función del Facility Manager es desconocida.

5.2 La situación en la LOE.

Para este análisis se ha utilizado el texto consolidado de la ley, con la última modificación del 15 de junio de 2022.

Como se ha indicado en el alcance de la comunicación, se trata de edificios del sector terciario, no residencial. Por tanto, el análisis que se hace a continuación, es consecuencia de su aplicación a este tipo de edificios. De su análisis se puede subrayar:

- En relación con los agentes. En el capítulo III se establecen los siguientes.
 - El promotor
 - El proyectista
 - El constructor
 - El director de obra
 - El director de la ejecución de la obra
 - Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación
 - Los suministradores de productos
 - Los propietarios y los usuarios.

Cuando se revisan los agentes considerados, se puede comprobar que:

- No aparecen como agente el facility manager
- No existe una gradación de responsabilidades en cada fase
- Ninguno de los agentes que se menciona en la ley mencionados es responsable del nivel prestacional del edificio. El único apartado que habla de conservación es en el artículo 16 en él se habla de “Buen estado”, en relación con el cuidado que debe de prestarle el propietario y los usuarios. Que es una definición cualitativa.
- No hay ninguna mención a los tres principios de la economía circular que aparecen en la figura 2.
- No se hace mención a conceptos como fiabilidad, mantenibilidad

5.3 EI RITE.

En este Reglamento hay un apartado dedicado al mantenimiento, Capítulo VI y VIII y una Instrucción Técnica (la 4, todo ello dedicado al mantenimiento. Pero no se identifican con excepción del proyectista los agentes intervinientes, y por tanto no se establecen un apartado de roles y responsabilidades a lo largo del ciclo de vida, concepto que tampoco se identifica. Tampoco en las normativas de referencia se incluye una norma dedicada al mantenimiento de edificios como es la UNE-EN 15331:2012 Criterios para el diseño, la gestión y el control de servicios de mantenimiento de edificios.

Desde el punto de vista del establecimiento de planes de mantenimiento, este reglamento da un modelo bastante obsoleto, dado que solo plantea tareas de mantenimiento preventivo planificado. En ningún momento establece el mantenimiento basado en la condición y otras tecnologías de apoyo como puede ser las basadas en IA, etc.

No aparece tampoco la figura del facility manager.

5.4 EI REBT

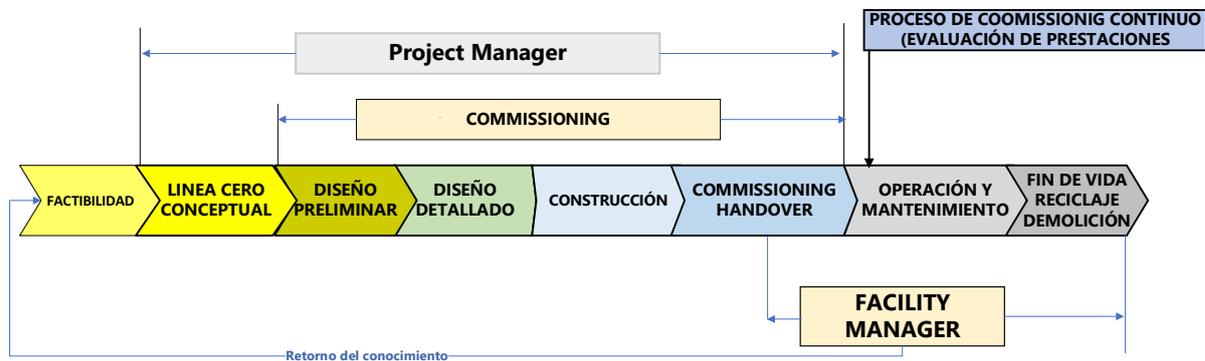
En este reglamento se repite la situación del RITE existen apartados de mantenimiento y se habla de agentes intervinientes en la instrucción técnica complementaria BT-05, pero se repite la no existencia de roles y responsabilidades. Como en el caso anterior no aparece la figura del facility manager.

5.5 Recomendaciones

A la vista de la situación la recomendación sería como ya se indicó en [García Ahumada, F. L., González Gaya, C., García García, R., & Rosales Prieto, V. F.] (2023). La necesidad de que en las respectivas leyes y reglamentos se establezcan los distintos agentes intervinientes junto con sus roles y responsabilidades, en el orden de la gestión de prestaciones a lo largo del ciclo de vida, es conveniente la inclusión de la figura del Commissioning que sería el responsable de trasladar los requerimientos iniciales a los entregados en la fase de implementación y commissioning.

Como ejemplo del alcance de tres agentes, Project Manager, Commissioning y Facility Manager se puede ver en la figura 4

**Figura 4 Ejemplo de alcances de distintos agentes
(Elaboración propia)**



6. Sobre la incidencia de la ingeniería de mantenimiento a lo largo del ciclo de vida del activo físico.

En noviembre de 2022 se publicó, por parte del comité CEN/TC 319 la norma 17666 que posteriormente fue publicada por UNE como la norma UNE-EN_17666 Mantenimiento. Ingeniería de mantenimiento.

De esta norma se va a analizar la contribución de la ingeniería a lo largo del ciclo de vida del activo físico y como a lo largo de este camino esta ingeniería deberá de ser utilizada por distintos agentes, básicamente el proyectista y el facility manager ³ y ser una herramienta adecuada para la economía circular.

³ El facility manager es el gestor del activo físico y de sus servicios asociados, por lo que el servicio de mantenimiento está bajo su competencia.

En cada etapa del ciclo de vida del activo físico la norma analiza cuáles son, para las actividades de la ingeniería de mantenimiento:

- Los objetivos de esta para la fase analizada
- Cuáles son sus actividades
- Que aportan
- Cuáles son los resultados
- Quienes son las partes interesadas
- Cuáles son las interfases
- Cuáles son las restricciones para la fase determinada.

Como resumen de la contribución se puede ver la figura 5

Figura 5 Aportación de la ingeniería de mantenimiento a cada etapa del ciclo de vida (Elaboración propia)



Como se puede observar la ingeniería de mantenimiento representa un continuo a lo largo del ciclo de vida del activo físico. Y cara a la identificación de esta por parte de los diversos agentes como son los siguientes:

- El Facility Manager que va a ser el principal depositario de la experiencia en la operación y mantenimiento del activo físico.
- El proyectista, tanto de la parte arquitectónica como de las instalaciones, que deberá de incorporar al diseño el conocimiento y el retorno de este para un proyecto adecuado.
- El commissioning que deberá de incluir los requisitos de mantenimiento, los planes y la formación sobre el mismo en su actividad en las diferentes etapas, y verificar en las pruebas funcionales el cumplimiento de estos.

De todas las fases se van a detallar, a título de ejemplo: la subfase de factibilidad, la subfase de Implementación y commissioning y la fase de Operación & Mantenimiento.

6.1 Subfase de Factibilidad

Esta subfase incluida en fase conceptual, es el primer escalón del ciclo de vida de un proyecto, esta subfase va a recoger la experiencia (retorno del conocimiento) y primera etapa de la economía circular. El facility manager va a volcar en esta subfase toda su experiencia de operación y mantenimiento en activos físicos similares.

El objetivo de la ingeniería de mantenimiento en esta es el establecer los requisitos de mantenimiento a utilizar en función como se ha indicado de criterios de best practices existentes.

Las actividades de ingeniería de mantenimiento consisten en ayudar al diseño con las necesidades de mantenibilidad del Facility management.

6.2 Subfase Implantación y Commissioning

El objetivo de la Ingeniería de mantenimiento en esta subfase es el de implementar los requisitos que se establecieron en la fase conceptual y que se han ido desarrollando a través del diseño y mediante el agente de commissioning para lograr un traspaso satisfactorio.

Las actividades de ingeniería de mantenimiento a realizar en esta subfase son:

- Contribuir a la puesta en marcha de las distintas instalaciones comprobando que las pruebas funcionales cumplen los requisitos previamente establecidos. Los valores de estas pruebas establecerán la línea cero de prestaciones que servirá para hacer el seguimiento de que el mantenimiento realizado las mantiene a lo largo de la fase de operación y mantenimiento.
- Establecer los recursos, roles y responsabilidades de la estructura de mantenimiento necesaria para la fase de Operación y Mantenimiento.
- Revisar y poner en marcha los planes de monitorización y mantenimiento
- Validar los procesos de mantenimiento previamente elaborados por el commissioning.

6.3 Fase de Operación y Mantenimiento

El objetivo de la ingeniería de mantenimiento es ejecutar las tareas de mantenimiento actualizando los planes de mantenimiento elaborados durante la ejecución del proyecto, que permitan alcanzar los objetivos de seguridad de funcionamiento.

Las actividades de ingeniería de mantenimiento son:

- Realizar las tareas de mantenimiento, revisando calendarios y planes basados en la condición del activo
- Actualizar y evaluar los planes de mantenimiento y adaptarlos a los cambios e en las condiciones de funcionamiento
- Participar en la optimización de operaciones
- Participar en la revisión de los programas de mantenimiento.

7. Conclusiones

A la vista de lo analizado, en opinión de los autores es recomendable que en relación con los agentes de la edificación se incluyan, como ya se indicó en [García Ahumada, F. L., González Gaya, C., García García, R., & Rosales Prieto, V. F. (2023)]

1. Como nuevos agentes de la edificación al: Responsable de Proyecto, Facility Manager y Responsable de Commissioning. Con una descripción de las capacidades de cada uno de ellos.
2. Una tabla de roles y responsabilidades que contemple el conjunto del proyecto, con las responsabilidades de todos los agentes incluidos los nuevos agentes.
3. Sería conveniente establecer el proceso de traspaso de la información entre los distintos agentes verificando que está actualizada en cada momento y representa un modelo fiel del edificio. Como ejemplo, podría tomarse el BIM (Building Information Modeling), que permitiría poder establecer un modelo de

Operación y Mantenimiento eficaz y eficiente. Cumpliendo con el principio de colaboración de la economía circular

En relación con la contribución de la ingeniería de mantenimiento a la economía circular junto con el análisis del ciclo de vida del activo físico es adecuado establecer para cada proyecto el aporte de la ingeniería de mantenimiento de acuerdo con lo indicado en la norma UNE EN 17666.I

1. Incluyendo la metodología de la norma en todos los proyectos de gestión de activos físicos, en la que se contemple todas las etapas del ciclo de vida
2. Realizar para cada proyecto el cálculo del coste de ciclo de vida, para los activos físicos; como ya preveía el [Reglamento 244/2012]
3. Que se establezca con periodicidad anual, por parte del Estado, la tasa de descuento, así como otros elementos necesarios para el coste de ciclo de vida.

Referencias

- España. Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- España. Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.
- España. Ley 9/2022, de 14 de junio, de Calidad de la Arquitectura.
- Comisión Europea 11,3,2020 COMUNICACIÓN DE LA COMISIÓN AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSEJO, AL COMITÉ ECONÓMICO Y SOCIAL EUROPEO Y AL COMITÉ DE LAS REGIONES. Nuevo Plan de acción para la economía circular por una Europa más limpia y competitiva
- Comisión Europea 16,09,2020 Discurso sobre el estado de la Unión de la presidenta Von der Leyen en la sesión plenaria del Parlamento Europeo Bruselas, 16 de septiembre de 2020
- European Commission (EU). (2020). Circular Economy—Principles for Building Design.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión 18 septiembre 2002
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), aprobado por Real Decreto 1027/2007, consolidado 24 de marzo de 2021
- BS 8001:2017 Framework for implementing the principles of the circular economy in organizations. Guide
- EN 17666 -2022. Maintenance - Maintenance engineering – Requirements
- Estandar ASHRAE/IES 202-2018. El Proceso de Commissioning para Edificios y Sistemas
- García Ahumada, F. L., González Gaya, C., García García, R., & Rosales Prieto, V. F. (2023). Ausencias en roles y responsabilidades de algunos agentes en el ciclo de vida de los edificios del sector terciario.
- García Vega M.A. 2024 Economía circular: línea recta hacia los beneficios a largo plazo. Economía circular El País 20240327
- ISO 6707-4:2019 Buildings and civil engineering works— Vocabulary — Part 4: Facility management terms

ISO 15686-5:2017 Buildings and constructed assets — Service life planning — Part 5:
Life-cycle costing

ISO 41011: 2024 Facility management Vocabulary

UNE-EN 13306:2018 Mantenimiento. Terminología del mantenimiento.

UNE-EN 15331:2012 Criterios para el diseño, la gestión y el control de servicios de
mantenimiento de edificios.

UNE EN 17666 2024 Mantenimiento. Ingeniería de mantenimiento.

UNE-ISO 20400:2017 Compras sostenibles. Directrices.

UNE-ISO 20887:2023 Sostenibilidad en edificios y obras de ingeniería civil. Diseño para
el desmontaje y la adaptabilidad. Principios, requisitos y directrices.

Comunicación alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

