

DIGITAL TWIN DEL EDIFICIO BASADO EN BIM ORIENTADO A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y MANTENIMIENTO PREDICTIVO DEL EDIFICIO

Jose Manuel Olaizola Martija, Responsable de la Plataforma Construcción Digital, Tecnalia Research and Innovation
Rosa San Mateos Carreton, BIM Manager, Tecnalia Research and Innovation

Resumen: El Digital Twin o Gemelo Digital del edificio es un modelo digital completo del edificio (creado bajo metodología BIM), que refleja de forma fidedigna y en tiempo real cualquier actividad que se produzca en el edificio. Conformar un sistema híbrido (físico & digital) que permite aplicar algoritmos avanzados de mantenimiento predictivo y gestión eficiente de la generación y consumo de la energía del edificio. El Gemelo Digital nace con el diseño del propio edificio, evoluciona en forma de sucesivos prototipos de Digital Twin durante la construcción y se consolida para la explotación del edificio. El Gemelo Digital de edificio permite la abordar el edificio de una forma holística (instalaciones térmicas, soluciones arquitectónicas, equipamiento, etc.), así como de sensorica IoT del edificio, integrando toda la información con un entorno de inteligencia artificial y Big Data, que permite una gestión más eficiente y optimizada en la fase de operación del edificio.

Palabras clave: Digital Twin, BIM, Mantenimiento Predictivo, Eficiencia Energética, Gemelo Digital

INTRODUCCIÓN

Según la agencia internacional de la energía, los edificios son los responsables del 30% del consumo energético global y del 28% de las emisiones de CO₂ [1]. Además, se señala que el consumo energético y el mantenimiento de los edificios son las principales partidas de gasto que tienen que tramitar los propietarios de un edificio.

Una gestión inteligente y automatizada de las instalaciones de un edificio, puede suponer un ahorro de hasta el 40% en el consumo energético del mismo. Si a esto añadimos un mantenimiento predictivo y una estrategia de servicio proactivo en el edificio, puede suponer hasta un 20% más de ahorro energético, en comparación con la filosofía tradicional de “esperar hasta que se rompa” [2].

A fin de lograr estos objetivos es necesario analizar el edificio de una forma holística, en la que se analice, desde los procesos que se dan en el edificio, hasta el rendimiento de las instalaciones del mismo. En este contexto nace el concepto de Digital Twin del Edificio orientado a la eficiencia energética y mantenimiento predictivo.

El Digital Twin de un edificio se trata de un modelo virtual de un edificio, alimentado por una cantidad masiva de datos, que genera el propio edificio y su entorno, a lo largo del ciclo de vida de este. Las especificaciones del edificio, el diseño, las características técnicas y el mantenimiento de este están recogidos en el Digital Twin. [3]

DIGITALIZACIÓN DEL EDIFICIO

La digitalización del edificio es el primer paso que ha de abordarse en la creación del Digital Twin del edificio. Esta digitalización ha de realizarse a fin de lograr una gestión operativa integrada, eficiente y avanzada del mismo. Hoy en día la Metodología BIM permite la generación de modelos geométricos y de información que representan de forma fidedigna la complejidad arquitectónica y de sistemas de un edificio.

Esta digitalización del edificio tiene que tener tres características fundamentales, debe ser integrada, eficiente y avanzada para poder desarrollar un Digital Twin que permita afrontar los retos complejos a los que se enfrentan los operadores y propietarios de los edificios en los ambiros de la eficiencia energética y el mantenimiento predictivo.

Integrada

Una gestión integrada de un edificio en cualquiera de sus fases del ciclo de vida, requiere que la información dinámica y multidisciplinar existente en un edificio, se encuentre estructurada, en un único modelo de información geométrica y de datos (modelo BIM), donde se integren los diferentes servicios del edificio:

- Sistemas de calefacción y climatización
- ACS y distribución de Suministro de agua.
- Sistema de Iluminación.
- Consumo energético de las diferentes fuentes de energía disponibles en respuesta a la demanda.
- Control y mantenimiento de ascensores.

- Control de acceso y seguridad
- Sistemas anti-incendio y evaluación
- Gestión de Parking
- Gestión de recarga de vehículo eléctrico
- Etc.

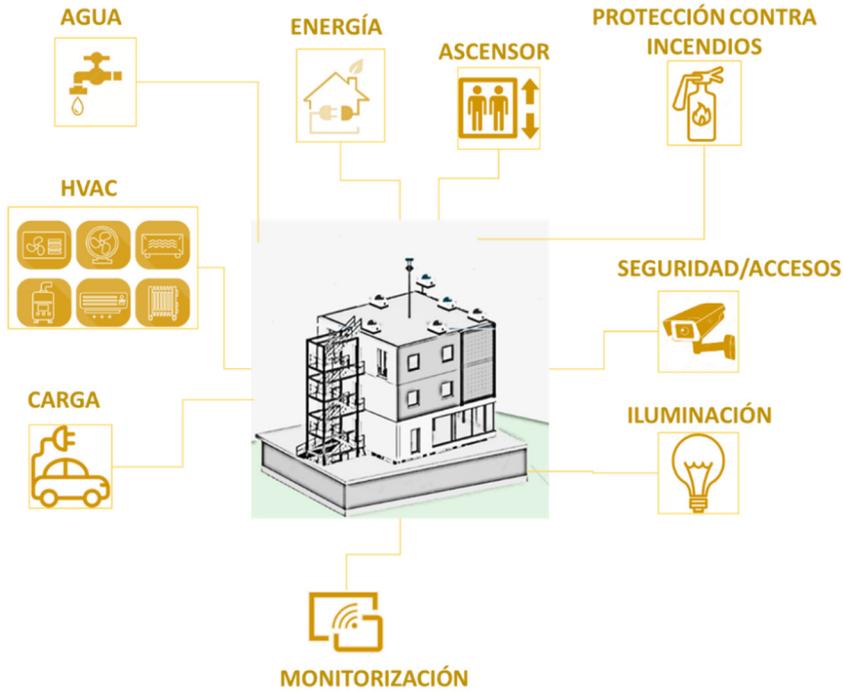


Figura 1. Esquema de gestión integral del Edificio.

Eficiente

Se debe evolucionar hacia un sistema en el que los diferentes servicios de un edificio, estén centralizados en un modelo digital del edificio, en el cual se pueda ver reflejado en tiempo real, la situación de todos los sistemas del edificio de forma simultánea y permita al gestor la actuación sobre los problemas detectados de forma holística, intuitiva y eficiente.

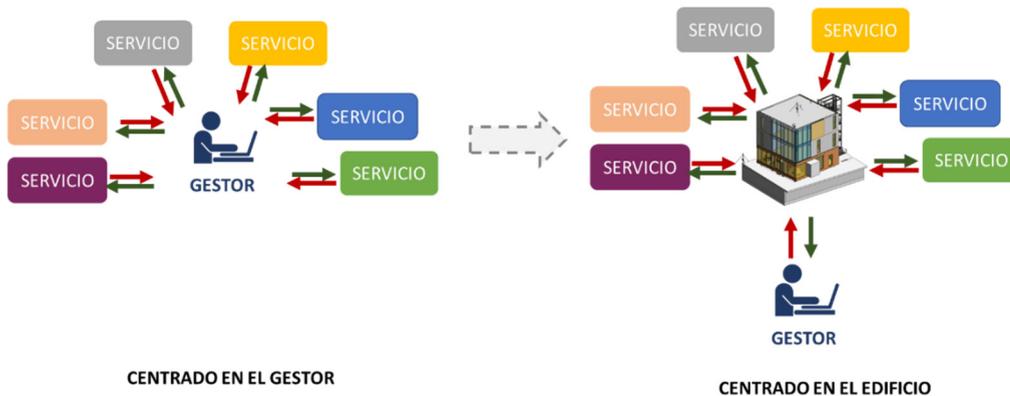


Figura 2. Modelo eficiente de Gestión.

Avanzada

La existencia de este modelo integral y eficiente permite al gestor del edificio contar con una herramienta digital para la monitorización y operación del edificio en tiempo real, a fin de realizar una gestión energética eficaz, una optimización de los procesos que se producen en el edificio y un mantenimiento predictivo de los sistemas existentes en el mismo.



Figura 3. Modelo Avanzado de Gestión de Edificios.

A fin de dotar al edificio de una solución cognitiva que permita lograr esta integración eficiente y avanzada de los sistemas del edificio, es necesario contar con una arquitectura flexible que permita tanto la integración de los equipos de sensorización y control del edificio (IoT, PLCs, etc.) como los sistemas de análisis avanzado de la información adquirida por ellos (Big Data, Inteligencia Artificial).

GESTIÓN ENERGÉTICA EN EL GEMELO DIGITAL

El Gemelo Digital del edificio permite en el ámbito de la eficiencia energética, mediante la monitorización de los estados de operación, subsistemas y componentes de este, la visualización en tiempo real de los consumos que se producen en un edificio, y las condiciones de confort de este. La visualización mediante el Digital Twin se consigue de una forma amigable y contextualizada en el contorno de acción del edificio.

Además, permite realizar las operaciones de actuación en los sistemas del edificio de forma intuitiva, actuando en el edificio virtual como si del real se tratará. Es posible ejecutar procesos de puesta a punto y commissioning de forma eficiente y contextualizada, comprobando en tiempo real la respuesta de los sistemas y la nueva situación del edificio generada por la operación gestionada.

Estas órdenes de actuación pueden ser enviadas al edificio tanto de forma manual en base a la decisión experta de un gestor o automatizadas, fundamentadas en modelos térmicos, analizados en base a simulaciones aplicadas sobre el propio Gemelo Digital.

La aplicación de motores de simulación, basados en la información integrada en el propio Gemelo Digital, permite el análisis de los escenarios de consumos energéticos, la evaluación de la seguridad y confort del edificio; y junto con los datos meteorológicos y el uso del edificio en tiempo real, es posible identificar las ordenes de actuación que optimizan los consumos del edificio.

Estos motores de simulación permiten realizar un ajuste continuo de los sistemas de climatización, ventilación y envolvente dinámica del edificio a fin de garantizar el confort térmico de sus residentes y la eficiencia energética del edificio.

MANTENIMIENTO PREDICTIVO EN EL GEMELO DIGITAL

Como se ha indicado con anterioridad, un mantenimiento predictivo adecuado de un edificio puede reportar un ahorro en costes del orden de un 20%.

El Gemelo Digital contribuye a conseguir un importante ahorro en los costos de mantenimiento, al permitir el desarrollo de sistemas de mantenimiento predictivo. Esta replica virtual del edificio real, facilita en primer lugar la identificación en tiempo real de los problemas que se dan en el edificio, en segundo lugar realizar un análisis avanzado de los mismos, ya que se dispone de toda la información necesaria en el propio Gemelo Digital ,en tercer lugar, planificar las acciones de ejecución más adecuadas, y finalmente validar el resultado de las operaciones llevadas a cabo

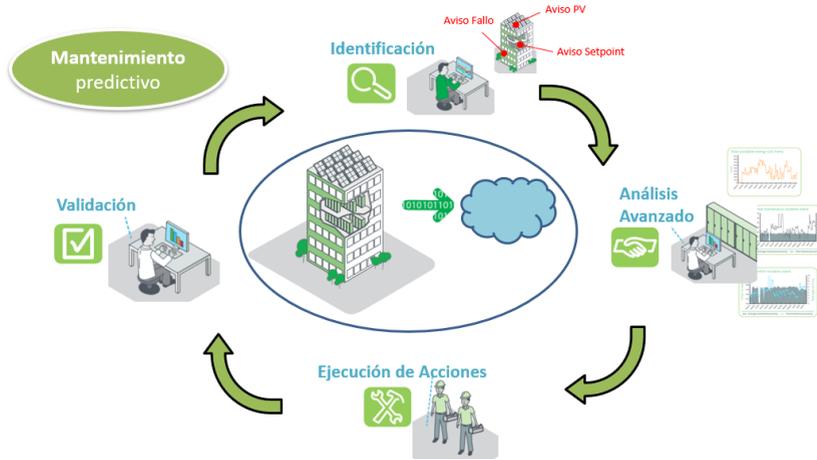


Figura 4. Schneider. Building Analytics. aFDD.

La información que se centraliza en el Gemelo Digital del edificio conectada y organizada a una arquitectura de Big data e Inteligencia Artificial, permite la aplicación de algoritmos de mantenimiento predictivo y eficiencia energética.

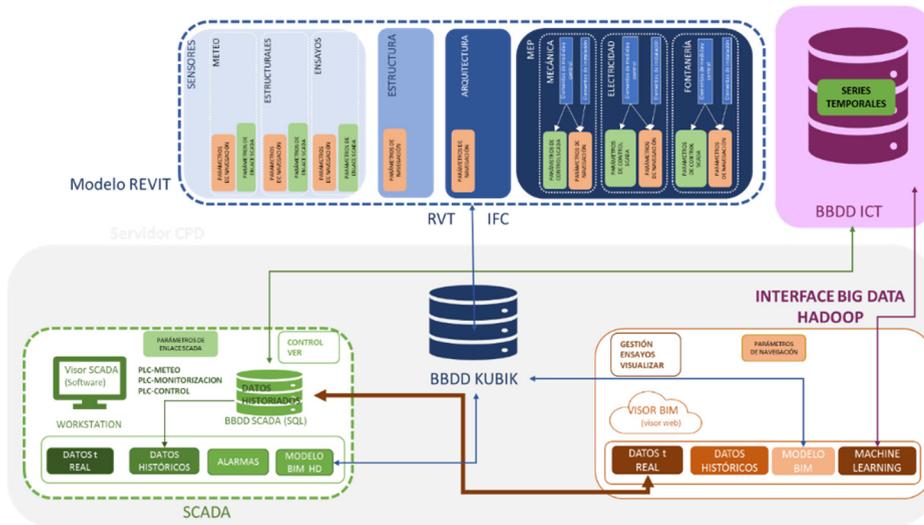


Figura 5. Arquitectura Tecnalia de Digital Twin de Edificio.

KUBIK 4.0. DIGITAL TWIN DE EDIFICIO

La solución descrita se ha validado en un Edificio real, para lo cual Tecnalia ha implantado la arquitectura del gemelo digital del edificio en un edificio real, Kubik.

KUBIK nació hace 10 años, como una infraestructura experimental creada para el desarrollo de nuevos conceptos, productos y servicios orientados a la mejora de la eficiencia energética, la seguridad, la calidad de vida de las personas y de sistemas de interactividad en los edificios.

Enmarcado dentro del driver de la transformación digital, que se está produciendo en el sector de la Construcción, y con el objetivo de mejorar las ratios de la Eficiencia Energética y avanzar el ámbito del mantenimiento predictivo del edificio, Kubik ha evolucionado transformándose hacia el concepto Kubik 4.0, que integra un Gemelo Digital, convirtiéndose en el primer edificio que cuenta con un completo modelo digital del edificio.

Es decir, KUBIK 4.0 cuenta con una réplica digital y exacta, tanto la parte física de la arquitectura y sistemas implementados en el edificio, como de las actividades que se producen en tiempo real en el mismo. Pero además en KUBIK existe una completa interacción, entre el modelo BIM del edificio y el sistema de control del mismo, lo que ha permitido la creación de un auténtico Gemelo Digital del mismo.

Esta nueva versión de KUBIK 4.0, permite continuar con las funciones para las que fue diseñado, pero además proporciona un campo de pruebas donde poder aplicar técnicas de ciberseguridad, simulación de comportamiento energético, gestión autónoma del edificio, mantenimiento predictivo, blockchain, IoT (internet of things), IA (inteligencia Artificial) y Big Data.

Estas nuevas utilidades son posibles gracias al concepto Digital Twin implementado en KUBIK, que incluye además una arquitectura de almacenamiento de la información generada basada en Big Data, que permite, el desarrollo de algoritmos, que potencian el desarrollo tanto en el ámbito del mantenimiento predictivo como de la mejora de la eficiencia energética.



Figura 6. KUBIK 4.0 Digital Twin de Edificio.

KUBIK 4.0, es una infraestructura compleja, hipersensorizada con dispositivos de distintas tecnologías y protocolos de comunicación, con diferentes sistemas de generación de energía, para el acondicionamiento térmico interior, en base a configuración de escenarios, con una envolvente y estructura totalmente modular. Cuenta con la siguiente infraestructura reflejada en el Digital Twin:

- 3.500 sensores y actuadores; que permiten un control total de cada uno de los elementos de la instalación.
- Simulación de escenarios de entornos tanto terciario como residencial
- Diferentes sistemas térmicos tanto tradicionales como singulares y experimentales, como, por ejemplo:
 - o Bomba de Calor acoplada a batería de almacenamiento térmica de PCM.
 - o Instalación solar térmica
 - o Equipos de absorción
- Nodo IoT de interconexión de datos, donde conviven las diferentes tecnologías del mercado en monitorización y control de instalaciones. (Modbus, Backnet, KNX, Dali, Z-wave, EnOcean, LORA, etc.)
- Sistema de monitorización y control de la instalación; que permite llevar en paralelo hasta 10 experimentos estructurales o digitales del edificio.
- Entorno de Virtualización de la Instalación. El modelo BIM-MEP desarrollado de las instalaciones está conectado en tiempo real con la infraestructura de sensorización y control del edificio, lo que permite disponer de un completo sistema de monitorización de la instalación.
- Entorno Hadoop de serialización de datos de comportamiento de la instalación.
- Entorno Spark de simulación y ejecución de algoritmos de toma de decisión y control de la instalación.

CONCLUSIONES

El Digital Twin creado de la infraestructura experimental de Kubik, permite dar un salto tanto cualitativo como cuantitativo en la gestión y explotación de edificios, permitiendo alcanzar mayores cotas de eficiencia tanto en la parte de la eficiencia energética como en el mantenimiento predictivo del edificio. Con la implementación de un Digital Twin, el operador se beneficia de una alta fiabilidad y calidad de la información, para una gestión operativa continua y de mayor confiabilidad.

REFERENCIAS

- [1] <https://www.iea.org/>
- [2] <https://www.se.com/es/es/work/services/field-services/building-management-system/operate/>
- [3] <https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/creating-buildings-digital-twin/>