

APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA BIM EN LA RESOLUCIÓN DE TRABAJOS FINALES DE GRADO RELACIONADOS CON LA MEJORA EN CENTROS DOCENTES DE MALLORCA

APPLICATION OF BIM TECHNOLOGY IN FINAL DEGREE PROJECTS RELATED TO THE IMPROVEMENT OF EDUCATIONAL CENTERS IN MALLORCA

Susana Hormigos-Jiménez⁽¹⁾, María Angels Llabrés Morey⁽²⁾, Juan Muñoz Gomila⁽³⁾, Cristian Carmona Gómez⁽⁴⁾, Francesc Masdeu Mayans⁽⁵⁾

¹ Área de Construcciones Arquitectónicas, Departamento Ingeniería Industrial y Construcción, Escuela Politécnica Superior, Universitat de les Illes Balears, Ctra. de Valldemossa, km 7.5. 07122, Palma, España, susana.hormigos@uib.es

² Área de Construcciones Arquitectónicas, Departamento Ingeniería Industrial y Construcción, Escuela Politécnica Superior, Universitat de les Illes Balears, Ctra. de Valldemossa, km 7.5. 07122, Palma, España, mangels.llabres@uib.es

³ Área de Construcciones Arquitectónicas, Departamento Ingeniería Industrial y Construcción, Escuela Politécnica Superior, Universitat de les Illes Balears, Ctra. de Valldemossa, km 7.5. 07122, Palma, España, joan.munoz@uib.es

⁴ Área de Construcciones Arquitectónicas, Departamento Ingeniería Industrial y Construcción, Escuela Politécnica Superior, Universitat de les Illes Balears, Ctra. de Valldemossa, km 7.5. 07122, Palma, España, cristian.carmona@uib.es

⁵ Área de Construcciones Arquitectónicas, Departamento Ingeniería Industrial y Construcción, Escuela Politécnica Superior, Universitat de les Illes Balears, Ctra. de Valldemossa, km 7.5. 07122, Palma, España, francesc.masdeu@uib.es

RESUMEN

La digitalización de los procesos de ingeniería, construcción y explotación podría suponer ahorros del 10-20% del gasto en construcción de los proyectos de edificación y de infraestructuras. En este contexto, se pretende abordar con el alumnado proyectos reales, que puedan resolverse con un uso extenso de tecnología BIM. Así, se trabaja en colaboración con la Consejería de Educación para realizar un estudio de mejora de varios centros docentes de Mallorca, desde el punto de vista de la sostenibilidad. Se plantea una problemática real a los estudiantes de trabajo final de grado, que ya han seguido un proceso de aprendizaje desde tercer curso en tecnología BIM, y se comprueba si han adquirido nivel suficiente para abordar el proyecto. Se comprueba que son capaces de definir varias de las dimensiones BIM, con relevancia en la sostenibilidad: estudio climático del entorno e incidencia solar, comparativa de sistemas pasivos con énfasis en sistemas flexibles y uso de materiales locales. El equipo docente ofrece apoyo a los estudiantes a través de tutorías que el alumnado va solicitando. Además, el equipo docente cuenta con un canal de Youtube (en opción oculta, sólo pueden verlo los estudiantes que tengan el enlace) con varios videotutoriales sobre el uso de la tecnología BIM. Este canal se ha ido generando en los últimos años, a través de los distintos proyectos de innovación docente. Finalmente, se comparan tres trabajos finales de grado, resueltos durante el mismo curso académico y se concluye que efectivamente el nivel adquirido cumple con las expectativas del equipo docente, puesto que resuelven con éxito el problema planteado, generando un modelo de información completo que, desde la Conselleria, pueden emplear para abordar los trabajos planteados.

Palabras clave: BIM, sostenibilidad, aprendizaje basado en proyectos

ABSTRACT

The digitalization of engineering, construction, and operating processes could lead to savings of 10-20% in construction costs for building and infrastructure projects. In this context, the goal is to engage students in real-life projects that can be implemented with extensive use of BIM technology. Thus, we are working in collaboration with the Regional Ministry of Education to conduct an improvement study for several educational centers in Mallorca, considering sustainability in buildings. A real-life problem is presented to

students completing their final degree project, who have already followed a learning process in BIM technology since their third year, and a check is made to determine whether they have acquired sufficient proficiency to tackle the project. The teaching team offers support to students through tutoring sessions requested by students. In addition, the teaching team has a YouTube channel with several video tutorials on the use of BIM technology. This channel has been developed over the past few years through various teaching innovation projects. Finally, three final degree projects completed during the same academic year are compared. It is verified that they can define several BIM dimensions relevant to sustainability: environmental climate study and solar incidence, comparison of passive systems with an emphasis on flexible systems, and the use of local materials. It is concluded that the level acquired effectively meets the teaching team's expectations, as they successfully solve the problem posed, generating a complete information model that the Regional Ministry can use to address the proposed projects.

Keywords: BIM, Sustainability, Project-based learning

1. INTRODUCCIÓN

El empleo de la tecnología Building Information Modeling (BIM) en las titulaciones del campo de la arquitectura, ingeniería y construcción (AEC) se encuentra en auge. El uso de BIM supone una herramienta adicional en la formación universitaria. Concretamente, en el ámbito de los trabajos finales de grado (TFG) esta metodología puede suponer mejoras importantes en el aprendizaje del alumnado en cuanto a la visualización del modelo digital, la coordinación multidisciplinar (en su caso) y la gestión de la información, llegando a generar un modelo BIM bastante completo, que sirva como inicio en la formación en esta tecnología (Yigitbas et al., 2023).

La metodología BIM es colaborativa que se desarrolla en 3 bloques principales: el modelo digital (1), la información (2) contenida en dicho modelo y el desarrollo colaborativo (3) (Gosalves López et al., 2016). El modelo digital en BIM es un objeto virtual en el que se pretende actuar en modo de rehabilitación, obra nueva o demolición, facilitando la visualización del elemento tanto en 2D como en 3D y permitiendo las modificaciones de diseño. Respecto a la información a incluir en BIM, se puede llevar a cabo mediante metadatos relativos a tipo de elemento, material, dimensiones, etc.; al igual que enlaces externos a otra documentación o modelo. Finalmente, la colaboración es el punto esencial de BIM, permitiendo la coordinación entre diferentes profesionales, permitiendo la intervención de varios agentes en las diferentes etapas de proyecto, desde el boceto, hasta la construcción o demolición.

Por otro lado, en Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) constituye una metodología ideal para poner en práctica el uso de BIM, ya que se centra en el aprendizaje autónomo y el pensamiento crítico. Concretamente, el empleo de APB para el aprendizaje de BIM permite desarrollar proyectos reales y con roles concretos, potenciando la resolución técnica. En este contexto, diversos estudios constatan el éxito del empleo de estas metodologías en la enseñanza y en el aprendizaje, la planificación, la gestión de proyectos y la visualización gráfica frente a métodos tradicionales (Boggio et al., 2025; López & Aguilar, 2023; Sánchez-Barroso et al., 2020; Susana Hormigos Jiménez et al., 2017).

En contraposición, la metodología APB + BIM supone la inversión de un tiempo adicional por parte del equipo docente, tanto para la formación del alumnado en la propia tecnología BIM como para llevar a cabo APB de una forma adecuada (Leite, 2016; Wang & Leite, 2014). Sin embargo, teniendo en cuenta el interés por parte de la Administración Pública en el empleo de BIM en la contratación pública (*El Plan BIM En La Contratación Pública, En Vigor Desde El 1 de Abril, Instruye a Los Órganos de Contratación Del Estado a Licitat Los Contratos de Construcción Con Un Nivel BIM Inicial* | Comisión Interministerial BIM, n.d.) y la similitud de la metodología APB y el ámbito profesional (Chinowsky et al., 2006; Liu et al., 2010; Maida, 2011; Tsai et al., 2019), cabe destacar la importancia de en impulsar APB-BIM especialmente en los TFG, siendo el trabajo de finalización de los estudios del grado.

2. OBJETIVOS

El objetivo del presente trabajo se centra en mostrar la experiencia obtenida en el empleo de la metodología APB-BIM en 3 trabajos finales de grado de la misma temática: la mejora de la envolvente térmica de un colegio en Mallorca. Cada trabajo se centra en un colegio diferente; sin embargo, el fin es el mismo. Para desarrollar esta metodología, se trabaja junto con la Conselleria d'Educació i Universitat (GOIB), dentro

del marco del Encargo de Gestión con la Fundació Universitat-Empresa de les Illes Balears (FUEIB) que lleva por título “Servicio para la medición y análisis de la envolvente térmica y del acondicionamiento ambiental de edificios educativos de las Islas Baleares”.

Se trata de introducir a las 3 alumnas en el ámbito profesional desarrollando un proyecto real, en colaboración con el equipo docente, mediante el empleo de la tecnología BIM, tecnología que ya habían practicado durante los dos cursos anteriores en diferentes asignaturas del Grado en Edificación de la Universitat de les Illes Balears.

3. METODOLOGÍA

La metodología a seguir para llevar a cabo la experiencia sobre los TFG en la mejora de la envolvente térmica, por medio de BIM, se centra en varios puntos:

1. La formación en BIM que recibe el alumnado del Grado en Edificación de la UIB.
2. El encargo de gestión entre la Conselleria d'Educació i Universitats y la Fundació Universitat-Empresa de les Illes Balears MEPRO 2024/1139. Dentro de este encargo se permite la realización de TFG, desarrollando un proyecto real y, por tanto, el empleo de APB.
3. El proyecto de innovación docente PID242627 sobre El aprendizaje de la tecnología BIM en el ámbito de la eficiencia energética y la sostenibilidad en la construcción.

3.1 Formación en BIM en el Grado de Edificación de la Universitat de les Illes Balears

En el Grado en Edificación de la Universitat de les Illes Balears se pide el empleo de BIM, concretamente el uso de Revit (de Autodesk), para la resolución de las prácticas de las asignaturas de Sostenibilidad (3 ECTS), de los trabajos grupales de la asignatura de Construcción IV (6 ECTS) y de todos los trabajos en los que sea aplicable en la asignatura de Proyectos Técnicos (9 ECTS). Se desarrolla, por tanto, un aprendizaje progresivo en esta metodología desde el primer cuatrimestre de tercer curso con la asignatura de Sostenibilidad, siguiendo en el segundo cuatrimestre del mismo curso con la asignatura de Construcción IV y finalizando en el primer cuatrimestre de cuarto curso con la asignatura de Proyectos Técnicos. Adicionalmente, el equipo docente dispone de un canal de Youtube donde se han añadido, a lo largo de 8 años, vídeos formativos sobre la resolución de tareas concretas mediante el empleo de BIM. La información sobre el contenido de estas asignaturas y los trabajos a desarrollar se encuentra ampliamente detallada en un trabajo previo (Susana Hormigos Jiménez et al., 2024).

Para el desarrollo del TFG (18 ECTS), el uso de BIM se plantea como una opcionalidad; sin embargo, gran parte del alumnado decide desarrollar su trabajo con esta metodología, para profundizar en su aprendizaje. Se plantea como un reto a resolver, teniendo en cuenta que se dispone de las herramientas básicas para afrontarlo, adquiridas durante los tres cuatrimestres anteriores.

3.2 Descripción del Encargo de Gestión para la medición y análisis de la envolvente térmica

3.2.1 Descripción general

El Govern de les Illes Balears, a través de la Conselleria d'Educació i Universitat, pretende desarrollar acciones concretas relacionadas con la medición y el análisis de la envolvente térmica y del acondicionamiento ambiental de los edificios educativos de las Islas Baleares. El objetivo de dichas actuaciones es mejorar la eficiencia energética, la adecuación y la rehabilitación ambiental para dar cumplimiento al Real Decreto 486/1997, del 14 de abril, por el cual se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Para ello, la Conselleria establece un encargo de gestión con la Fundació Universitat-Empresa de les Illes Balears, para que investigadores de la Universitat de les Illes Balears (UIB) desarrollen el encargo MEPRO 2024/1139.

3.2.2 Tareas concretas

Las tareas a realizar se dividen en varias actividades:

1. Identificar y analizar variables relacionadas con el sistema constructivo y de acondicionamiento ambiental de cada edificio. Registrar y analizar la ubicación de cada edificio a evaluar, teniendo en cuenta la orientación y las condiciones del entorno.
2. Llevar a cabo un análisis exhaustivo sobre la calidad ambiental interior (CAI) de los centros a analizar: calidad del aire, condiciones higrotérmicas, calidad lumínica y calidad acústica. Analizar y correlacionar los datos registrados para avanzar hacia un espacio interior salubre y proponer mejoras relacionadas con la CAI y la envolvente térmica.
3. Establecer propuestas específicas de mejora, de acuerdo con el análisis previo. Estudiar la posibilidad de incorporar el suministro de energías renovables considerando la instalación eléctrica del edificio.

3.3 Proyecto de innovación docente sobre el aprendizaje de la tecnología BIM en el ámbito de la eficiencia energética y la sostenibilidad

3.3.1 Descripción general

El equipo investigador dispone, además, de un proyecto de innovación docente con identificación PID242627 que lleva por título “El aprendizaje de la tecnología BIM (Building Information Modeling) en el ámbito de la eficiencia energética y la sostenibilidad en la construcción, adaptación al Plan BIM”. Este proyecto se enmarca dentro de la convocatoria interna de la UIB sobre ayudas para proyectos de innovación y mejora de la calidad docente para los años académicos 2024-2026 que organiza el Institut de Recerca i Innovació Educativa (IRIE) en colaboración con la UIB-GOIB.

A través de este proyecto se pretende preparar al alumnado para un cambio de paradigma en el sector de la construcción ya que, desde junio de 2023, está llevándose a cabo el Plan BIM en la contratación pública. Este Plan se alinea con la política de fomento de la innovación a través de la contratación pública estratégica, impulsada por la Comisión Europea, e incluida en las principales directivas de contratación pública de los últimos años. A través de la metodología BIM es posible: mejorar la eficiencia del gasto público y facilitar la transformación digital del sector de la construcción.

3.3.2 Temáticas del proyecto de innovación docente

Las temáticas en las que se encuadra el proyecto son las siguientes:

- La mejora del aprendizaje del alumnado a través del diseño, la aplicación, la evaluación y la divulgación de nuevas metodologías.
- El diseño, la aplicación y la evaluación de acciones de innovación para integrar conocimientos y acciones interdisciplinares y/o transversales.
- La aplicación y la evaluación de actividades de formación complementarias para el alumnado y/o el personal docente.
- El diseño, la aplicación, la evaluación y la divulgación de prácticas de aprendizaje o prácticas curriculares que fomenten el aprendizaje profesionalizador.
- El desarrollo, la implementación y la evaluación de prácticas de orientación personal, académica y profesional.

3.3.3 Objetivos del proyecto de innovación docente

Los objetivos del proyecto de innovación docente son los siguientes:

1. Proporcionar al alumnado experiencias que favorezcan el pensamiento crítico y el aprendizaje del ciclo de vida de un edificio, desde el diseño hasta la construcción y uso.
2. Proporcionar al alumnado experiencias que faciliten su incorporación al ámbito profesional, creando soluciones a problemas realistas.
3. Preparar al alumnado para un nuevo paradigma dentro del sector de la construcción.

3.4 Desarrollo del TFG mediante el empleo de ABP-BIM para la mejora de la envolvente térmica

Teniendo en cuenta tanto el encargo de gestión MEPRO 2024/1139 y el proyecto de innovación docente PID242627, se lleva a cabo el presente trabajo, en el que se permite la realización de TFG por medio de la aplicación de APB (considerando un proyecto real, por medio del encargo de gestión) y BIM (siguiendo el proyecto de innovación docente).

3.4.1 Objeto de los TFG

Se trata de realizar un estudio de mejora de la envolvente térmica de un colegio en Mallorca sin perder de vista que se trata de un trabajo académico y no de un proyecto profesional. Por tanto, habrá documentación que no sea necesario desarrollar.

3.4.2 Objetivos de los TFG

- Establecer estrategias pasivas que permitan mejorar la envolvente térmica del edificio objeto de estudio.
- Diseñar la zona de juego de los patios, que permita disponer de zonas de protección de condiciones climatológicas adversas.
- Resolver todas las actuaciones planteadas conforme a normativa vigente.
- Desarrollar la documentación gráfica y técnica, siempre que sea posible, con tecnología BIM.

4. RESULTADOS

4.1.1 Generalidades

Tras ofrecer al alumnado el desarrollo de este tipo de TFG, finalmente 3 alumnas decidieron abordar esta temática. La tabla 1 refleja los datos de los TFG llevados a cabo.

Tabla 1. TFG realizados durante el curso académico 2023-2024 mediante empleo de APB-BIM y dentro de la mejora de la eficiencia energética y la sostenibilidad

Título de los TFG	Tiempo de desarrollo	Software empleado	Cumplimiento de objetivos iniciales	Nota obtenida	Horas aproximadas de dedicación
Estudio de mejora de la envolvente térmica y de la zona de patio de un colegio en Lluçmajor	Febrero – julio de 2024		Sí	10 - Matrícula de Honor	550-600
Estudio de mejora de la envolvente térmica y de la zona de patio de un colegio en Palma	Febrero – julio de 2024	Revit (Autodesk ®)	Sí	9.2	500-550
Estudio de mejora de la envolvente térmica y de la zona de patio de un colegio en Esporlas	Febrero – septiembre de 2024		Sí	8.1	450-500

Como se refleja en la tabla, la temática de los 3 TFG es idéntica, modificando únicamente el caso de estudio. Cada colegio se ubica en un municipio diferente de la isla de Mallorca, lo que condiciona también el clima, especialmente en uno de los centros (aquel ubicado en Esporlas) frente a los otros dos centros (Palma y Lluçmajor) con climas similares.

Dos de los TFG realizados se comenzaron en febrero y se finalizaron con la defensa en el mes de julio; sin embargo, uno de ellos se extendió hasta septiembre, aunque las horas de dedicación fueron inferiores, al igual que la calificación final obtenida.

Para la elaboración de la documentación gráfica y gran parte de la documentación técnica se empleó el software Revit, cumpliendo con los objetivos iniciales.

4.1.2 Documentación generada

Finalmente, la documentación generada en los 3 TFG se reduce a la documentación gráfica (apartado de planos). Se concluye que el modelado desarrollado no llega a un grado de definición suficiente para efectuar el estado de mediciones y presupuesto o cualquier anejo adicional respecto al ámbito energético.

Las figuras 1-3 reflejan el modelo digital desarrollado en cada TFG.

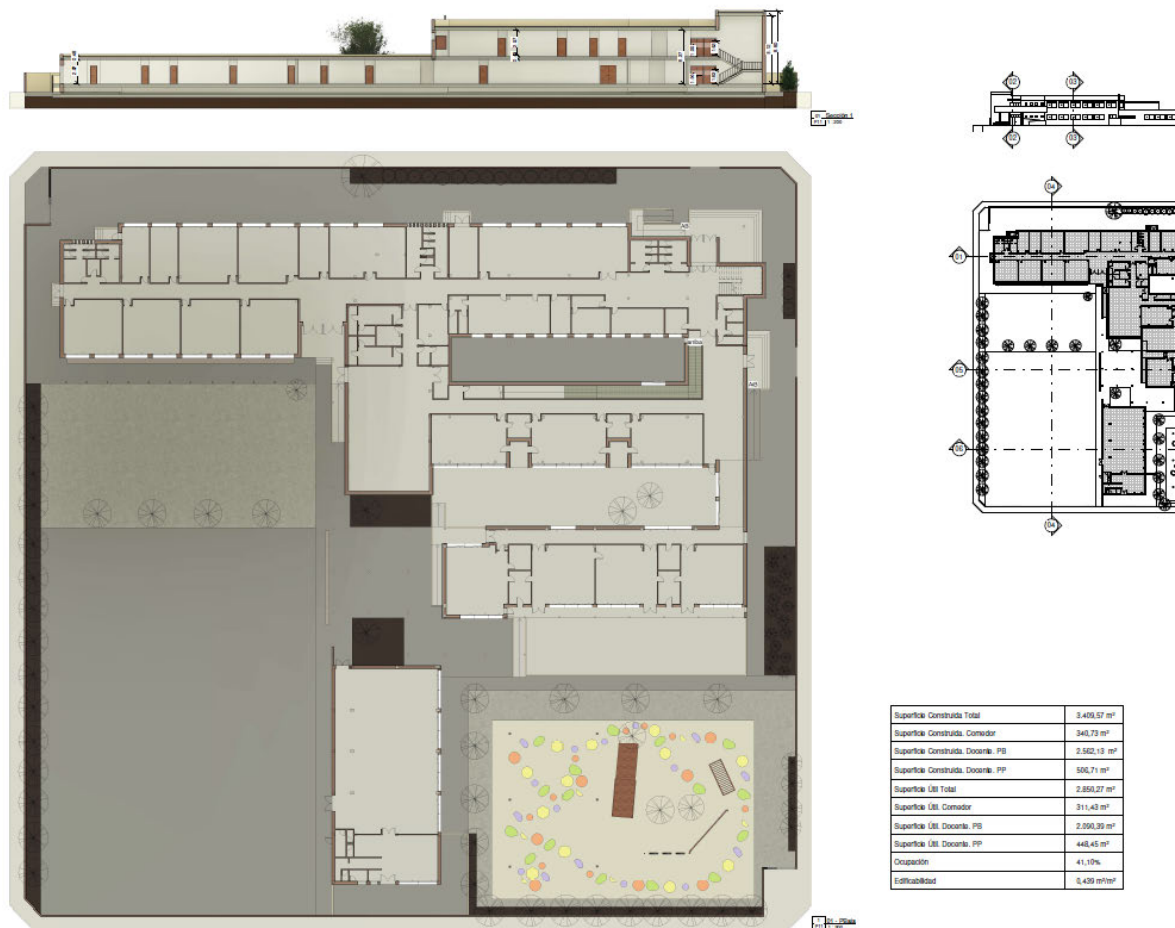


Figura 1. Modelo digital del TFG desarrollado para un colegio en Llucmajor

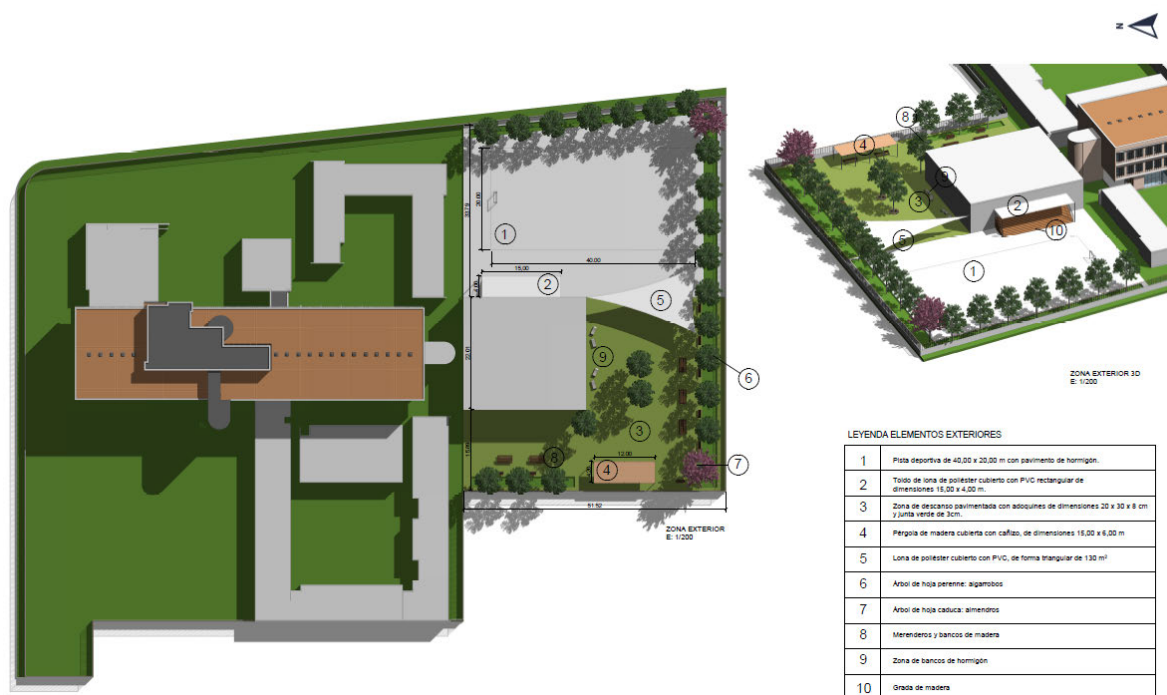


Figura 2. Modelo digital del TFG desarrollado para un colegio en Palma

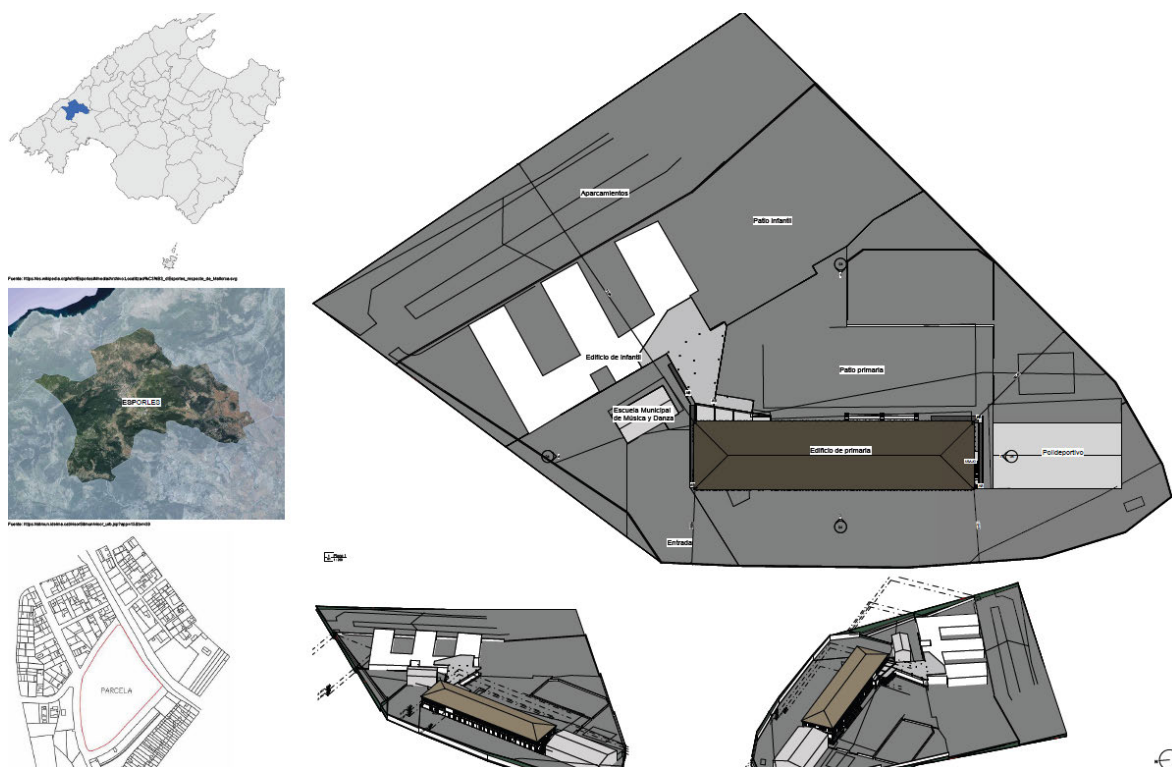


Figura 3. Modelo digital del TFG desarrollado para un colegio en Esporlas

En el modelo digital, se define la siguiente información:

- Ubicación exacta del edificio y terreno.
- Sistemas constructivos de fachada de la envolvente térmica tanto del estado actual como del reformado.
- Estrategias pasivas empleadas: carpinterías, aislamiento, sistemas flexibles, zona de patio.

Para realizar el estudio de mejora energética, en los 3 TFG se emplea la herramienta CE3X y, para el desarrollo del capítulo de mediciones y presupuesto se emplea el software Arquímedes de Cyte®.

4.1.3 Horas de dedicación

Tanto para el equipo docente como para el alumnado, las horas de dedicación superan en gran medida aquellas correspondientes a 18 ECTS, que son los asignados a la asignatura de TFG. El número de horas a destinar por parte de los estudiantes sería de 450, sin embargo, en la tabla 1 se muestra que se supera esta cantidad, principalmente para conocer en detalle el edificio objeto de estudio y para desarrollar el modelado del estado actual.

5. CONCLUSIONES

El presente estudio muestra la experiencia adquirida tras la aplicación de la metodología ABP-BIM en 3 TFG del Grado en Edificación de la UIB. En este contexto, se demuestra que se trata de metodologías eficaces para introducir al alumnado al mundo profesional, presentando una problemática real respecto a un tema de actualidad. La colaboración con la Administración pública ha permitido contextualizar los TFG en una situación real y, además, el proyecto de innovación docente ha permitido aplicar una metodología clara sobre la tecnología BIM para desarrollar una solución respecto a un tema concreto en materia de eficiencia energética y sostenibilidad.

Los resultados obtenidos demuestran que las competencias adquiridas por parte de las alumnas participantes cumplen con aquellas diseñadas inicialmente, tanto en el empleo de BIM como en el estudio y desarrollo de soluciones dentro del marco de la eficiencia energética y la sostenibilidad. Por otro lado, la documentación generada, aunque centrada principalmente en el modelado, ha sido suficiente para abordar el problema planteado desde el rigor técnico.

Finalmente, se constata que tanto las alumnas como el equipo docente han realizado una dedicación horaria muy superior a la asignación oficial de ECTS. Por ello, como futura línea de investigación, se pretende ajustar la dedicación horaria asignando tareas concretas, que permitan adquirir las competencias necesarias. En este sentido, se pretende asignar objetivos de TFG más específicos, para evitar una carga de trabajo excesiva.

Esta experiencia pone de manifiesto la necesidad de continuar fomentando el aprendizaje en nivel de TFG a través de la metodología ABP-BIM, ya que se alcanza un alto grado de implicación por parte del alumnado al vincularse con objetivos reales de sostenibilidad y mejora de la calidad ambiental interior.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boggio, D. O. L. R., Cruz, J. J. P. P., Jiménez, A. T. C., & Coronado, B. S. E. (2025). La Implementación de la tecnología BIM en la currícula de las escuelas de arquitectura en universidades peruanas: una revisión sistemática de las razones, beneficios y estrategias. *EVSOS*, 3(3), 128–143. <https://doi.org/10.57175/EVSOS.V3I3.248>
- Chinowsky, P. S., Brown, H., Szajnman, A., & Realph, A. (2006). Developing knowledge landscapes through project-based learning. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 132(2), 118–124. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1052-3928\(2006\)132:2\(118\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1052-3928(2006)132:2(118))
- El Plan BIM en la contratación pública, en vigor desde el 1 de abril, instruye a los órganos de contratación del Estado a licitar los contratos de construcción con un nivel BIM Inicial | Comisión Interministerial BIM.* (n.d.). Retrieved June 23, 2025, from <https://cibim.transportes.gob.es/sala-de-prensa/noticias/el-plan-bim-en-la-contratacion-publica-en-vigor-desde-el-1-de-abril-instruyec>
- Gosalves López, J., Murad Mateu, M., Cerdán Castillo, A., Fuentes Giner, B., Hayas López, R., López García, J., & Zuñeda Ruiz, P. P. (2016). *BIM en 8 puntos*. https://cibim.transportes.gob.es/recursos_cbim/bb_gt2_personas_sg_2.1_difusion.pdf
- Leite, F. (2016). Project-based learning in a building information modeling for construction management course. *Journal of Information Technology in Construction*, 21(April), 164–176. https://www.itcon.org/papers/2016_11.content.03448.pdf

- Liu, Y., Lou, S., Shih, R., Meng, H., & Lee, C. (2010). A Case Study of Online Project-Based Learning: The Beer King Project. In *International Journal of Technology in Teaching and Learning* (Vol. 6, Issue 1). https://sictet.org/main/wp-content/uploads/2016/11/ijttl-10-01-4_Shin.pdf
- López, S. T., & Aguilar, G. M. (2023). Experiencias de la integración de la metodología BIM en el aula: caso de estudio. *Encuentro Internacional de Educación En Ingeniería*, 1–11. <https://doi.org/10.26507/PAPER.3278>
- Maida, C. A. (2011). Project-based learning: A critical pedagogy for the twenty-first century. *Policy Futures in Education*, 9(6), 759–768. <https://doi.org/10.2304/pfie.2011.9.6.759>
- Sánchez-Barroso, G., González-Domínguez, J., Badilla-Murillo, F., Aunión-Villa, J., Sanz-Salcedo, J. G., Carrasco-Amador, J. P., & Cañito-Lobo, J. L. (2020). Implementación del aprendizaje basado en proyectos a través de la tecnología BIM = Implementing Project-Based Learning through BIM Technology. *Advances in Building Education*, 4(2), 34–41. <https://doi.org/10.20868/ABE.2020.2.4462>
- Susana Hormigos Jiménez, Francesc Masdeu, Joan Muñoz, Cristian Carmona, & Gabriel Antonio Horrach Sastre. (2017). Revisión del uso de Building Information Modeling en la Educación Superior relacionada con la arquitectura, ingeniería y construcción. *Investigación e Innovación En Educación No Universitaria Para Tender Puentes Con La Educación Superior*, 211–222. <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/71244>
- Susana Hormigos Jiménez, Francesc Masdeu, Joan Muñoz, Cristian Carmona, & Gabriel Antonio Horrach Sastre. (2024). Teaching passive design strategies and sustainability in construction by using BIM and project-based learning. *EDIFICATE 2023: II National and I International Congress of Advanced Schools Buildings Engineering and Technical Architecture*, 2024, ISBN 9788433873064, Págs. 177-186, 177–186. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9710256>
- Tsai, M., Chen, K., & Chang, Y. (2019). *Development of a Project-Based Online Course for BIM Learning*. 1–18. <https://doi.org/10.3390/su11205772>
- Wang, L., & Leite, F. (2014). Process-oriented approach of teaching building information modeling in construction management. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 140(4), 04014004. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000203](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000203)
- Yigitbas, E., Nowosad, A., & Engels, G. (2023). Supporting Construction and Architectural Visualization through BIM and AR/VR: A Systematic Literature Review. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 14143 LNCS, 145–166. https://doi.org/10.1007/978-3-031-42283-6_8