

09-004

RESULTS OF EDUCATIONAL INNOVATION THROUGH CYPE'S BIM-SERVER-CENTER-EDUCATION APPLIED TO THE FACILITIES SUBJECT OF THE MASTER OF INDUSTRIAL ENGINEERING UJAEN.

Hermoso-Orzáez, Manuel Jesús ⁽¹⁾; Montiel-Santiago, Francisco Javier ⁽²⁾; Terrados - Cepeda, Julio ⁽³⁾

⁽¹⁾ University of Jaén. Departamento Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos, ⁽²⁾ Servicio de Mantenimiento del Hospital de Jaén, Servicio Andaluz de Salud, España, ⁽³⁾ Universidad de Jaén

Network project management, using BIM (Building Information Modeling) methodology is a reality today. As well as the need for training and specialization of engineers and architects in this matter has become a key issue for their future professional development, widely demanded in the labor market. With this intention in mind, in the current academic year 20/21, the subjects of Project Management and Industrial Installations Management, of the 2nd Year of the Master's degree in Industrial Engineering at the Higher Polytechnic School of Jaén, have been implemented on an experimental basis / University of Jaén, as an example of the practical application of teaching innovation, the use of the open BIM tool, through CYPE's BIM SERVER CENTER EDUCATION platform. The objective of this work is to present the results of this methodological experience, which has allowed the Master of Industrial Engineering student to become familiar with the figure of the BIM PROJECT MANAGER, and to become a future project manager "online", in collaborative environments using Open tools. BIM. With this experience, the student has been able to learn to work through the cloud, projecting, modeling, directing and managing complete projects of industrial facilities.

Keywords: Building Information Modeling; BIM: industrial facilities; software for Installations; university teaching innovation.

RESULTADOS DE INNOVACION DOCENTE MEDIANTE BIM-SERVER-CENTER-EDUCATION DE CYPE APLICADA A LA ASIGNATURA DE INSTALACIONES DEL MASTER DE INGENIERIA INDUSTRIAL UJAEN

La gestión de proyectos en red, utilizando metodología BIM (Building Information Modeling) es una realidad hoy día. Así como la necesidad de formación y especialización de los ingenieros y arquitectos en esta materia se ha convertido en una cuestión clave para su futuro desarrollo profesional, ampliamente demandada en el mercado laboral. Con esta intención en el presente curso 20/21 se ha puesto en marcha, de forma experimental, en las asignaturas de Dirección y Gestión de Proyectos y de Instalaciones Industriales, del 2º Curso del Máster de Ingeniería Industrial de la Escuela Politécnica Superior de Jaén / Universidad de Jaén, como ejemplo de la aplicación práctica de innovación docente, el uso de la herramienta open BIM, a través de la plataforma BIM SERVER CENTER EDUCATION de CYPE. Este trabajo tiene como objetivo presentar los resultados de esta experiencia metodológica, que ha permitido al alumno de Master de Ingeniería Industrial, familiarizarse con la figura del BIM PROJECT MANAGER, y formarse como futuro director de proyectos "online", en entornos colaborativos utilizando herramientas Open BIM. Con esta experiencia, se ha conseguido que el alumno aprenda a trabajar a través de la nube, proyectando, modelando, dirigiendo y gestionando proyectos completos de instalaciones industriales.

Building Information Modelling; BIM: instalaciones industriales; software para instalaciones; Innovacion docente.

Correspondencia: Manuel Jesus Hermoso-Orzáez mhorzaez@ujaen.es



©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.

Hasta hace relativamente poco, segunda mitad del siglo XX, la mayoría de los proyectos de índole arquitectónico o industrial se diseñaban mediante la representación gráfica en dos dimensiones 2D o 3D utilizando herramientas manuales muy rudimentarias como el lápiz, la rotulación con tinta y el papel. Como revolución a este proceso y como consecuencia del desarrollo de la informática y los computadores, será a partir de los años 90 del pasado siglo, cuando comienzan a aparecer softwares específicos aplicados para el diseño, CAD (Computer – Aided Design o Diseño asistido por ordenador) como por ejemplo el software Autocad (AUTODESK®, 2020), ampliamente utilizado en ingeniería y arquitectura y que contribuyó claramente, a mejorar notablemente la calidad y efectividad de los trabajos. No obstante los planos referenciados al mismo proyecto, no estaban directamente conectados ni entre ellos, ni al proyecto, y si se producía algún tipo de cambio en una de las partes del mismo, era necesario modificar todos los planos a los que pudiera afectar, ocasionando trastornos y retrasos en la fase de diseño. (Rojas-Sola, Pérez-Serrano, López-Martín, Aguilera-García, & Hermoso-Orzáez, 2017) Además cada uno de los agentes involucrados en el proyecto, trabajaban de forma individual y solo en las partes en las que eran responsables; lo que suponía una falta de coordinación en el proyecto. Aspecto que perfectamente podría ser solucionable bajo un intercambio de información constante en un entorno colaborativo. Para resolver esa falta de comunicación, nace la metodología BIM (Building Information Modeling), (Tang, Sheldon, Eastman, Pishdad-bozorgi, & Gao, 2019) que se basa en la creación, diseño, cálculo, y supervisión de control de ejecución de construcción y mantenimiento de un modelo central o base de datos e información compartida de forma colaborativa. En la que todos los agentes que intervienen en el proyecto, pueden acceder fácilmente a toda su información, incluso crear nueva o modificar la actual, optimizando así los intercambios de información entre ellos y evitando las posibles errores, pérdidas o duplicados, facilitando su supervisión (Zhenzhong, Jianping, & Ziyin, 2008) y permitiendo una supervisión y control efectivo del proyecto en la figura del BIM Manager. Figura clave, hoy día potenciada como Project Management, desde distintos institutos y asociaciones centrados en la gestión de proyectos. (Project Management Institute, 2017)

Actualmente la comunicación de información durante la fase de Diseño y Modelado 3D del Proyecto (BIM) es una herramienta fundamental que debe ser conocida, desarrollada y aplicada por los alumnos en el marco de su formación como futuros Ingenieros Industriales (Prieto, 2017). El desarrollo de softwares específicos desde la nube “Open BIM”, permiten al alumno trabajar inter-operando en grupo en la nube, diseñando y calculando todo tipo de instalaciones (Oliver Faubel, 2015). Especialmente interesante resulta esta herramienta aplicada al docente permitiéndole revisar, corregir y evaluar a los alumnos on-line a través de la plataforma (Hermoso-Orzáez, M J; Terrados-Cepeda, J; Valderrama-Zafra & ; Orejón-Sánchez, 2019). Igualmente resulta muy interesante la utilidad práctica de esta herramienta en los tiempos actuales de post-confinamiento COVID (Pavón, Arcos Alvarez, & Alberti, 2020). El modelado de información de construcción (BIM) proporciona un modelo visual y una base de datos útiles que se pueden utilizar como repositorio de todos los datos capturados o realizados durante el ciclo de vida del proyecto (Valinejadshoubi, Moselhi, & Bagchi, 2021).

Son tantas las ventajas, que presenta esta nueva metodología, que es una de las que más auge está adquiriendo año tras año, de hecho, se puede ver cómo las búsquedas del término “BIM” en internet y las publicaciones relacionadas con este tema, han ido aumentando progresivamente cada año (González, 2015). La metodología BIM está revolucionando la industria de la construcción a nivel global. En Estados Unidos, uno de los primeros países en desarrollar documentación relevante de BIM, se estableció en 2013 un programa a nivel nacional, en el que se pretendía integrar esta tecnología en la industria de la construcción

(Martin, Gonzalez de Chaves & Roldan, 2014). En Reino Unido, a partir de 2016, se exige que todos los proyectos públicos tienen que realizarse mediante BIM (Panteli et al., 2020) y bajo los estándares de su normativa PAS1192-2:2013, de modo que aquellas partes interesadas o stakeholders que no lo hagan, no obtendrán ningún proyecto (“Contexto internacional y regional BIM - Estudio ESE,” 2020). En la Unión Europea, se creó en 2014 una directiva (Unión Europea, 2014) que instaba a sus miembros a actualizar las normas relativas a las licitaciones y contrataciones públicas, para que se pudieran emplear nuevas tecnologías (BIM) mejorando y agilizando así los procesos (EIGP, 2019). A raíz de ello, el Gobierno de España estableció la Comisión BIM, encabezada por el Ministerio de Fomento, cuya misión es incrementar el nivel de madurez de esta tecnología, así como posicionar a España como referente mundial y promover el uso de BIM tanto en el ámbito profesional como en el docente (Ministerio de la Presidencia, 2019).

Sobre el ámbito docente se han realizado diversas tesis doctorales, en las que se estudia cómo la introducción de asignaturas que utilicen BIM en los grados y postgrados de ingeniería industrial o arquitectura, impacta claramente de forma positiva en los alumnos y en su posterior inclusión en el mundo laboral y profesional (Prieto, 2017). Y especialmente a partir de la obligatoriedad del uso de BIM, los profesionales del sector de la construcción comenzaron a interesarse por este tema. Incluso, el 80% de los alumnos encuestados en dicho estudio, creen que la inclusión de BIM en la asignatura Proyectos hace que se acerquen con mucha más seguridad en el futuro próximo a la realidad profesional. Por tanto, es clave que esta metodología no solo se ofrezca como complemento o asignatura optativa en los cursos de grado (Oliver, 2015) sino que debería formar parte del itinerario curricular del alumno de Ingeniería Industrial, debido a su clara orientación profesional. Ante un mundo laboral tan tecnológico, es necesario que los egresados y alumnos del Master tengan unos conocimientos mínimos sobre esta tecnología para poder desarrollar su labor profesional de forma óptima y eficiente (Blanco Caballero, 2016). Labores profesionales que están cambiando con la introducción de esta metodología. De hecho, la figura que desempeña el Project Manager está siendo sustituida poco a poco por la del BIM Manager, ya que según (Álvarez & Bouzas, 2015, p. 38): “BIM solo es valioso, si para su desarrollo, se aplican procedimientos de Project Management”. Y es que un BIM Manager, además de coordinar el modelaje y los recursos del proyecto, colaborando con todos los “stakeholders” o agentes involucrados, se encarga de la correcta implantación y uso de la metodología BIM. Por tanto, se puede decir que su objetivo es llevar a cabo la dirección y gestión de proyectos, basándose en las directrices marcadas por el PMI, como ya hace el Project Manager, pero además aplicando BIM (Rahman, Alsafouri, Tang, & Ayer, 2016).

Para poder gestionar un proyecto, de manera eficiente, a través del uso de esta metodología, es necesaria la correcta coordinación de toda la información concerniente, que proviene de los diferentes agentes que intervienen en él. Sin embargo, existe el inconveniente de que, dependiendo del software de diseño, el modelo se define con una serie de características que pueden ser contrarias al diseñado en otro programa distinto y, por tanto, pueden aparecer problemas de interoperabilidad. Para resolverlo, en 1994 la asociación BuildingSMART (inicialmente conocida como Industry Alliance for Interoperability) comenzó a desarrollar IFC (Industry Foundation Classes), que es un estándar o formato de código abierto (Open BIM) que permite la descripción, compartición e intercambio de información de un proyecto durante todo su ciclo de vida, independientemente del software utilizado. Garantizando así la interoperabilidad (buildingSMART, 2020). Este estándar, aunque es cada vez más utilizado, a día de hoy, realmente sigue presentando serios problemas de interoperabilidad, entre las diferentes plataformas y aplicaciones, como son la falta de información o la inconsistencia de esta. De hecho, se están implementando sistemas que, a través del análisis del intercambio de información, mediante el archivo IFC, entre el propietario de un modelo estructural, el del modelo arquitectónico y el del modelo de Instalaciones, son capaces de establecer unos

métodos o pasos a seguir, que ayuden a subsanar o mitigar los problemas de interoperabilidad producidos entre ambos (Ren & Zhang, 2021) . Como por ejemplo los que ayudan a mejorar los procesos convencionales de gestión energética (Montiel-Santiago, Hermoso-Orzáez, & Terrados-Cepeda, 2020) o de calidad en la construcción, definiendo una nueva base de datos basada en IFC, donde sí se tiene en cuenta toda la información referente a la calidad de un proyecto que, tradicionalmente, no estaba integrada en un único modelo. Ya que los diferentes archivos de datos estaban vinculados a registros de calidad o especificaciones de diseño (Xu, Huang, Li, Li, & Li, 2018). Al igual que la gestión energética y el control de la calidad, son preocupaciones cada vez más importantes en los proyectos de construcción que utilizan la metodología BIM, también es necesario que una construcción sea conocedor del impacto medioambiental, a lo largo de todo su ciclo de vida del proyecto de forma, eficiente y sostenible (Boton, Kubicki & Halin, 2015). Estos aspectos son menos conocidos, y se consiguen, entre otros factores, mediante el correcto dimensionado de las instalaciones del edificio. Respecto a las instalaciones, los estudios realizados concluyen que no es posible su traspaso mediante archivo IFC a las herramientas de certificación energética reconocidas en España, perdiéndose así el flujo de trabajo BIM. Es por esto que observamos que a pesar de las dificultades transaccionales y de conversión de modelos e información, entre los distintos proveedores de software. Es fundamental empezar a introducir al alumno de ingeniería industrial en el manejo de herramientas específicas de proyectos con metodología BIM aplicada al diseño arquitectónico, constructivo, estructural y de instalaciones como asignatura clave en la formación integral del alumno de Master de Ingeniería Industrial

Este trabajo pretende mostrar como experiencia piloto de innovación docente, la metodología BIM seguida en la Asignatura de Instalaciones Industriales, y analizar los resultados de aprendizaje de la experiencia de innovación docente aplicada, mediante la utilización de herramientas educativas y profesionales “Open BIM” para el modelado, diseño, cálculo, supervisión y control de los proyectos de instalaciones industriales, en la asignatura de Instalaciones Industriales de 2ª Curso del Master de Ingeniería Industrial de la Escuela Politécnica Superior de Ingenieros de la Universidad de Jaén.

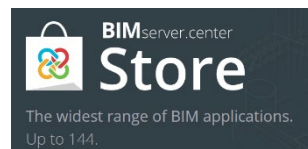
Destacamos los excelentes resultados y el alto grado de satisfacción percibida por los alumnos, en el marco de su formación en el ámbito de las instalaciones industriales, mediante la aplicación de esta herramienta Docente y Profesional BIM-SERVER-CENTER-EDUCATION desarrollada por CYPE para ingenieros.

2. Metodología.

La metodología llevada a cabo pretende familiarizar al alumno con herramientas open BIM, que le permitan proyectar, gestionar y dirigir proyectos. Capacitando al alumno, para diseñar en 2D y 3D, calcular conforme a los reglamentos y normas de aplicación, presupuestar y planificar proyectos desde la nube. El alumno deberá ser capaz de trabajar, en grupo, en entornos colaborativos a distancia, especialmente en tiempos de confinamiento y teletrabajo COVID-19, supervisados por la figura del BIM Manager que en este caso recae en la figura del supervisor del proyecto “on line”.

Para ello el alumno será capaz de utilizando herramientas de diseño en 3D, modelar estructural y arquitectónicamente edificios civiles o industriales, utilizando para ello las herramientas REVIT, CYPE BUILT y CYPE Arquitectura y los paquetes concretos del Store de CYPE para las distintas instalaciones a modelar CYPE MEP Instalaciones, dentro del paquete de software CYPE STORE, CYPE EDUCATION del BIM Server Center Education (CYPE, 2021). Figura 1.

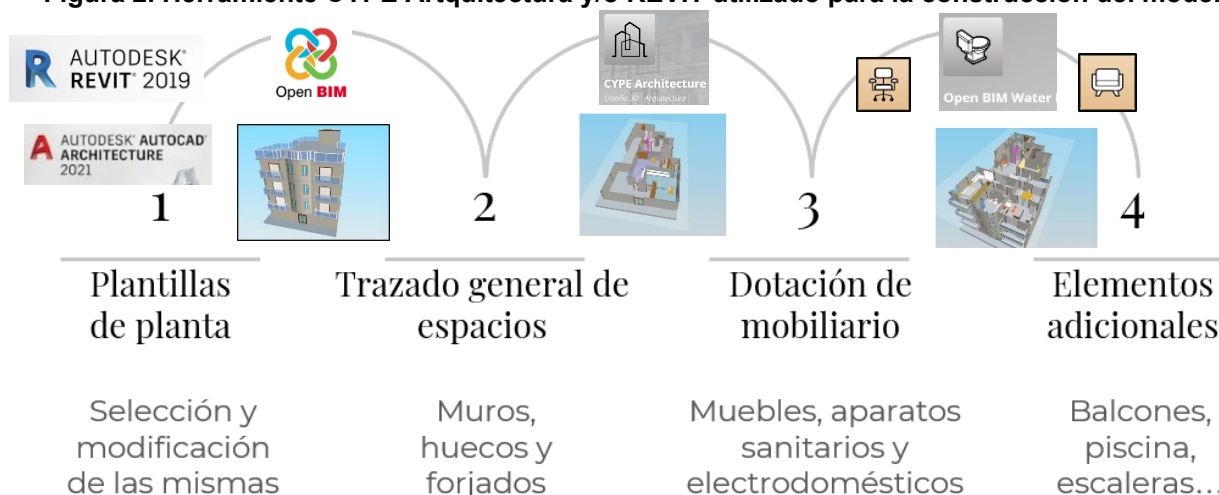
Figura 1. Herramientas CYPE/REVIT/IFC



El alumno, a través de estas plataformas podrá descargarse utilizando sus claves de acceso la plataforma de Jaén y el coordinador de la asignatura de instalaciones. Los programas o softwares específicos a utilizarlos serán los de la plataforma BIM Server de CYPE ubicada en la nube. El profesor a través de la plataforma BIM Server Education, podrá plantear trabajos en forma de ejercicios, Prácticas y Proyectos a realizar por los alumnos en grupo. Interactuando de forma colaborativa a través de la nube. Permitiendo al profesor de la asignatura supervisar su actividad, controlando y corrigiendo los trabajos de forma interactiva, utilizando plantillas de corrección. Lo que permite a los alumnos corregir los trabajos bajo las indicaciones del profesor, que de forma consciente realizaría las funciones de BIM Manager, introduciendo a los alumnos en la práctica colaborativa de seguimiento y control de los trabajos planteados. Trabajos, prácticas y proyectos que serán evaluados y supervisados por el profesor desde esta misma plataforma.

En esta plataforma los alumnos emplean diferentes softwares de modelados constructivos y de instalaciones, que integran esta metodología aplicada a la asignatura de instalaciones Industriales del Master de Ingeniería Industrial. El alumno será capaz de modelar el Edificio civil o industrial utilizando algunas de las herramientas del Store de CYPE para el modelo arquitectónico, CYPE Built o CYPE Arquitectura. Figura 1.

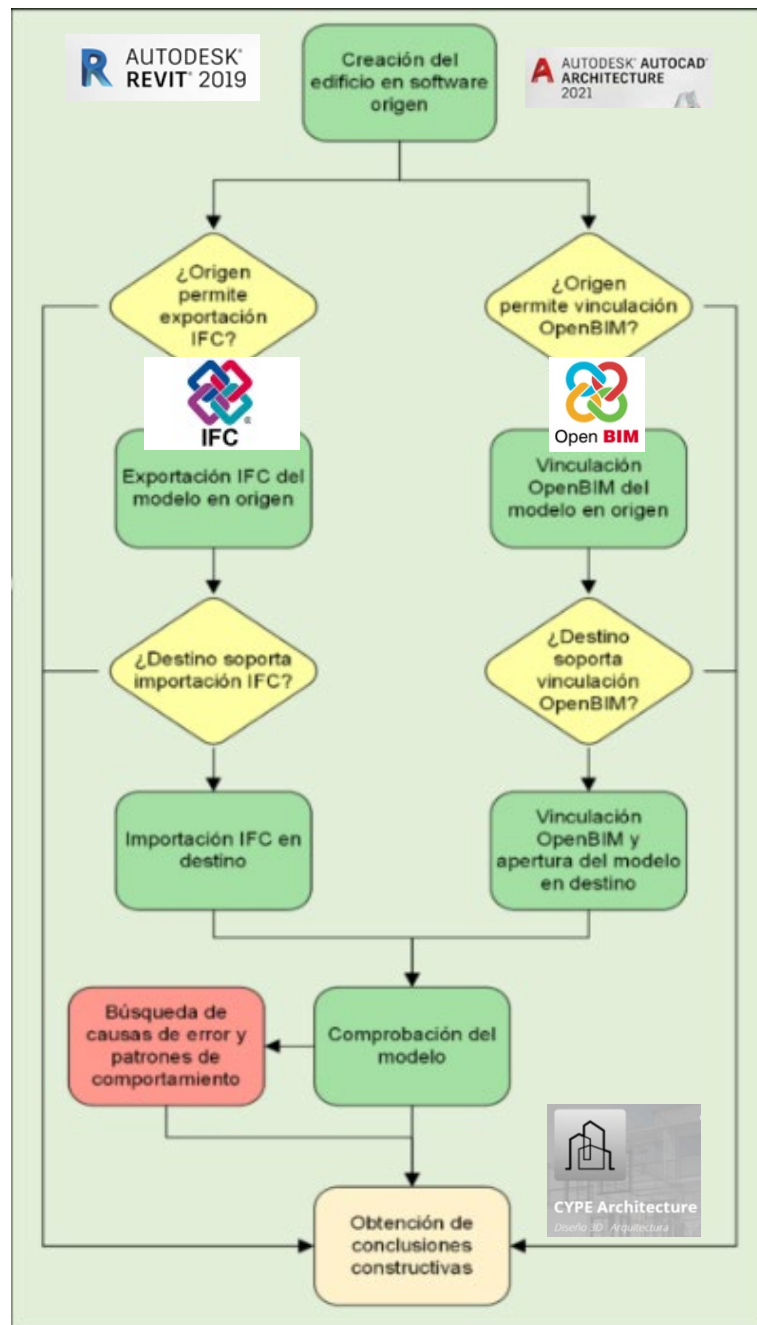
Figura 2. Herramienta CYPE Arquitectura y/o REVIT utilizado para la construcción del modelo.



Permitiendo al alumno, un alto grado de inter-operatividad, con otros software de otros proveedores entre ellos, AUTOCAD o REVIT de Autodesk (AUTODESK®, 2020), para el caso de modelado con softwares de otros proveedores permitiendo la importación y exportación de ficheros IFC con CYPE Open BIM, siguiendo el flujo que se detalla en el diagrama de la figura 3.

A tal efecto, los programas utilizados son para el modelado constructivo REVIT 2020 de Autodesk, y los módulos pertenecientes a CYPE 2020 (CYPE IFC Builder y CYPE Arquitectura), así como CYPECAD MEP en sus distintos softwares del Store de CYPE, de libre descarga, especializados, en el cálculo de instalaciones de Fontanería ACS Solar, Saneamiento, Contraincendios, Electricidad, Ventilación, Climatización y Seguridad Sanitaria anti COVID-19. Ver tabla 1 donde se muestran todos los softwares descargados desde el Store de BIM Server Center y utilizados para el modelado constructivo y de Instalaciones,

Figura 3. Diagrama de flujo Importación /Exportación modelo Arquitectónico Open BIM (REVIT/CYPE).



Presentaremos a modo de ejemplo metodológico aplicado un caso de estudio “Diseño y cálculo de las instalaciones de un Edificio de Viviendas y locales comerciales ubicado en Jaén, realizado por dos alumnos del Master

Por último, analizaremos y discutiremos los resultados obtenidos de la aplicación de este novedoso sistema de Innovación Docente BIM, a la asignatura de Instalaciones Industriales, del Master de Ingeniería industrial

Tabla 1: Softwares utilizados desde el Store de CYPE aplicados al modelado 3D, cálculo y diseño constructivo y de las distintas tipologías de instalaciones por capítulos.

Softwares Store de CYPE/REVIT	Modelado Arquitectónico y de Instalaciones por capítulos								
	01 Arquitectura y Construcción	02 Fontane ría	03 ACS Solar	04 Saneamie nto	05 Contrain cendios	06 Electricidad Iluminación	07 Ventila ción	08 Climati zación	09 Seguridad sanitaria
REVIT Autodesk									
CYPE Architecture									
Open BIM Residential Furniture									
Open BIM Office Furniture									
Open BIM Water Equipment									
CYPEPLUMBING Water Systems									
CYPEPLUMBING Solar Systems									
CYPEPLUMBING Sanitary Systems									
CYPEFIRE CTE									
CYPEFIRE Hydraulic Systems									
CYPELUX CTE									
CYPELEC Electrical Mechanisms									
CYPELEC Distribution									
CYPELEC REBT									
CYPELEC Switchboard									
Open BIM Analytical Model									
Open BIM Construction Systems									
CYPETHERM LOADS									
CYPEHVAC Ductwork									
Open BIM Daikin									
Open BIM COVID-19									

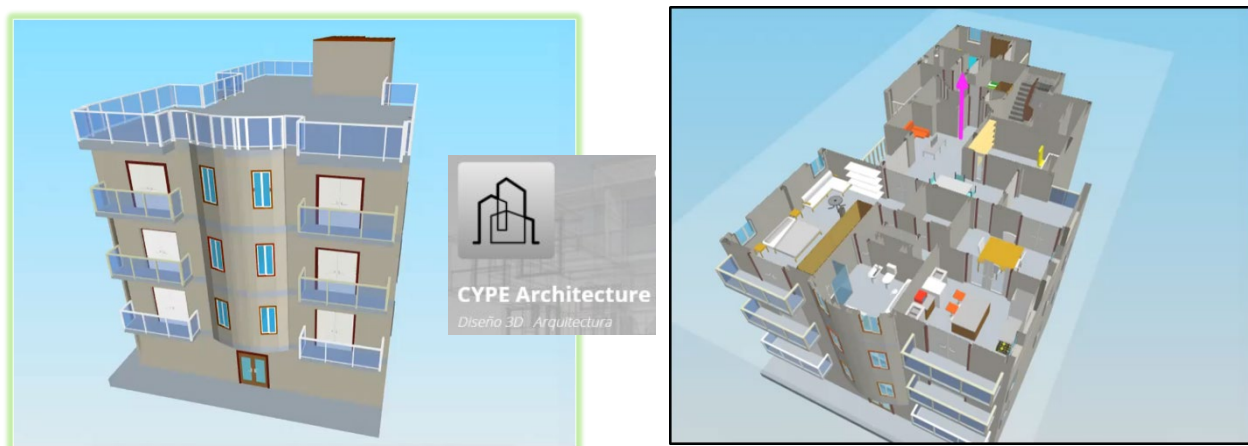
3. Caso de estudio aplicado. Instalaciones en un Edificio de Viviendas y locales comerciales (Jaén).

La construcción objeto de estudio se corresponde con el “Diseño y modelado arquitectónico de un Edificio de 7 viviendas con 3 plantas (2 apartamentos en plantas 1ª y 2ª de 80 m2 y un estudio de 65 m2), y una vivienda en planta 3ª de 180 m2 , con planta baja para dos locales bajo comerciales, portales, cuartos técnicos y cubierta transitable para instalaciones. Se modela el diseño arquitectónico y constructivo así como su correspondiente dotación de instalaciones completas, situado en Jaén (Jaén), que fue diseñado como Trabajo final de la asignatura de Instalaciones Industriales del Master de Ingeniería Industrial de la Universidad de Jaén.

Al tratarse de un edificio aislado, la cimentación y estructura es de hormigón armado, y los muros se construyen como fachada de 26,5 cm de espesor, compuestos de una estructura de ladrillo de 12,5 cm de espesor, cámara de aire sin ventilar de 6 cm con panel de poliestireno expandido y lámina de aluminio de 3 cm para garantizar el aislamiento térmico, recubiertos a

ambos lados de enlucido blanco. El suelo está formado por un forjado sanitario de bovedillas de hormigón de 18 cm de espesor con un acabado de parqué de 2 cm. La cubierta escogida, en lugar de forjado entre pisos, es plana transitable de 40 cm de espesor compuesta por una losa de hormigón, una capa de arcilla expandida con su correspondiente regularización en mortero de cemento, capas que garantizan la impermeabilización, así como un acabado realizado en azulejo cerámico. Las habitaciones de las viviendas, constan de un falso techo continuo suspendido, constituido por una cámara de aire sin ventilar y placas de yeso laminado de 3,5 cm de espesor situado a una distancia de 2,9 metros desde el suelo. El Edificio modelado con CYPE Arquitectura y su configuración de plantas se muestra en la figura 4.

Figura 4. Modelado Arquitectónico Open BIM (CYPE Arquitectura).



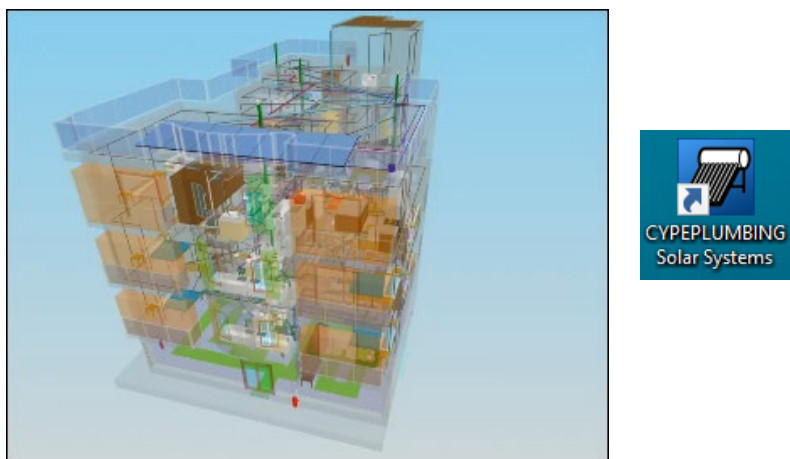
4. Resultados obtenidos para las instalaciones del caso de estudio aplicado.

A continuación mostraremos los resultados obtenidos para el Modelado de algunas de las instalaciones diseñadas conforme a la Tabla1, con los resultados obtenidos gráficamente a modo de resumen

4.1. Instalación de suministro de agua y ACS con energía solar térmica.

Los resultados del modelado y cálculo (CTE DB-HE 4 y HS 4) para la instalación completa de las 7 viviendas con dos baños y cocina , que consta de lavabos, duchas, bañeras, inodoros, lavavajilla, etc.. Programas utilizados CYPEPLUMBING Water Systems y CYPEPLUMBING Solar Systems . 7 Captadores solares y contribución solar del 73,75 %. Tabla 1 y Figura 5.

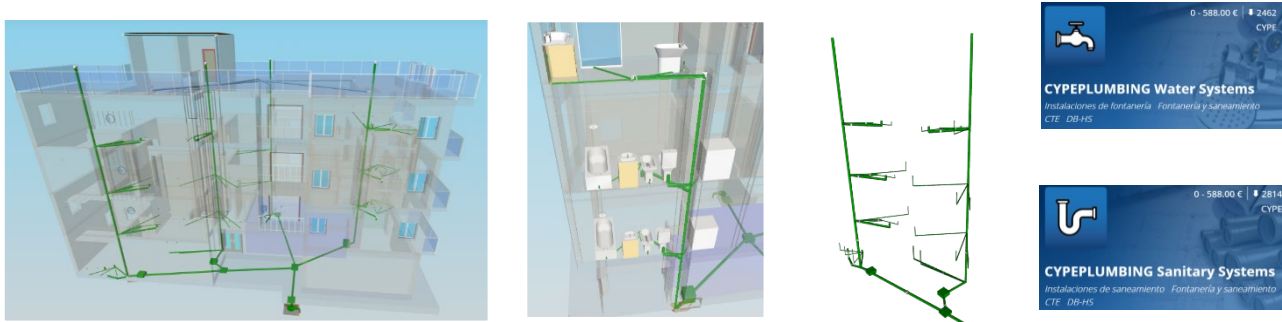
Figura 5. Modelado y resultados CYPEPLUMBING Solar Systems



4.2. Instalación de Instalación de evacuación de aguas (Pluviales y fecales).

Los resultados aplicados para la evacuación de aparatos y zona pluviométrica conforme CTE HS-5. Se instalará un sistema separativo de aguas. Programas utilizados CYPEPLUMBING Sanitary Systems Tabla 1 y Figura 6.

Figura 6. Modelado CYPEPLUMBING Sanitary Systems



4.3. Instalación contraincendio.

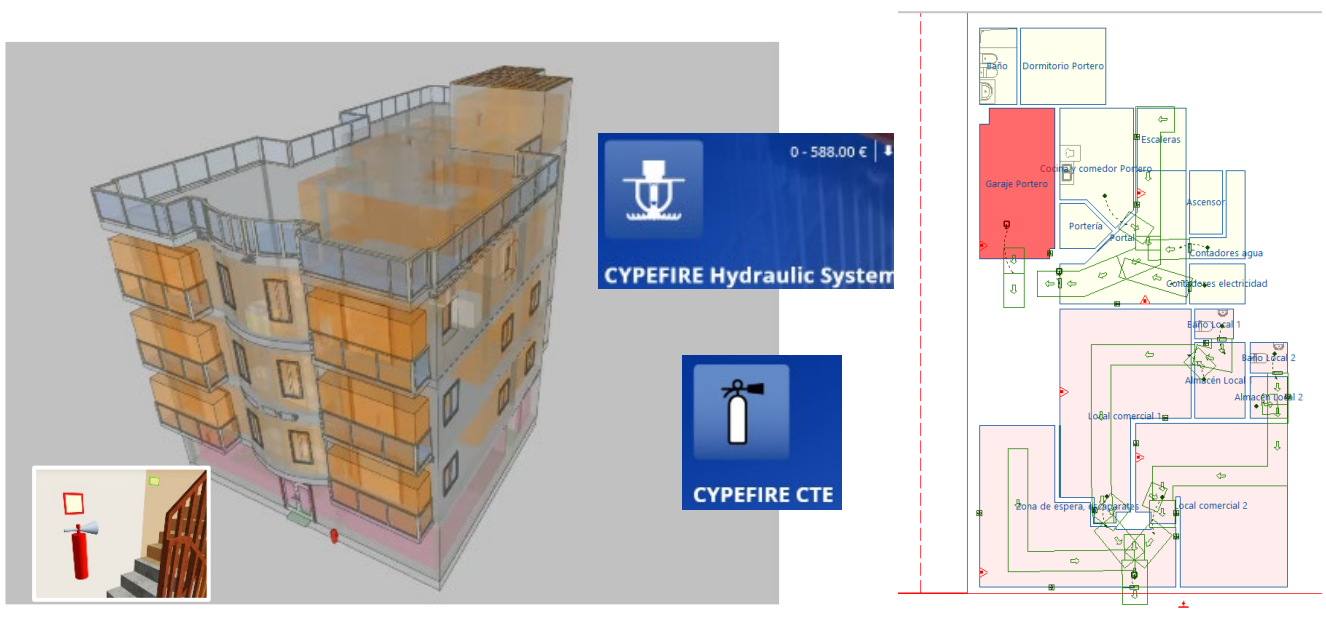
Se considerarán sectores de incendios por vivienda en función de la superficie zonas comunes, escaleras y locales de riesgo. Tabla 2

Tabla 2: Locales de Riesgo

Tipo local	Características	Nivel de riesgo
Local técnico agua.	$V = 18 \text{ m}^3$	En todo caso: Riesgo bajo.
Local técnico electricidad.	$V=18 \text{ m}^3$	En todo caso: Riesgo bajo.
Mantenimiento climatización.	$V=12 \text{ m}^3$	En todo caso: Riesgo bajo.
Sala interacumulador.	$P = 50 \text{ kW} < 70 \text{ kW}$.	Sin riesgo.

Programas utilizados CYPEFIRE CTE y CYPEFIRE Hydraulic Systems Tabla 1 y Figura 7.

Figura 7. Modelado CYPEFIRE CTE y CYPEFIRE Hydraulic Systems.



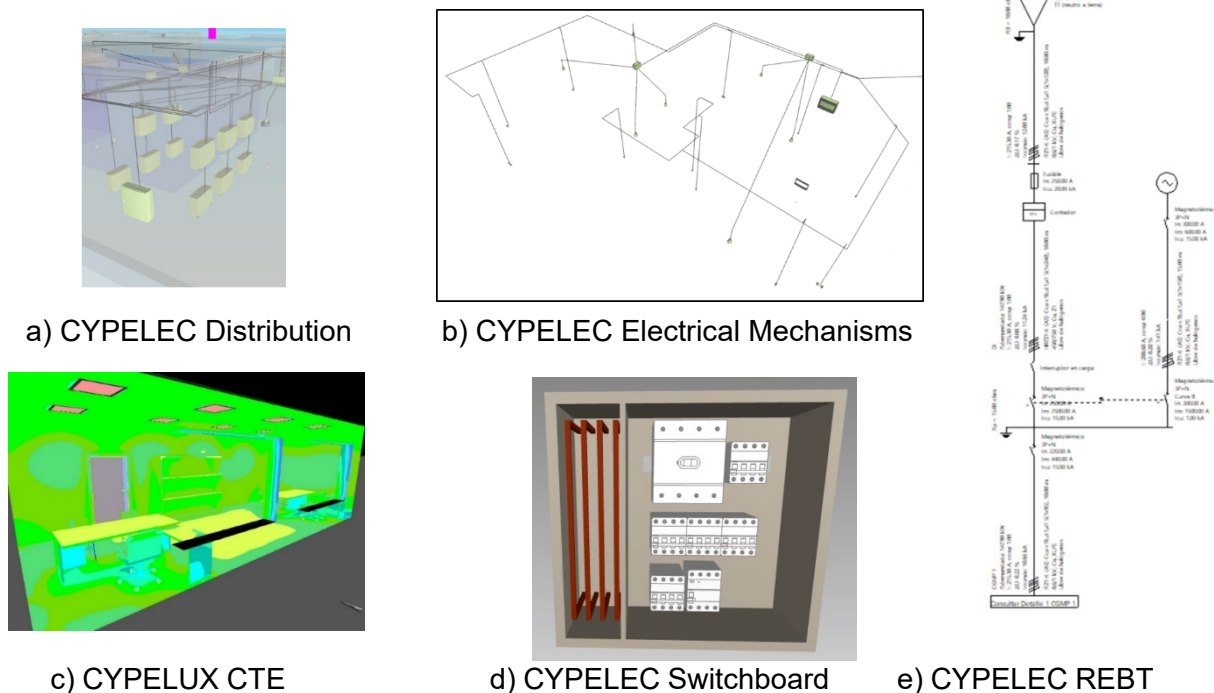
4.4. Instalación eléctrica de baja tensión. Distribución, cálculos y aparamenta

Para el cálculo de instalaciones utilizaremos realizaremos un análisis de los puntos de luz CTE-DB-SUA 4 y UNE-EN 12464-1 con el programa de cálculo luminotécnico CYPELUX-CTE para las luminarias de vivienda, zonas comunes y emergencia. La disposición de tomas de corriente y luminarias (Según cálculo luminotécnico y REBT-ITC-25-4 y ITC-28 (locales de pública concurrencia) y mecanismos, incluyendo interruptores y tomas de corriente. Los volúmenes de riesgo en zonas húmedas REBT-ITC-27 y envolventes eléctricas CGMP principal más un sub-cuadro para cada uso general en cuartos técnicos, utilizaremos para su modelado y calculo CYPELEC Electrical Mechanisms. La distribución de circuitos y tubos de protección por viviendas y plantas con CYPELEC Distribution. Y finalmente la justificación de secciones y, modelado 3D, esquemas unifilares y cálculos con el programa CYPELEC REBT y la definición de protecciones (magneto-térmicos y diferenciales) con el programa CYPELEC Switchboard. Ver tabla 1 y Figuras 8 y 9.

Figura 8. Esquema de Modelado y conexión entre softwares eléctricos.



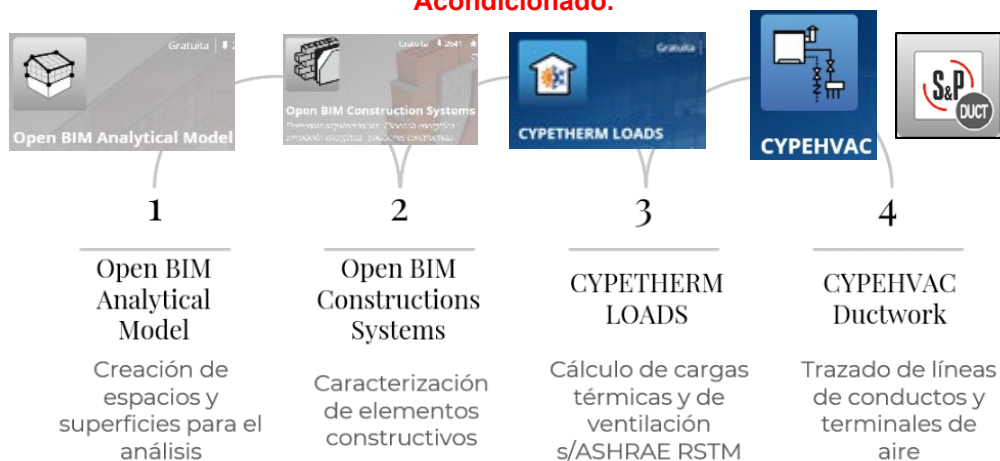
Figura 9. Softwares de Modelado eléctricos.



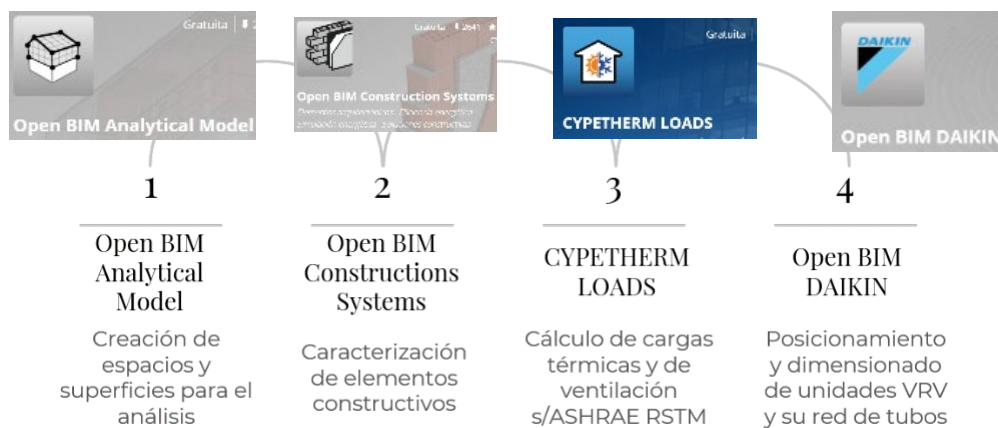
4.5. Instalación de ventilación y acondicionamiento de aire.

Para los cálculos de esta instalación utilizaremos el Método ASHRAE RSTM para cargas de climatización y ventilación, exigencia suficiente RITE. Las necesidades de climatización utilizaremos Centralizado por maquina exterior A/A y Split interiores y Control independiente. Los programas utilizados para análisis de cargas térmicas será CYPETHERM LOADS. Para el cálculo de conductos CYPEHVAC Ductwork y para A/C Open BIM DAIKIN. Ver tabla 1 y Figuras 10 y 11.

Figura 10. Esquema de Modelado y conexión entre softwares a) ventilación y b) aire Acondicionado.

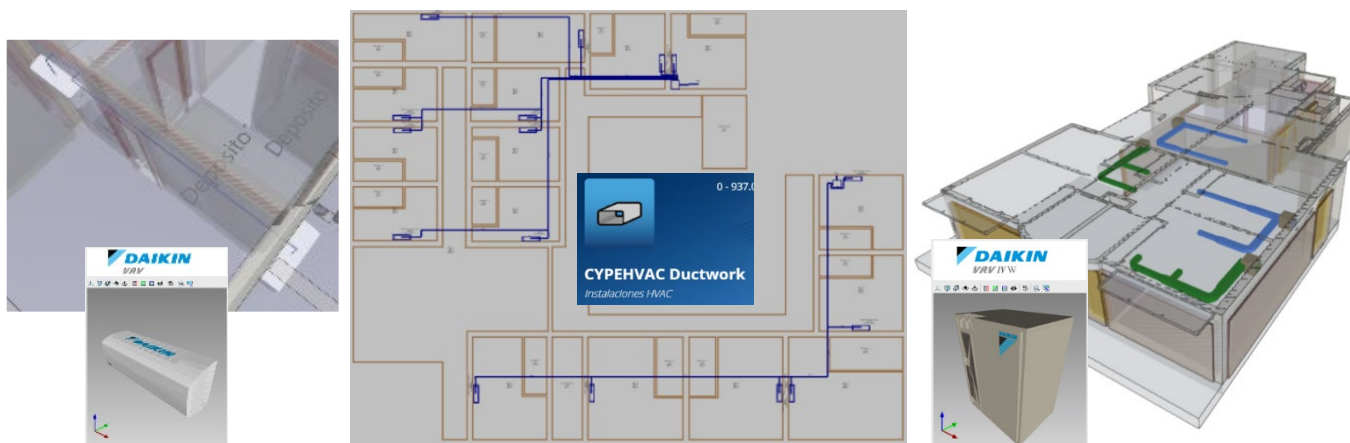


a) Ventilacion



b) Aire Acondicionado

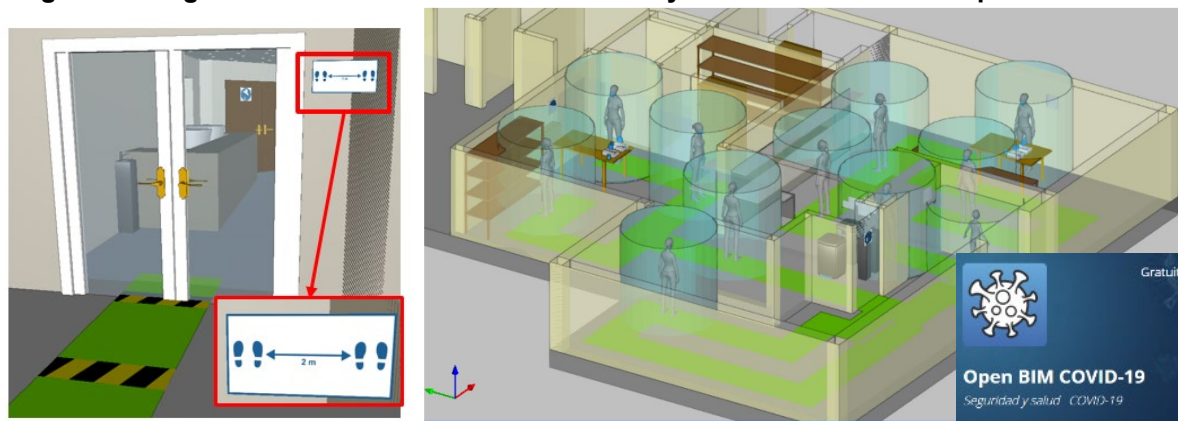
Figura 11. Softwares de Modelado A/C y Ventilacion



4.6. Instalación de Seguridad frente al contagio de COVID-19.

Se controlarán los aforos en b ajos comerciales y se maracarán los puntos de señalización y de distribución de gel hidroalcohólico y uso obligatorio de EPI's. El programa utilizado para análisis de protección frente COVID-19 será Open Open BIM COVID-19. Ver tabla 1 y Figuras12.

Figura 12. Seguridad frente al COVID. Señalización y limitación de aforos. Open BIM COVID-19



Una vez mostrado los resultados del caso de estudio, mostramos los resultados académicos obtenidos como muestra del éxito de participación, integración, asimilación y evaluación de los alumnos

5. Resultados.

A la luz de los resultados obtenidos, evaluados a través de la plataforma BIM SERVER EDUCACION, por el profesor de la asignatura, de los ejercicios prácticos, y el proyecto final del que hemos puesto a modo de ejemplo el caso de estudio analizado como referencia. Podemos constatar, el alto grado de satisfacción y motivación, observado en el seguimiento de la asignatura por parte de los alumnos de Instalaciones Industriales. Las encuestas de satisfacción del alumnado y las buenas calificaciones obtenidas así lo confirman, Los alumnos desde la primera clase forman equipos y trabajan en grupo, de forma colaborativa “on line” a través de la plataforma OPEN BIM de CYPE, hecho especialmente interesante en tiempos COVID. Interactuando entre ellos, y trabajando al mismo ritmo que lo harían en el desarrollo de su actividad profesional como futuros Ingenieros Industriales, en cualquier estudio o empresa de Ingeniería de proyectos. A modo de ejemplo se adjunta gráfico de resultados y calificaciones, con un 75 % de alumnos con calificación de Sobresaliente y un 25 % con calificación de Notable. (Tabla 3)

Tabla 3: Resultados Calificaciones Asignatura Instalaciones Industriales. Master Ingeniería industrial . E.P.S.J. Universidad Jaén. . Curso 2020-2021.

Calificacion	Nº.Alumnos	%
Sobresalientes	22	73.3
Notables	7	23,3
No presentados	1	3.3

6. Conclusiones.

La metodología Open BIM, aplicada de forma experimental, a través de los softwares de acceso libre, de CYPE incluidos en el store del BIM SERVER CENTER EDUCACION durante el presente curso 20/21 en la asignatura de Instalaciones Industriales del Master de Ingeniería Industrial de la Universidad de Jaén. Se nos presenta como una potentísima y extraordinaria herramienta de innovación docente aplicada, con un magnífico potencial de uso en el desarrollo del ejercicio profesional de los Ingenieros. Los alumnos son capaces de partiendo de un modelo constructivo de uso civil o industrial, modelado con herramientas CYPE (CYPE Built, CYPE CAD 3D o CYPE Arquitectura) o bien con herramientas provenientes de otros softwares de modelado (REVIT de Autodesk) previa conversión a formato IFC de comunicación BIM, de proyectar todas las instalaciones, modelando en 3D, y verificando los cálculos y su cumplimiento conforme a la reglamentación o normativa aplicable en cada caso. Generando modelos gráficos tridimensionales, que permiten localizar físicamente las instalaciones incluso detectando posibles conflictos de intersección entre las mismas. Aspectos altamente interesante a efectos constructivos y que permite al Ingeniero instalador ejecutar las instalaciones con una fiabilidad máxima respecto al modelo virtual previamente diseñado. Esto supone sin duda un importante paso en la mejora de los proyectos a efectos constructivos evitando errores y ahorrando sin lugar a dudas, tiempo y dinero en la fase de ejecución. Además mediante la utilización de programas específicos para el modelado, diseño y cálculo de cada tipología de instalaciones, podemos visualizar y analizar con gran precisión y detalles todos los aspectos de las mismas. Generando documentación gráfica, presupuestaria y de planificación de ejecución con un gran rigor de ejecución. Simulando y resolviendo problemas antes de su aparición y justificando plenamente todos los cálculos modelados en el diseño. Además los alumnos se familiarizan de forma virtual con las distintas etapas de diseño y ejecución del proyecto, simulando situaciones reales y trabajando en grupos de trabajo multidisciplinares en entornos colaborativos fuera del estudio o presencia física, virtualizando todo el trabajo “on line” en formato Open BIM; siempre bajo la supervisión del BIM MANAGER o figura del supervisor de proyectos en forma virtual. Aspecto que cara a situaciones de confinamiento como los vividos recientemente por la pandemia COVID se puede convertir para el ingeniero formado en estas metodologías en una clara oportunidad de futuro desarrollo profesional.

7. Referencias

- Álvarez Pérez, M. Á., & Bouzas Cavada, M. (2015). La conexión entre el Project Management y el BIM. *Spanish Journal of Building Information Modeling*, ISSN-e 2386-5784, N^o. 15, 1, 2015, Págs. 30-38, (15), 30–38.
- AUTODESK®. (2020). AUTODESK®. Retrieved from <http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/pc/index?siteID=123112&id=19676436>
- Blanco Caballero, M. (2016). *Análisis de la Incorporación de Metodologías Colaborativas en Materiales Proyectuales en las Enseñanzas de Ingeniería Industrial*. Universidad de Valladolid. Universidad de Valladolid. <https://doi.org/10.35376/10324/18816>
- Boton, C., Kubicki, S., & Halin, G. (2015). The Challenge of Level of Development in 4D/BIM Simulation Across AEC Project Lifecycle. A Case Study. *Procedia Engineering*, 123, 59–67. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.10.058>
- buildingSMART. (2020). Industry Foundation Classes (IFC) - buildingSMART Technical.

Contexto internacional y regional BIM - Estudio ESE. (2020).

CYPE. (2021). BIM SERVER CENTER. Retrieved from <https://bimserver.center/es>

EIGP. (2019). BIM es obligatorio en España.

González Pérez, C. (2015). *Building Information Modeling: Metodología, aplicaciones y ventajas. Casos prácticos en gestión de proyectos*. Universitat Politècnica de València.

Hermoso-Orzáez, M J; Terrados-Cepeda, J; Valderrama-Zafra, J. M., & Orejón-Sánchez, R. D. (2019). BIM as a didactic tool in project engineering . The methodological experience of the 1st Master BIM-DGP in UJAEN. In AEIPRO_IPMA (Ed.), *23rd International Congress on Project Management and Engineering Málaga, 10th – 12th July 2019* (Vol. 1, pp. 1945–1956). Malaga (Spain): Licensee AEIPRO, Spain. Retrieved from http://dspace.aepro.com/xmlui/bitstream/handle/123456789/2370/AT09-008_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Martin Dorta, N., Gonzalez de Chaves Assef, P., & Roldan Mendez, M. (2014). Building Information Modeling (BIM): una oportunidad para transformar la industria de la construcción. *Spanish Journal of BIM Nº14/01, 14/01(14)*, 12–18.

Ministerio de la Presidencia. (2019). Real Decreto 1515/2018, de 28 de diciembre, por el que se crea la Comisión Interministerial para la incorporación de la metodología BIM en la contratación pública. Publicado el 2 de febrero de 2019. Boletín Oficial del Estado (BOE).

Montiel-Santiago, F. J., Hermoso-Orzáez, M. J., & Terrados-Cepeda, J. (2020). Sustainability and energy efficiency: Bim 6d. study of the bim methodology applied to hospital buildings. value of interior lighting and daylight in energy simulation. *Sustainability (Switzerland)*, 12(14), 1–29. <https://doi.org/10.3390/su12145731>

Oliver Faubel, I. (2015). *Integración de la metodología BIM en la programación curricular de los estudios de Grado en Arquitectura Técnica/Ingeniería de Edificación. Diseño de una propuesta*. Universidad Politècnica de Valencia. Universitat Politècnica de València, Valencia (Spain). <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/61294>

Panteli, C., Polycarpou, K., Morsink-Georgalli, F. Z., Stasiulienė, L., Pupeikis, D., Jurelionis, A., & Fokaides, P. A. (2020). Overview of BIM integration into the Construction Sector in European Member States and European Union Acquis. In *Sustainability in the built environment for climate change mitigation (SBE19)* (Vol. 410). DIRAC HOUSE, TEMPLE BACK, BRISTOL BS1 6BE, ENGLAND: IOP PUBLISHING LTD. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/410/1/012073>

Pavón, R. M., Arcos Alvarez, A. A., & Alberti, M. G. (2020). BIM-based educational and facility management of large university venues. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(22), 1–28. <https://doi.org/10.3390/app10227976>

Prieto, A. P. (2017). Implantación de la tecnología BIM en la asignatura Proyectos de los Grados de Ingenierías Industriales de la Universidad de Extremadura. Estudio de competencias genéricas, 383.

Project Management Institute. (2017). *Guía de los fundamentos para la dirección de*

proyectos (Guía del PMBOK) / Project Management Institute. Project Management Institute, Inc (4th ed., Vol. 1).

- Rahman, R. A., Alsafouri, S., Tang, P., & Ayer, S. K. (2016). Comparing Building Information Modeling Skills of Project Managers and BIM Managers Based on Social Media Analysis. In *Procedia Engineering* (Vol. 145, pp. 812–819). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.106>
- Ren, R., & Zhang, J. (2021). A New Framework to Address BIM Interoperability in the AEC Domain from Technical and Process Dimensions. *Advances in Civil Engineering, 2021*. <https://doi.org/10.1155/2021/8824613>
- Rojas-Sola, J. I., Pérez-Serrano, M. J., López-Martín, M. A., Aguilera-García, Á. I., & Hermoso-Orzáez, M. J. (2017). ACQUISITION OF BASIC COMPETENCES AND SKILLS ON TECHNICAL DRAWING THROUGH A PROCESS OF LEARNING AND TEACHING INNOVATION BASED ON PARAMETRIC CAD AND AUTHORING SOFTWARE, 7468–7476. <https://doi.org/10.21125/iceri.2017.1999>
- Tang, S., Shelden, D. R., Eastman, C. M., Pishdad-bozorgi, P., & Gao, X. (2019). Automation in Construction A review of building information modeling (BIM) and the internet of things (IoT) devices integration : Present status and future trends. *Automation in Construction, 101*(June 2018), 127-139.DOI: 10.1016/j.autcon.2019.01.020. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.01.020>
- Unión Europea. (2014). Directiva 2014/24/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de Febrero de 2014, sobre contratación pública y por la que se deroga la Directiva 2004/18/CE. *Diario Oficial de La Unión Europea, 2014*(L 94), 65–242.
- Valinejadshoubi, M., Moselhi, O., & Bagchi, A. (2021). Integrating BIM into sensor-based facilities management operations. *JOURNAL OF FACILITIES MANAGEMENT*. <https://doi.org/10.1108/JFM-08-2020-0055>
- Xu, Z., Huang, T., Li, B., Li, H., & Li, Q. (2018). Developing an IFC-Based Database for Construction Quality Evaluation. *Advances in Civil Engineering, 2018*. <https://doi.org/10.1155/2018/3946051>
- Zhenzhong, H. U., Jianping, Z., & Ziyin, D. (2008). Construction Process Simulation and Safety Analysis Based on Building Information Model and 4D Technology. *Tsinghua Science & Technology, 13*(1), 266-272.DOI:[https://doi.org/10.1016/S1007-0214\(08\)70160-3](https://doi.org/10.1016/S1007-0214(08)70160-3)

**Comunicación alineada con los
Objetivos de Desarrollo Sostenible**

