

02-004

IMPACT OF THE CIRCULAR ECONOMY ON THE INTERACTION BETWEEN COMMISSIONING AND MAINTENANCE IN NEW BUILDINGS AND EXISTING BUILDINGS.

García Ahumada, Francisco Luis ⁽¹⁾; González Gaya, Cristina ⁽²⁾; Sebastián Pérez, Miguel Ángel ⁽²⁾ ⁽¹⁾ Programa modular facility management y gestión de activos ETS de Ingenieros Industriales de la UNED, ⁽²⁾ Dpto.de Ingeniería de Construcción y Fabricación, ETS de Ingenieros Industriales, UNED

On March 11, 2020, the “New Action Plan for the circular economy for a cleaner and more competitive Europe” was presented by the European Commission. This demands the question of what will be the contribution of the construction of new buildings or the action on existing buildings? This contribution will focus on two tools that are critical in the life cycle of these assets; These two tools are, on the one hand, those provided by Operation and Maintenance Engineering and, on the other, provided by Commissioning. The optimization of the life cycle marks the need for an alignment of these two tools, which must within a collaborative model, with business / organizational strategies and with the principles of circular economy. This communication proposes to reflect on the necessary interaction between Commissioning and Operation and Maintenance Engineering, to have Action Plans aligned with the asset management strategies, which allow to follow the evolution of the building, throughout the different stages of its Life Cycle, and align them with the property's objectives, collaborating with the asset governance model.

Keywords: Commissioning; operation and maintenance; business strategy; circular economy.

IMPACTO DE LA ECONOMÍA CIRCULAR EN LA INTERACCIÓN ENTRE COMMISSIONING Y MANTENIMIENTO EN EDIFICIOS DE NUEVA PLANTA Y EDIFICIOS EXISTENTES.

El 11 de marzo del 2020 se presentó por parte de la Comisión Europea el “Nuevo Plan de acción para la economía circular por una Europa más limpia y más competitiva”. Esto nos demanda la pregunta de ¿Cuál va a ser la contribución de la construcción de nuevos edificios o la actuación sobre edificio existentes?. Esta contribución se va a focalizar, en dos herramientas que son críticas en el ciclo de vida de estos activos; Estas dos herramientas son de un lado las que provee la Ingeniería de Operación y Mantenimiento y de otro las aporta el Commissioning. La optimización del ciclo de vida marca la necesidad de una alineación de estas dos herramientas, que deberán dentro de un modelo colaborativo, con las estrategias empresariales/organizativas y con los principios de economía circular. Esta comunicación propone reflexionar acerca de la necesaria interacción entre Commissioning e Ingeniería de Operación y Mantenimiento, para disponer de Planes de Acción alineados con las estrategias de gestión del activo, que permita seguir la evolución del edificio, a lo largo de las diferentes etapas de su Ciclo de Vida, y alinearlas con los objetivos de la propiedad, colaborando con el modelo de gobierno del active.

Palabras claves: Commissioning; operación y mantenimiento; estrategia empresarial; economía circular.

Correspondencia: Francisco Luis García Ahumada fgarcia1895@alumno.uned.es
ahumadafm@gmail.com



©2021 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/>).

1.- Introducción y Objetivos:

Los edificios, con independencia de su uso, sea este comercial, administrativo, industrial o residencial etc, son una fuente de valor en la sociedad. En algunos casos, el valor añadido que se puede generar en ellos puede ser muy elevado. Para el sector terciario, los edificios son el recipiente y el vehículo donde se genera el valor añadido de múltiples empresas.

Pero también los edificios tienen un gran impacto en la sostenibilidad, y es por ello que la Unión Europea ha ido desarrollando estrategias de sostenibilidad aplicadas a los activos físicos. Estrategia que ha desembocado en El Pacto Verde y la Economía Circular.

En los años 2019 y 2020 se han enviado al Parlamento europeo dos comunicaciones:

1. En diciembre del año 2019 se presentó, mediante una comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, “El Pacto Verde Europeo” en la que se define una estrategia de crecimiento “destinada a transformar la UE en una sociedad equitativa y próspera, con una economía moderna, eficiente en el uso de los recursos y competitiva, en la que no habrá emisiones netas de gases de efecto invernadero en 2050 y el crecimiento económico estará disociado del uso de los recursos” [sic] (ver figura 1)

Figura 1: El Pacto Verde Europeo (COM (2019) 640 final)



Dentro de este pacto verde se dedicaba un apartado al *uso eficiente de la energía y los recursos en la construcción y renovación de edificios* ¹ En el que se hacía hincapié en la eficiencia energética de los edificios tanto para los de nueva construcción como para la renovación.

2. En marzo de 2020 se presentó, mediante una comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, “Nuevo Plan de acción para la economía circular por una Europa más limpia y más competitiva”.

Dentro de este Plan se dedica el apartado 3.6 a la “*Construcción y edificios*” en el que establece una estrategia que “velará por la coherencia entre todas las áreas de actuación, tales como el clima, la energía y la eficiencia en el uso de los recursos, la

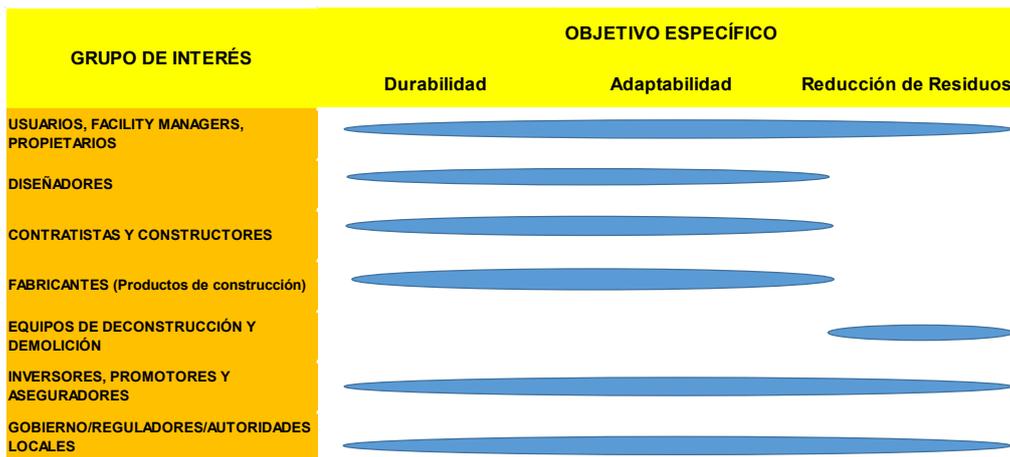
¹ Punto 2.1.4 (COM (2019) 640 final)

gestión de los residuos de construcción y demolición, la accesibilidad, la digitalización y las capacidades. Promoverá los principios de la circularidad en todo el ciclo de vida de los edificios “[sic]. En este apartado se proponen, entre otras, las siguientes actuaciones:

- Revisar el Reglamento sobre los productos de construcción
- Promover medidas que mejoren la durabilidad y adaptabilidad de los activos físicos
- Elaborar libros digitales de los edificios
- Utilizar la herramienta Level² para integrar la evaluación del ciclo de vida en la contratación pública
- Analizar la conveniencia de fijar objetivos de reducción de carbono

En ambos documentos se hace hincapié de forma explícita en la sostenibilidad, la durabilidad la adaptabilidad, la gestión óptima de residuos. Como síntesis de estas estrategias en el caso de los activos físicos, la Unión Europea, ha editado el documento “Circular Economy Principles for building design”. En él se analiza los tres objetivos de Durabilidad, Adaptabilidad y Reducción de residuos en relación con grupos de interés (ver figura 2).

Figura 2: Alcance de los objetivos por grupos de interés (Circular Economy Principles for building design)



El objetivo de este trabajo es poner de manifiesto la contribución de la Ingeniería de operación y mantenimiento y del commissioning en sus diferentes versiones y estrategias, en el logro de los tres objetivos. Y todo ello se va a contemplar desde la óptica de los propietarios/usuarios/facility managers (ver figura 2). De las opciones de ciclo de vida consideradas entre edificio nuevo o edificio existente, para este trabajo se ha seleccionado el edificio nuevo, en el caso del edificio existente la traslación es sencilla, en el caso del commissioning el único cambio es el de cambio de estándar pasando del ASHRAE/IES 202-2018 al ASHRAE 0.2-2015, en el caso de la ingeniería de operación y mantenimiento no hay diferencia.

2.- Glosario

²Level (s) European framework for sustainable buildings
<https://ec.europa.eu/environment/eussd/buildings.htm>

Con el fin de eliminar dudas en la interpretación de los términos utilizados en este trabajo es conveniente definir los tres principios³ el concepto de economía circular⁴, el del commissioning⁵ aplicable y el de operación y mantenimiento⁶

- **Durabilidad:** “planificación de la vida útil del edificio y de los servicios elementales, fomentando un enfoque a medio y largo plazo en la vida útil del diseño de los principales elementos del edificio, así como sus ciclos de mantenimiento y sustitución asociados” [sic]
- **Adaptabilidad:** “extensión de la vida útil del edificio en su conjunto, ya sea facilitando la continuación del uso previsto o mediante posibles cambios futuros en el uso, con un enfoque en la sustitución y rehabilitación;” [sic]
- **Reducir los residuos y facilitar una gestión de residuos de alta calidad:** “facilitar el uso circular futuro de elementos, componentes y piezas de construcción, con un enfoque en la producción de menos residuos y en el potencial de reutilización o reciclaje de alta calidad de los principales elementos de construcción siguientes deconstrucción. Esto incluye esfuerzos a lo largo de la cadena de valor para promover: 1) la reutilización o el reciclaje de recursos (es decir, materiales) de manera que la mayor parte del valor del material se retenga y recupere al final de la vida útil de un edificio; 2) el diseño de los componentes y el uso de diferentes métodos de construcción para influir en la recuperación para su reutilización o reciclaje para evitar ciclos descendentes” [sic].
- **Economía circular** “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” [sic]
- **Proceso de Commissioning** “es un proceso de calidad enfocado a mejorar la entrega/recepción de un proyecto. El Proceso Commissioning⁷ se centra en verificar y documentar que todos los sistemas e instalaciones sometidas al proceso están planificadas, diseñadas, instaladas, probadas, operadas y mantenidas cumpliendo los Requerimientos de proyecto de la propiedad.” [sic]
- **Operación y Mantenimiento:** Corresponde con las acciones y decisiones que están relacionadas con el control y el mantenimiento de los activos físicos. Estas incluyen, pero no se limitan a, los siguientes:
 - Acciones centradas en la programación, procedimientos y control y optimización de los trabajos y los sistemas
 - Decisiones de estrategias de mantenimiento (preventivo, correctivo) y otras acciones orientadas que ayuden a la prevención o disminución con los objetivos de incrementar la eficiencia, fiabilidad y seguridad

3.-Los objetivos de la economía circular

Para ver la contribución tanto del commissioning como de la Ingeniería de Operación y Mantenimiento es necesario identificar los objetivos de la economía circular para poder alinearlos con las distintas estrategias. De todos los objetivos que se establecen en el documento “Circular Economy - Principles for Building Design” los objetivos seleccionados

³ Para estas definiciones se han traducido las que suministra el documento “Circular Economy - Principles for Building Design”

⁴ ISO 20400:2017(en) Sustainable procurement — Guidance. -3.1

⁵ Estándar ASHRAE/IES 202-2018

⁶ G. P. Sullivan(a), R. Pugh, A. P. Melendez, W. D. Hunt.

⁷ Desgraciadamente a la fecha de hoy no disponemos de un vocablo que sustituya a la palabra commissioning,

corresponden a los principios generales y los del grupo 1 (Usuarios, Facility Managers y propietarios), estos objetivos se detallan a continuación:

- Toda opción sostenible debe de tener presente los costes totales de ciclo de vida
- La durabilidad de los edificios es función del diseño, las prestaciones de los elementos, los modelos de operación y del intercambio de información.
- Minimizar el costo de propiedad a lo largo del ciclo de vida
- Promover la durabilidad durante el periodo de uso del activo, mediante estrategias adecuadas de mantenimiento y de operación
- Establecer un mantenimiento adecuado que optimice los costes de operación
- Disponer de un sistema de información adecuada para el mantenimiento
- Diseñar edificios con capacidad adaptativa a costes razonables
- Minimizar el uso de recurso naturales a lo largo de la vida del edificio.
- Otros

Para poder implementar estos objetivos, que van a actuar a lo largo del ciclo de vida del activo, estos principios, se dispone de un conjunto de herramientas, de entre las cuales se van a seleccionar: El “Commissioning” y la Ingeniería de Operación y Mantenimiento. Estas dos herramientas van a tener un alto nivel de impacto en las prestaciones o desempeño del activo durante el Ciclo de vida del Activo

4.-Tralación de los objetivos seleccionados al ciclo de vida del activo físico.

Cuando se trasladan esto objetivos a la gestión de los activos físicos es necesario considerar los siguientes apartados.

4.1 El Ciclo de Vida como alcance temporal

El ciclo de vida del activo físico es el alcance temporal del mismo. Y en ese ciclo de vida es necesario considerar:

- El conocimiento de los costes totales del ciclo de vida del activo y sus elementos. Esto implica la necesidad de conocer desde la etapa de diseño la vida estimada de cada elemento y sus costes, y los servicios que deben soportar; en esos costes se incluirán los costes del elemento en si y los costes de sustitución del mismo; para poder establecer un modelo financiero adecuado a lo largo de la vida. En relación con la taxonomía de costes a incluir se puede utilizar la la taxonomía de coste a utilizar que establece la norma ISO 15686-5:2017 Buildings and constructed assets — service life planning — part 5: life-cycle costing. Ya que en ella se incluyen costes CAPEX ⁸y OPEX ⁹de todos los elementos del activo y de los servicios que utilizan. Esto obliga a disponer de una descomposición de elementos estandarizado (“Breakdown”) tales como los que suministran estándares como Omniclass¹⁰ , Uniformat¹¹ etc. Este proceso de descomposición está incluido dentro de los protocolos del BIM.
- El uso del coste del ciclo de vida se debe de utilizar como elemento discriminador entre elementos para seleccionar aquellos elementos que optimizan los costes totales a lo largo de toda su vida.
- Afortunadamente el coste de ciclo de vida ha pasado a ser una obligación en los proyectos y en los edificios existentes, en primer lugar, por el mandato del Reglamento

⁸ **Capital Expenditure** (Coste de capital de inversiones)

⁹ **Operating Expenditure** (Coste recurrentes)

¹⁰ ISO 12006.2 2015

¹¹ ASTM E1557 - 09(2020)e1

244/2012¹² y en el caso de los contratos públicos con la aplicación de la ley 9/2017 en la que en su artículo 148 se encuentra una definición del mismo.

4.2 El Modelo prestacional

De los objetivos analizados se deduce la necesidad de unas prestaciones en los edificios y como se gestionan estas de lo que se infiere:

- La necesidad de establecer las prestaciones del edificio y de todos sus sistemas desde el diseño que satisfagan de forma clara y precisa las necesidades de los usuarios y propietarios.
- El conocimiento de los consumos de utilities a lo largo de la vida del activo
- La disposición de un sistema de información tanto la ligada al activo físico como la ligada a la explotación de este
- La disposición de herramientas de explotación de datos.
- La existencia, por parte de la propiedad del activo físico de una estrategia de gestión del mismo.

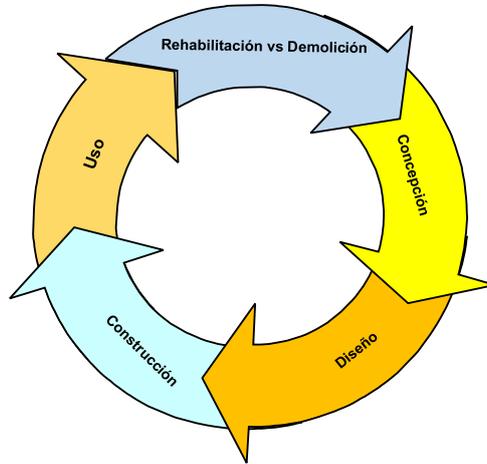
4.3 El Commissioning y la Ingeniería de Operación y Mantenimiento a lo largo del ciclo de vida del activo físico

Es importante conocer en que parte del ciclo de vida van a intervenir estas dos herramientas. La figura 3 permite visualizar las distintas fases del ciclo de vida de un edificio o activo físico. A continuación, se identifican las diferentes fases que componen el ciclo de vida:

- **Concepción** En esta, el propietario del activo establece los objetivos que se quieren lograr con el edificio y que prestaciones van a ser necesarias para ello. Para esta fase es sumamente importante el uso del conocimiento del facility manager adquirido en la explotación de otros edificios.
- **Diseño** En esta se desarrolla el proyecto, se establecen los costes del ciclo de vida del mismo y se seleccionan los materiales que van a formar parte del activo físico y de los sistemas de gestión del edificio. Se establece los principios de la estrategia de mantenimiento.
- **Construcción** En esta se implementa el proyecto y se desarrollan las pruebas funcionales y se forma al personal de mantenimiento del activo
- **Uso** En esta es cuando se implementan las estrategias de operación y mantenimiento y se activa el modelo económico de gestión del mismo.
- **Reciclaje vs Demolición.** En esta se concentra la gestión de los residuos, que tiene su origen en la construcción del edificio, tanto en la fábrica como en los interiores y cuya intensidad irá ligada a que sea una rehabilitación o una demolición.:

¹² REGLAMENTO DELEGADO (UE) No 244/2012 DE LA COMISIÓN de 16 de enero de 2012 que complementa la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la eficiencia energética de los edificios, estableciendo un marco metodológico comparativo para calcular los niveles óptimos de rentabilidad de los requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios y de sus elementos

Figura 3 Esquema de las distintas fases de un Activo Físico en la Economía Circular



La participación de las dos herramientas en las diferentes fases puede ver en la figura 4.

Figura 4 Participación del Commissioning y la Operación y Mantenimiento en las distintas fases del Ciclo de vida del Activo

FASE	HERRAMIENTA	
	Commissiioning	Operación y Mantenimiento
Concepción	X	X
Diseño	X	X
Construcción	X	X
Uso	X	X
Rehabilitación vs Demolición		

La participación en la etapa de reciclaje de ambas herramientas es implícita.

5.-El Commissioning y su aporte a la economía circular.

En la etapa inicial en la que se está planificando un nuevo edificio parece razonable que se tenga presente, cuales van a ser las prestaciones que se consideren necesarias para el mismo, y dentro de ellas, obviamente, las ligadas a la sostenibilidad y economía circular tales como: consumos, características de confort, criterios de seguridad, durabilidad, mantenibilidad etc. Este objetivo, que antecede al diseño pues forma parte de las metas del propietario, demanda un proceso de materialización, para que lo que era un objetivo

prestacional se transforme en un atributo prestacional del nuevo edificio con los niveles que había demandado el propietario. Este proceso es el que gobierna el commissioning, para lo cual el estándar de Estándar ANSI/ASHRAE/IES 202-2018, cuyo alcance recomendado es el que va desde el inicio del proyecto hasta la etapa de operación y mantenimiento (ver figura 5)

Figura 5 Alcance del proceso de Commissioning en el caso de un edificio nuevo (García Ahumada, F. L., Gonzalez Gaya, C., & Sebastián Pérez, M. A. (2019))



En orden a documentar este proceso hay un documento crítico (ver estándar ASHRAE citado) que es el que se denomina “**Requerimientos de Proyecto de la Propiedad (RPP)**”; y que es un documento en el que se detalla, con un nivel de detalle suficiente, que no permita interpretación, los requerimientos funcionales del proyecto, así como sus expectativas de cómo va a ser utilizado, explotado y mantenido. “. Para lo cual será necesario dotar al proyecto de sistemas de adquisición de información que permita verificar a lo largo de la vida del edificio del cumplimiento de las prestaciones que había establecido el propietario.

Esto va a obligar a disponer:

- De un lado, de un conjunto de sensores y un sistema de gestión de los mismos BMS/BACS (los sensores podrán transmitir su información en red), que permitan en todo momento la verificación de las prestaciones del activo físico. A su vez para poder utilizar de forma adecuada esta información será necesario disponer de herramientas tipo Big Data que permitan disponer de una información adecuada para la toma de decisiones. La experiencia de la pandemia obliga a un modelo adaptativo de estos sistemas, como poder verificar la calidad del aire interior para enfrentarse a las demandas de salud impuestas por el COVID 19¹³.
- De otro de personal experto en el proceso de commissioning, como referencia del alcance de un proyecto de commissioning así como de los roles y responsabilidades en las diferentes etapas del proyecto se puede consultar “The Building commissioning Guide” de la General Services Administration

Como se ha indicado este proceso para lograr estos objetivos deberá de desarrollar a lo largo del proyecto hasta la etapa de transición (handover), para lo cual el personal de Commissioning deberá de desarrollar:

- Las pruebas funcionales a las que deberán de someterse todos los sistemas del edificio¹⁴. Con los objetivos a conseguir en las mismas. En el caso de sistemas cuya prueba funcional se imposible de verificar antes del traslado del edificio a la

¹³ Este caso puede dar lugar a tener problemas en la potencia necesaria de climatización en el caso de que haya que reducir el volumen del aire recirculado, y este apartado no estuviera considerado en el diseño del sistema de climatización.

¹⁴ El alcance de que sistemas son sometidos a Commissioning se debe de establecer en el RPP. Como ejemplo se dispone de la tabla “*commissioning systems selection matrix*” que está en el apéndice B del “Building Commissioning Guide”

organización de operación. Se propondrá pruebas que se realizarán en periodos del edificio una vez operativo. Como ejemplo de este caso sería la prueba funcional de un sistema de HVAC (Heating Ventilation and Air Conditioning), para lo que se necesita que el edificio esté habitado (dado la imposibilidad de simular este escenario) que se debería de realizar en las temporadas de invierno y verano.

- Los planes de formación para el personal de operación y mantenimiento del edificio
- La preparación de los manuales de sistemas
- Los planes iniciales de Operación y Mantenimiento alineados con las estrategias de gestión del activo de los propietarios. Estos planes posteriormente se adecuarán a los usos del edificio. En este documento se plasmarán las estrategias de disponibilidad, seguridad de funcionamiento, confort, sostenibilidad y prolongación de vida (siempre que las prestaciones de los activos estén en el rango permisible), que será de aplicación a lo largo de toda la vida del activo
- Otras.

Tras la fase de traspaso (handover) del edificio a sus explotadores. Sigue siendo necesario el seguimiento de las prestaciones del edificio, para este fin; el proceso de commissioning, va a cambiar de nombre para denominarse “commissioning en continuo” que permite, durante la fase de uso del edificio, verificar y en su caso mejorar, tras los procesos adecuados; las prestaciones del edificio.

Por tanto, el commissioning al actuar y verificar las prestaciones está ligado al modelo de sostenibilidad del edificio, ya que proporciona información que permite detectar desviaciones en la explotación del edificio, por ejemplo, incrementos puntuales de consumos eléctricos etc. En algunos casos la detección de estas desviaciones podrá ser una especie de mantenimiento predictivo, como el que se puede detectar, a partir del uso del metering, problemas de aislamientos en motores eléctricos con una antelación suficiente, así como pérdidas en la eficiencia energética del activo.

Desgraciadamente este proceso nos está en los roles y responsabilidades de los diseños y construcción de edificios en nuestro país con la excepción de las certificaciones en sostenibilidad BREAM LEED etc. Que garantizan unos altos niveles en sostenibilidad en el diseño, y que se pueden completar con la certificación en Operación y mantenimiento que certifica por terceros el modelo de sostenibilidad existente. Estas certificaciones van a estar interaccionadas tanto con el commissioning (es obligatorio su aplicación para algunos sistemas del edificio), igualmente para la operación y mantenimiento. Ambas certificaciones en el caso de la fase de operación y mantenimiento son una garantía ante terceros de la gestión de la sostenibilidad.

6.-Ingeniería de Operación y Mantenimiento

El motivo de unir los conceptos de operación y mantenimiento, que en la industria son disciplinas separadas, es que en los edificios están gestionadas por el mismo servicio, el servicio de mantenimiento. Estas disciplinas deberían de estar alineadas con la estrategia empresarial de gestión de los activos como indica la figura 6

Figura 6. Relación entre los procesos de operación y mantenimiento y la estrategia empresarial (Norma UNE -EN 16646_2015)



En el caso del mantenimiento, tanto la estrategia de mantenimiento a aplicar en cada elemento (basado en la condición, predictivo, preventivo planificado, correctivo etc..) así como determinar las gamas y su frecuencia en el caso del mantenimiento preventivo planificado, así como las estrategias de mantenimiento a realizar deberán de estar alineadas con la estrategia de gestión de activos de la propiedad. Para cumplir con el criterio de economía circular será crítico que el mantenimiento permita una durabilidad óptima (se entiende que conservando las prestaciones a lo largo de ella), durabilidad que irá ligada a la establecida en el coste de ciclo de vida, junto con una política de repuestos no agresiva con el medio ambiente. El mantenimiento irá ligado a una monitorización de las prestaciones de tal forma que será un criterio para determinar la frecuencia de un cambio, el valor de una prestación determinado (por ejemplo, calidad del aire de una habitación). Así la monitorización de prestaciones va a servir para comprobar que la estrategia de mantenimiento es la adecuada. De la misma forma el coste de ciclo de vida del proyecto va a ser una guía de la bondad del mantenimiento establecido, dado que si hay una alteración a la baja de la vida útil de un elemento determinado va a ser una señal de alarma en la estrategia de mantenimiento

En el caso de la operación deberá de alinearse con el uso del edificio para lo cual se establecerán, en base a unas condiciones de confort de seguridad y calidad del aire determinada (nivel de CO₂ determinado) etc. Para ir a unos consumos óptimos, lo que significa a título de ejemplo lámparas de bajo consumo y alta durabilidad, sistemas de riego eficientes, en su caso reutilizando agua de lluvia o aguas grises, fotocopiadores de bajo consumo etc....

7.-Conclusiones y recomendaciones

En los objetivos de la economía circular aplicados a los activos físicos que se indicaron en el punto 3

La actuación sobre los costes tiene su origen el coste de ciclo de vida que en su cálculo va a tener hipótesis del commissioning como son las de nivel prestacional y la estrategia

de mantenimiento como referencia para la vida útil de cada elemento. Y posteriormente será una referencia para la analizar la eficacia de la operación y mantenimiento.

En relación con la durabilidad, va a ir ligada la estrategia de operación y mantenimiento establecidas. Conviene recordar que tendremos como referencia inicial la durabilidad establecida en el coste del ciclo de vida. En el caso de las prestaciones van a ir unidas al modelo de operación y mantenimiento, que tomará como referencia las prestaciones verificadas en la fase de traspaso del edificio, para su seguimiento a lo largo de la vida.

La minimización del coste de ciclo de vida va a ir ligada, obviamente al proceso de diseño, junto con las estrategias de operación y mantenimiento.

El establecimiento de la estrategia de operación y mantenimiento ligada a los objetivos de optimización de la vida útil, junto con un nivel óptimo de prestaciones. Como ejemplo si se toma como elemento un cambiador de calor y se consulta la vida útil en “Life Cycle Costing for Facilities” pag 277 nos indica que es de 20 años esta cifra se tomará como cifra mínima de vida útil que podrá ser prolongada a través de una operación y mantenimiento adecuado.

La capacidad adaptativa de los edificios tendrá su origen en el diseño y también en el modelo prestacional que suministra el commissioning.

El commissioning va a realizar la función de vigilancia para que las prestaciones que estuvieron en el origen del proyecto sean una realidad comprobable a lo largo de la vida del mismo.

La ingeniería de operación y mantenimiento va a ser crítica en el estado y condición del activo permitiendo extensiones de vida con las prestaciones establecidas

Por tanto, el uso del commissioning y de la ingeniería de operación y mantenimiento se revelan como unas potentes herramientas para alcanzar objetivos de sostenibilidad.

Como recomendación, se ha seleccionado la que va ligada a los sistemas de información. Uno de los problemas que tiene la explotación de los activos es el volumen de información que se debe de manejar para su gestión, lo que implica el uso de recursos no siempre disponibles. Para ayudar a este problema va a ser necesario disponer de sistemas de información eficaces y eficientes. Que analicen no solo los datos procedentes del mantenimiento, ya de por si un gran volumen, sino los procedentes de los ordenadores de gestión de edificio que recogen la información de un gran volumen de sensores (gestionados en red) y los efectos de las distintas estrategias de operación. Para lo cual las técnicas de “Big Data” y “Matching Learning”, permitirán a los futuros facility managers poder tomar decisiones con un alto nivel de fiabilidad

8.- Referencias

Ahumada, F. G. (2018). Alineamiento entre costes de Ciclo de Vida: estrategias de Mantenimiento y Gestión de Activos. *Mantenimiento: ingeniería industrial y de edificios*, (318), 27-35.

ASTM E1557 - 09(2020) e1 Standard Classification for Building Elements and Related Sitework—UNIFORMAT II

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 Reglamento delegado (UE) nº 244/2012 de la comisión de 16 de enero de 2012 que complementa la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la eficiencia energética de los edificios, estableciendo un marco metodológico comparativo para calcular los niveles óptimos de rentabilidad de los requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios y de sus elementos
- Estándar ASHRAE 0.2-2015. El proceso de Commissioning para Sistemas e Instalaciones Existentes
- Estándar ASHRAE/IES 202-2018. El Proceso de Commissioning para Edificios y Sistemas
- Dell'Isola, A., & Kirk, S. J. (2003). Life cycle costing for facilities (Vol. 51). RSMears.
- García Ahumada, F. L., Gonzalez Gaya, C., & Sebastián Pérez, M. A. (2019). La necesaria alineación entre la Gestión de Proyectos y el Commissioning en la gestión de los activos físicos.
- ISO 12006-2:2015 Building construction — Organization of information about construction works — Part 2: Framework for classification
- ISO 15686-5:2017 Buildings and constructed assets -- Service life planning -- Part 5: Life-cycle costing
- ISO 20400:2017 Sustainable procurement — Guidance. -3.1
- ISO 20887:2020 Sustainability in buildings and civil engineering works — design for disassembly and adaptability — principles, requirements and guidance
- Level (s) European framework for sustainable buildings
<https://ec.europa.eu/environment/eussd/buildings.htm>
- Sullivan, G. P., Pugh, R., Melendez, A. P., & Hunt, W. D. (2010). Operations & maintenance best practices. A Guide to Achieving Operational Efficiency. Prepared by Pacific Northwest National Laboratory for the Federal Energy Management Program, US Department of Energy, 8.
- UNE-EN 16646:2015 Mantenimiento. Mantenimiento en la gestión de los activos físicos.
- UNE-ISO 26000:2012 Guía de responsabilidad social.
- Unión Europea. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones, -El Pacto Verde Europeo Bruselas, 11.12.2019 COM (2019) 640 final
- Unión Europea. 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 más competitiva
- Unión Europea. Circular Economy - Principles for Building Design [Internet]. Brussels, Belgium: GROW.DDG1.C.4; 2020. Available from: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/39984>
- U.S. General Services Administration (USGSA). (2005). "The building commission guide." USGSA, Washington, DC.

Comunicación alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

