

BIM (BUILDING-INFORMATION-MODELING) MODEL DEVELOPMENT IN THE "PROJECTS" SUBJECT FOR INDUSTRIAL ENGINEERING DEGREES OF THE UNIVERSITY OF VALLADOLID

Blanco Caballero, Moisés; Zulueta Pérez, Patricia; Alonso Fernández-Coppel, Ignacio;
Sánchez Lite, Alberto

Escuela de Ingenierías Industriales. Universidad de Valladolid

The idea to establish the BIM methodology in Projects subjects for undergraduate degrees at the School of Industrial Engineering of the University of Valladolid (EII-UVa), arose to let a gradual student approach into the project development through this new system.

Once the first implementation stage (two previous years) is over, this paper shows our current state of the BIM model development in the "projects" subject for industrial engineering degrees. Our current progress in the implementation process refers to modeling and calculation of systems (MEP) and structures through interoperability with different programs using standard file.

This work has identified a need to develop these skills: coordination, leadership, management and negotiation. Labor market demands all of them. Therefore, and following the approach and philosophy presented, special attention will be devoted to the main characteristics of the BIM methodology (collaborative work and coordination).

Keywords: BIM; teaching; projects; systems (MEP); structures; collaborative work

DESARROLLO DEL MODELO BIM (BUILDING-INFORMATION-MODELING) EN LA ASIGNATURA "PROYECTOS" EN LOS GRADOS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

La idea del establecimiento de la metodología BIM en Materia de Proyectos para titulaciones de Grado de la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Valladolid (EII-UVa), surgió para llevar a cabo un proceso gradual mediante el cual se fuera introduciendo al estudiante en el desarrollo proyectual configurado a través de este nuevo sistema.

Este trabajo trata de exponer la fase en la que se encuentra la EII-UVa respecto al desarrollo de la metodología BIM una vez consolidada la línea de trabajo que se planteó inicialmente durante los dos últimos cursos. Nuestros recientes avances en el proceso de implantación se han basado en el modelado y cálculo de Instalaciones (MEP) y de estructuras, mediante la interoperabilidad entre programas a través de estándares de intercambio de archivos.

Igualmente se ha constatado la necesidad de desarrollar habilidades demandadas por el mercado laboral actual como son la coordinación, liderazgo-dirección y negociación. Por ello, manteniendo el planteamiento y filosofía seguidos para la asimilación y aprendizaje de la materia de Proyectos basado en el trabajo en equipo, en una nueva etapa se pondrá especial interés en una de las características esenciales de la metodología BIM, que es el trabajo colaborativo y de coordinación.

Palabras clave: BIM; docencia; proyectos; instalaciones (MEP); estructuras; trabajo colaborativo

Correspondencia: Patricia Zulueta Pérez - pzulueta@eii.uva.es

1. Introducción

Las universidades, a través de la demanda de la industria y las administraciones públicas, están empezando a darse cuenta de que la educación de nuestros futuros ingenieros necesita integrar el modelado de información de la tecnología (BIM) que utiliza una entrega de proyectos integrados (IPD). La colaboración y el diseño tienen que estar integrados de forma importante dentro del sistema educativo. Como consecuencia, el mundo académico se encuentra con la tarea de determinar cómo desarrollar estas habilidades en estudiantes de ingeniería de tal manera que la demanda profesional y el enfoque de la incorporación de las habilidades adecuadas en las prácticas educativas, se unan para abordar los problemas que supone la integración de la tecnología BIM. (Solnosky, R.; Parfitt, M. K. y Holland, R. J., 2014).

El diseño actual de los planes de estudio junto con la incorporación de metodologías colaborativas, permite la formación en BIM (Blanco, M. et al., 2015). Por otra parte, el uso de entornos MOOC se muestra como una herramienta válida para este propósito (He, R.; Wang, X.; Du, K.; Bao, B.; Shang, J. y Lv, H., 2015).

Debido a la creciente demanda en los planes de estudio de ingeniería de la incorporación y desarrollo de habilidades profesionales en la formación de ingenieros, Gnaur, D.; Svidt, K. y Thygesen, M. K han realizado un estudio en el que se reúnen a estudiantes de todas las áreas en el sector de la construcción, incluyendo participantes de la industria, para participar en colaboración en los procesos de diseño y construcción de un nuevo edificio. El estudio estaba realizado sobre la base de BIM, que facilita la coordinación y colaboración entre los diferentes miembros, destacándose la importancia de la comunicación y las habilidades interpersonales.

Los datos sobre los resultados de aprendizaje de los estudiantes son recogidos mediante la observación, entrevistas y cuestionarios en línea, observándose que el aprendizaje en ambientes interdisciplinarios basados en problemas, actualiza el conocimiento básico, las habilidades y las competencias, mediante la resolución de problemas complejos de la vida real (Gnaur, D.; Svidt, K. y Thygesen, M. K., 2015)

Los profesionales y docentes están de acuerdo en que las tecnologías basadas en BIM cambian la forma fundamental en que se diseña, construye y se entregan los edificios al cliente. Es razonable esperar que se pueda reproducir en gran medida la práctica del sector en un entorno educativo. Desde un punto de vista educativo es interesante centrarse en el desarrollo de conocimientos y habilidades mediante la implementación de un entorno basado en la práctica BIM. En esta línea, los resultados del estudio desarrollado por Solnosky, R.; Parfitt, M. K. y Holland, R. J., en 2015, muestran que la metodología de aprendizaje seleccionada fue una piedra angular para el éxito de la implantación docente de BIM.

Se cree que el éxito futuro en la creación de innovación eficaz se basa en la capacidad de conectar y gestionar el talento, las asociaciones, y los procesos de innovación prácticos. Esto hace que sea difícil para una universidad desarrollar un sistema de creación de conocimiento. El éxito de una universidad sólo puede obtenerse si la universidad y la sociedad están unidas entre sí. Las necesidades de la sociedad tienen que estar en el centro de las actividades de una universidad, una adaptación flexible a las necesidades cambiantes es necesaria, pero a menudo esta situación no se produce. La gestión del campus tiene un papel importante, pudiendo facilitar la interacción multidisciplinaria entre los estudiantes, científicos, empresarios, y otros socios de la industria que inspiran unos a otros con diferentes perspectivas sobre el mismo tema (Huhtelin, M. y Nenonen, S., 2015).

1.1 Implementación BIM

La implementación a nivel industrial de BIM está sujeta a un uso eficiente de la tecnología. Risto Tulenheimo detecta 23 retos que pueden ser considerados para facilitar la implementación. Alguno de ellos como la elección de las herramientas 2D-3D son un paso importante en la incorporación de BIM en un plano docente (Tulenheimo, R., 2015).

El tratamiento de las instalaciones en BIM es un tema importante y de actualidad para la ingeniería. La realidad aumentada móvil (MAR) constituye un método fácil de usar para acceder a la información de una forma intuitiva. La implantación conjunta de esta herramienta y BIM se ha mostrado como una buena práctica en la gestión de instalaciones (Williams, G.; Gheisari, M.; Chen, P.-J. e Irizarry, J., 2015).

El enfoque BIM está siendo promovido activamente basado en la afirmación de que el proceso en la industria de la construcción se ha estancado en comparación con otras industrias, y que su uso puede permitir una mayor competitividad y un mejor planteamiento de cuestiones tan importante como la sostenibilidad (Tuohy, P.G. y Murphy, G.B., 2015). Esto puede suponer una ventaja en la implantación de BIM en el plano académico, si bien es necesario ver su influencia en relación a la práctica docente de instalaciones industriales.

El modelado 3D se establece como una característica crítica en la implantación de BIM. Existe un interés por la generación de aplicaciones que permitan clasificar los modelos, generar bases de datos de modelo que posteriormente puedan ser utilizados en distintos proyectos. (Wang, L.; Zhao, Z. y Xu, N., 2015)

2. Antecedentes y contexto académico. Experiencia de implantación

La Escuela de Ingenierías Industriales posee un amplio bagaje desde el año 1913, año en el que se implantó en Valladolid.

Todos los grados impartidos en la Escuela de Ingenierías Industriales se encuentran ordenados por el Real Decreto 1393/2007 y desembocan, dentro del proceso de construcción del Espacio Europeo de Educación Superior, en la obtención del título de Grado, nivel 2 con 240 créditos ECTS distribuidos en cuatro años a razón de 60 créditos/año.

La metodología BIM se comenzó a implantar en el curso 2013-2014 en las titulaciones de Grado de la Escuela de Ingenierías Industriales, fundamentalmente dentro de la asignatura de "Proyectos Técnicos Industriales" perteneciente al Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales. Esta asignatura tiene asignados 6 créditos ECTS (150 h) de los cuales 2,4 son presenciales y 3,6 no presenciales.

Debido al éxito de la implantación, se decide extenderlo a otras asignaturas de los distintos grados como son las asignaturas de "Proyectos/Oficina Técnica", que se imparten como asignaturas obligatorias dentro de los Grados de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática, Ingeniería Mecánica, Ingeniería en Organización Industrial e Ingeniería Química. Estas asignaturas tienen una asignación de 4,5 créditos, de los cuales 1,8 son presenciales y el resto no presenciales. Actualmente al alumno se le deja optar por la ejecución de su proyecto empleando el sistema tradicional, CAD, o tecnología BIM.

Para los alumnos de la titulación de Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales existe un primer acercamiento a la metodología BIM en la asignatura de "Proyectos/Oficina Técnica", que se encuentra enclavada, para todas las titulaciones, dentro del cuarto cuatrimestre, segundo curso de carrera. Esta asignatura, "Proyectos/Oficina Técnica" está dotada de 4,5 créditos (112,50 h), de los cuales 1,8 son presenciales y 2,7 no presenciales. Posteriormente, se realiza una intensificación para la formación del alumno dentro de la

metodología BIM en la asignatura de “Proyectos Técnicos Industriales” que se imparte en el cuarto curso, octavo cuatrimestre de la titulación.

Antes de la asignatura “Proyectos Técnicos Industriales” el alumno ha cursado “Proyectos/Oficina Técnica” que se engloba dentro de la materia “Metodología de Proyectos”, que es común a la rama industrial. Por lo que el alumno ya ha recibido una formación que está considerada como base para poder cursar la asignatura de “Proyectos Técnicos Industriales”. En el momento de desarrollar dicha asignatura, al estar planificado que la misma se imparta en el último curso, octavo cuatrimestre, el alumno ha cursado las asignaturas comunes al módulo industrial, tales como la inicial de termodinámica, fluidomecánica, medio ambiente, resistencia de materiales y los fundamentos de producción y fabricación, maquinas eléctricas, ingeniería térmica, estructuras, diseño de sistemas de control, fabricación, sistemas técnicos de potencia, entre otras. Esto posibilita que el estudiante diseñe su instalación industrial en el modelo BIM, ya que tiene los conocimientos indispensables que le permite incorporar al mismo, el sistema estructural, compartimental, las instalaciones, la distribución interior, ciclo de vida del proyecto, etc.

A su vez se ha abierto un campo de acción/investigación con los trabajos de fin de grado de los alumnos de las distintas titulaciones. Se ha formado un equipo multidisciplinar que ha concurrido al concurso sobre BIM celebrado en Valladolid en los meses de octubre y noviembre de 2015.

La asignatura “Proyectos Técnicos Industriales” actúa como nexo de unión y de integración de todos los conocimientos adquiridos en la formación cursada anteriormente por el alumno, tanto de “Proyectos/Oficina Técnica” como el resto de las asignaturas en las que se instaura el conocimiento en materias científico-tecnológicas. El aprendizaje de la asignatura “Proyectos Técnicos Industriales” se basa en una metodología colaborativa que comprende el Estudio de casos, la resolución de Ejercicios y Problemas, el Aprendizaje Orientado a Proyectos y un Contrato de Aprendizaje, combinado con un Aprendizaje Colaborativo, ya que la ejecución del proyecto por parte de los alumnos y se realiza de forma colaborativa en grupos de dos personas

3. Experiencia docente con BIM

El grupo de docentes implicados en la implantación posee una amplia experiencia en el mundo del Proyecto tanto a nivel profesional como docente y ha estado trabajando de forma colaborativa durante todo el proceso.

En los primeros pasos recorridos en el curso 2013-2014 en el proceso de establecimiento de BIM, en la docencia de 4º curso de Grado de ingeniería en Tecnologías Industriales de la EII de Valladolid, se llegó a niveles satisfactorios tanto en el modelado de edificios industriales como en las primeras incursiones en instalaciones MEP. Con el fin de poder avanzar en el desarrollo del proceso, aun manteniéndonos de momento dentro de la dimensión 3D de BIM, se ha introducido durante el curso 2014-2015 la citada metodología de manera voluntaria para los estudiantes en cursos más tempranos, 2º curso, coexistiendo temporalmente con métodos clásicos, CAD. Todo ello con la intención de consolidar BIM como única opción de trabajo en etapas más avanzadas como son las asignaturas de proyectos de 4º curso de Grado y el desarrollo de campos especializados en los Trabajos de Fin de Grado

3.1 Implantación de la filosofía BIM

La incipiente implantación de BIM en la asignatura “Proyectos/Oficina Técnica” de 2º curso, común a los Grados de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Tecnologías Industriales, Mecánica, Química y Organización Industrial, se llevó a cabo con realización del “Proyecto de un

“Pabellón Polideportivo cubierto para uso de la Universidad de Valladolid” a ubicar en uno de los Campus Universitarios de la ciudad. El alcance del proyecto consistía en la ejecución para todas las titulaciones de la obra civil y la instalación de saneamiento, llevando a cabo el resto de instalaciones -calefacción, fontanería, instalación eléctrica, aire acondicionado, inmótica, control de accesos, anti-intrusión y protección contra incendios- según la especialidad de los componentes de cada equipo de trabajo. Como se ha comentado anteriormente, al hacer la propuesta se ofreció a los alumnos la posibilidad de llevarlo a cabo al modo clásico o con metodología BIM, para lo cual se les proporcionó información inicial acerca del nuevo sistema de trabajo y aprendizaje. Una amplia mayoría del alumnado no tenía hasta ese momento noción alguna sobre BIM, esperando emprender el proyecto con la metodología clásica. Pese a ello, en torno a un 25% de los estudiantes matriculados decidieron desarrollar su proyecto con BIM.

En cuanto a las herramientas y procedimientos utilizados para el desarrollo del proyecto se eligió, al igual que en la experiencia del curso anterior, un programa de modelado accesible al estudiante, con licencia educativa gratuita, mediante el cual fuera capaz de materializar el diseño de un modelo paramétrico del polideportivo tanto a nivel geométrico como desde el punto de vista de sus instalaciones y estructuras. Con estas premisas se eligió como único software el programa REVIT en su versión 2014 en español perteneciente a la plataforma BIM de Autodesk, que en una sola aplicación incluye características de diseño arquitectónico, construcción, ingeniería MEP y estructuras. Asimismo se realizaron algunas incursiones en los aspectos colaborativos de BIM, fomentando la compartición del proyecto mediante el uso de archivos vinculados para el diseño de las instalaciones.

Figura 1: Vista exterior del Polideportivo proyectado por un equipo de trabajo. Fuente: elaboración propia, curso 2014/2015



Los trabajos, continuando con un método educativo de amplio recorrido denominado “Sistema de Aprendizaje Activo Colaborativo” utilizado por el equipo docente, se llevaron a cabo mediante grupos de dos estudiantes de la misma titulación, favoreciendo la adquisición

de habilidades propias del trabajo en equipo, aprendizaje autónomo, aprendizaje de otros equipos, toma de decisiones, etc. Asimismo, dicho sistema comprende también el análisis y debate de todos los proyectos realizados por los diferentes grupos.

Los resultados, aun con las dificultades propias del método ya conocidas en la experiencia llevada a cabo en el curso 2013-2014, fueron en su mayoría favorables. En ese sentido cabe resaltar que durante el curso actual, 2015-2016, ha aumentado considerablemente el número de alumnos que han optado por la posibilidad de realizar su proyecto en BIM en la asignatura de Oficina Técnica de 2º curso, lo cual nos facilita enormemente la tarea de desarrollo de la citada metodología en etapas posteriores accediendo desde sus inicios a escalones más elevados del proceso y consecuentemente pudiendo alcanzar mejores resultados.

Figura 2: Vista interior del Polideportivo proyectado por un equipo de trabajo. Fuente: elaboración propia, curso 2014/2015



3.2 Desarrollo de la metodología BIM

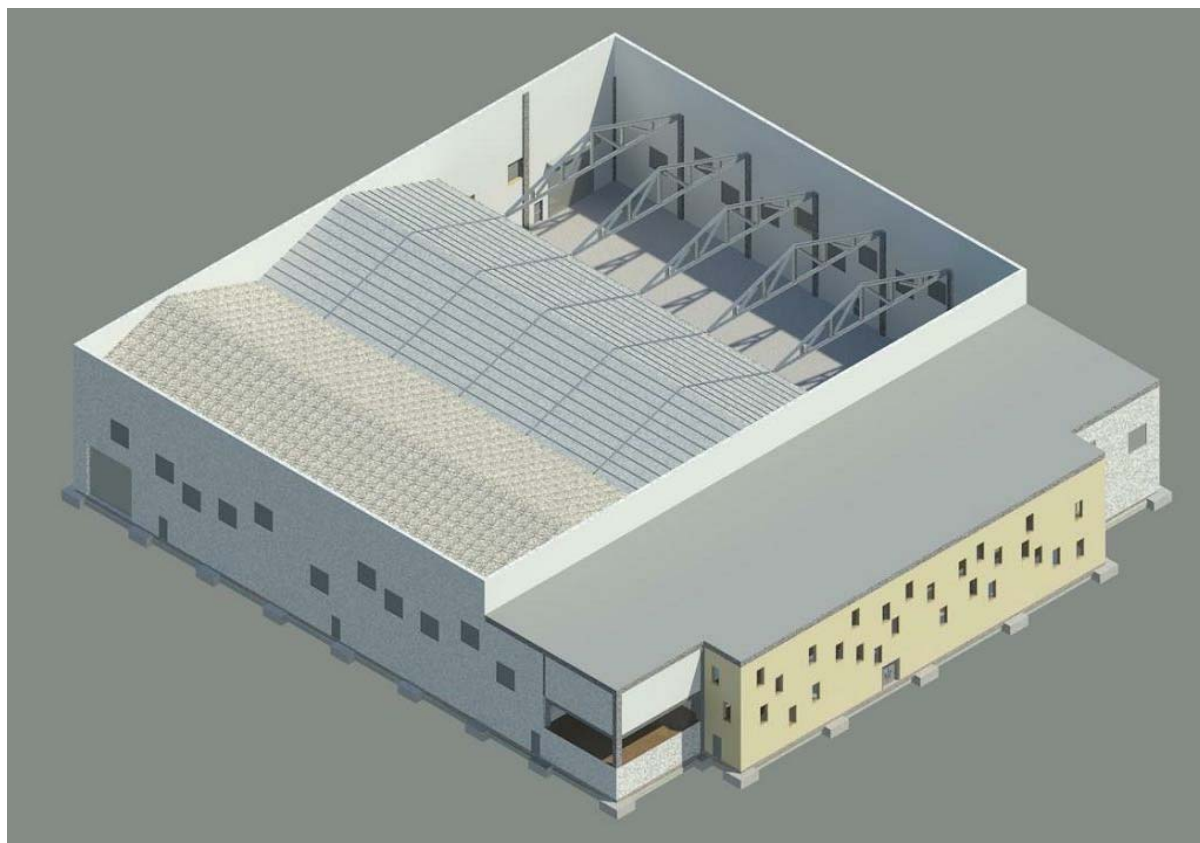
En la asignatura Proyectos Técnicos Industriales de 4º curso del Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales, se evolucionó durante el curso 2014/2015 en el proceso de consolidación de la implantación de BIM comenzada satisfactoriamente durante el anterior curso 2013-2014.

En esta nueva etapa se propuso la ejecución del “Proyecto de una nave industrial para fabricación de pastillas de freno y un anexo de oficinas, incluyendo la disposición del Layout y de los componentes de la línea de estampación”. Se pedía asimismo la realización del modelado estructural y de las instalaciones de saneamiento, agua fría y caliente, aire comprimido e instalación eléctrica. En cuanto a la toma de decisiones acerca de la localización más adecuada de la citada empresa, se propuso a los equipos de trabajo a partir de determinados datos de partida el análisis mediante el método Vogel –o método del

transporte-. Al igual que en el caso comentado con anterioridad, se continuó con el trabajo en equipos de dos alumnos

Durante este período se volvió a utilizar Revit para el modelado y diseño de estructuras, Revit MEP para instalaciones y, como avance en esta nueva etapa, se procedió a la creación de nuevas familias en Revit así como de masas conceptuales, ambas necesarias para la materialización de la línea de fabricación

Figura 3: Vista exterior de la nave proyectada por un equipo de trabajo. Fuente: elaboración propia, curso 2014/2015



Durante el transcurso de la asignatura se hizo especial hincapié en los métodos colaborativos y de coordinación presentes en las técnicas de compartición de proyectos propios de la metodología BIM. En esta línea, nos encontramos actualmente inmersos en estadios más avanzados que posibiliten el trabajo en distintas ubicaciones, centrandó nuestro enfoque en la búsqueda de puntos de encuentro entre la incorporación de estas nuevas habilidades y las prácticas educativas. Para la consecución de este objetivo, este nuevo sistema integra diferentes herramientas tecnológicas apoyadas en la nube que favorecen, en la práctica docente, la posibilidad de trabajo en diferentes localizaciones. La gestión tridimensional digital permite a todos los integrantes de un proyecto acceder y modificar virtualmente su desarrollo, con lo cual, el proceso de enseñanza-aprendizaje planteado permite la consideración de diversos casos particulares que incurren en la integración real del alumnado. Esta posibilidad nos brinda nuevas oportunidades y avances en el proceso de implantación y desarrollo de BIM, al permitir incluir tanto a los alumnos que siguen con normalidad las actividades llevadas a cabo durante la evolución de la materia, como a aquellos estudiantes pertenecientes al programa Erasmus que cursan la asignatura

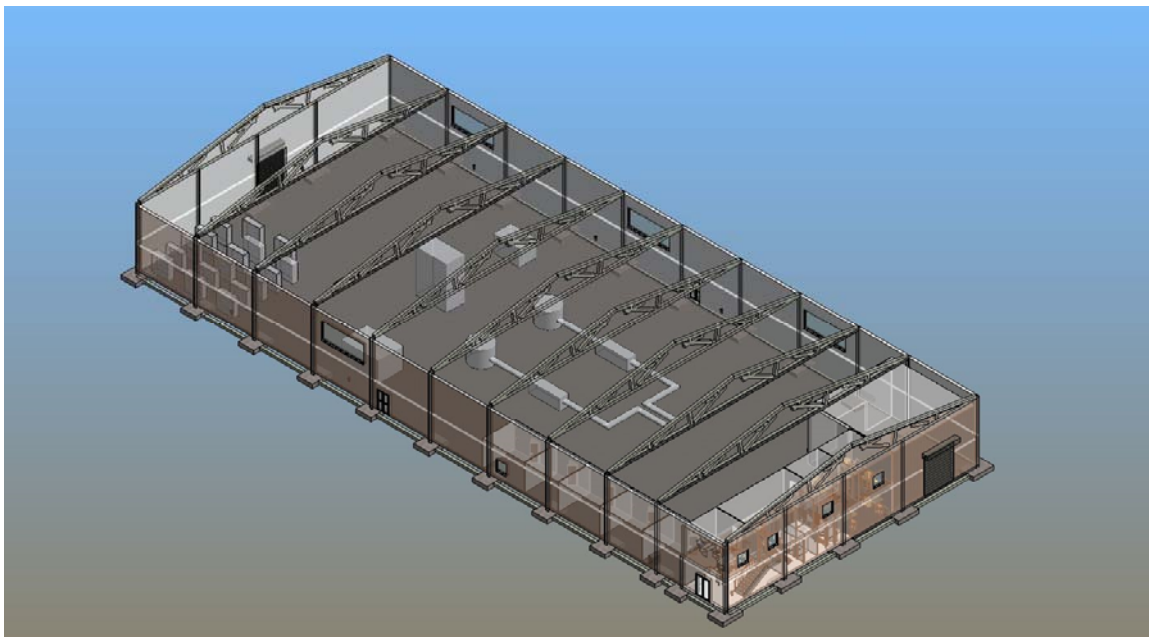
desde el extranjero y participan en tiempo real del desarrollo proyectual. Asimismo, de manera fundamental, se facilitaría enormemente el proceso de aprendizaje a posibles alumnos con dificultades de asistencia a actividades presenciales debido a situaciones de discapacidad.

Figura 4: Vista interior de la nave y línea de producción proyectada por un equipo de trabajo.
Fuente: elaboración propia, curso 2014/2015



Por lo tanto, uno de nuestros retos como docentes en este trabajo es integrar BIM dentro de la metodología colaborativa y mostrar el papel que le corresponde a la Universidad como parte fundamental en este desafío

Figura 5: Vista interior de la nave y línea de producción proyectada por un equipo de trabajo.
Fuente: elaboración propia, curso 2014/2015



3.3 Especialización

En el último escalón de la formación, en la realización del Trabajo Fin de Grado, se presenta la posibilidad de un mayor avance en la consolidación de BIM en función de la titulación y de las competencias adquiridas por el estudiante durante su formación de Grado. Permite además la adquisición de habilidades específicas propias de su especialidad.

Durante el curso 2014-2015 se elaboraron, entre otros, los siguientes TFG con BIM:

- “Diseño y cálculo de las Instalaciones térmicas de una nave industrial para albergar un taller de maquinaria”

Las herramientas utilizadas en este trabajo fueron: Revit 2014 para el modelado arquitectónico y estructural, Revit MEP para instalaciones y, como novedad, se trabajó con MagiCAD 2015 -programa específico de instalaciones y con integración directa en Revit- en su versión educativa, para el cálculo de las instalaciones térmicas.

Figura 6: Vista exterior de la nave proyectada. Fuente: elaboración propia, curso 2014/2015



Figura 7: Cargas de calefacción y refrigeración de la nave proyectada Fuente: elaboración propia, curso 2014/2015

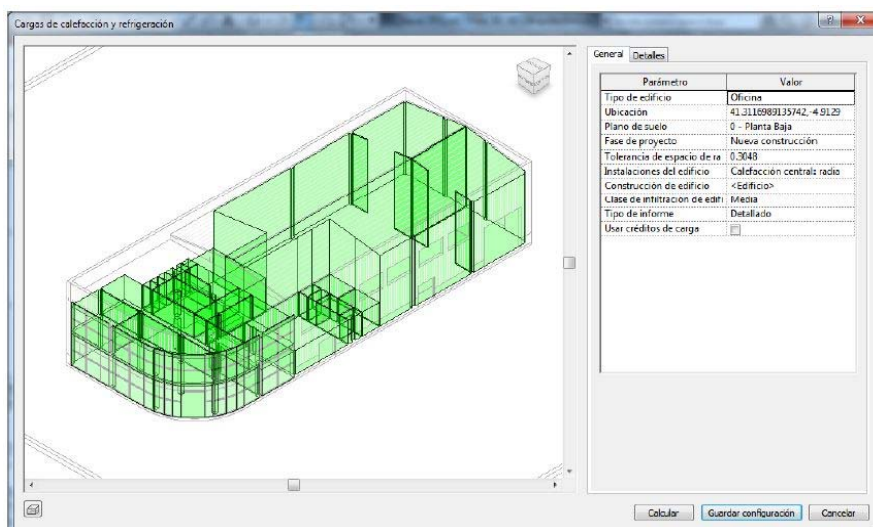
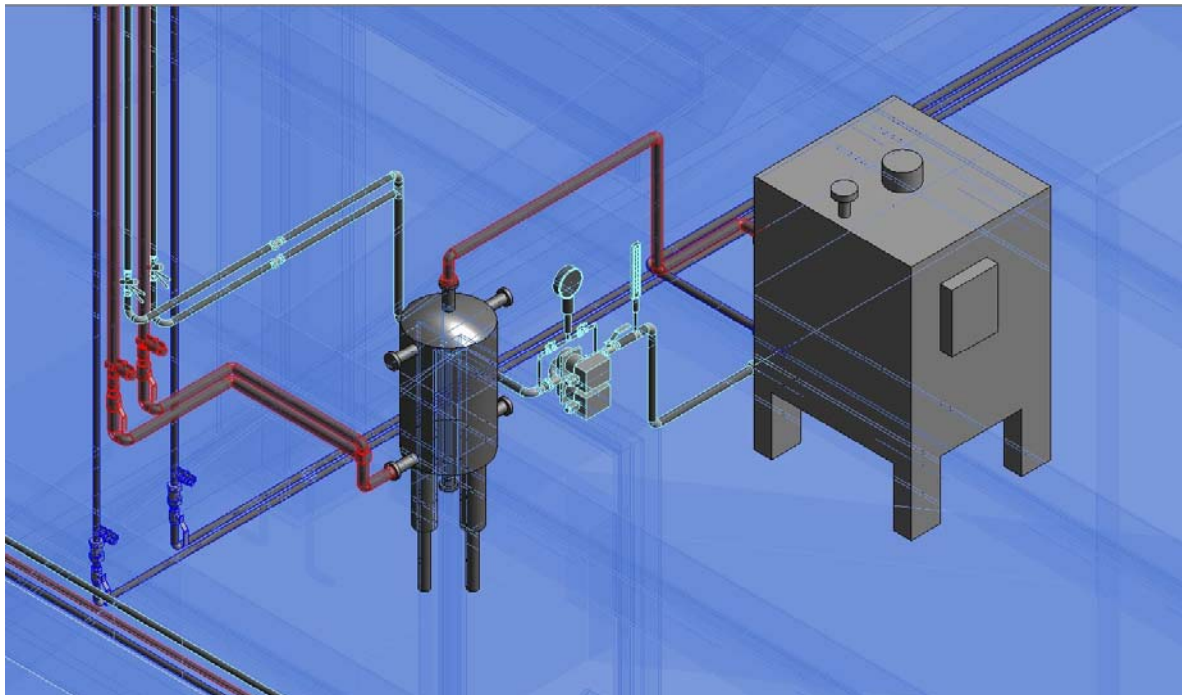


Figura 8: Estructura de la nave proyectada. Fuente: elaboración propia, curso 2014/2015



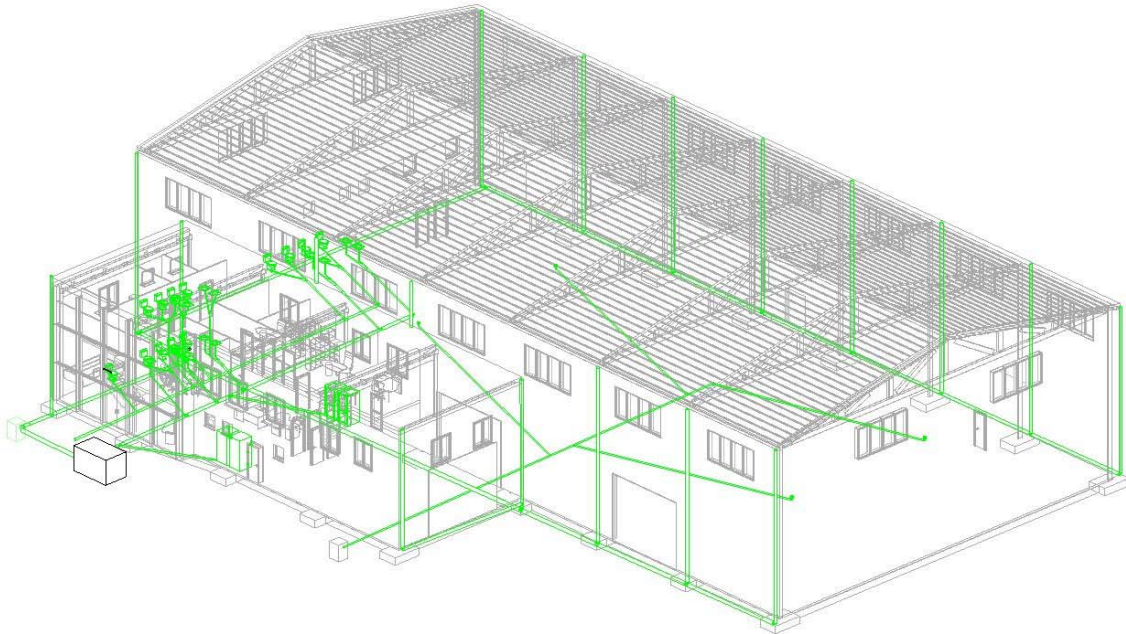
Figura 9: Detalle de las instalaciones térmicas. Fuente: elaboración propia, curso 2014/2015



- “Diseño de nave para fabricación de nacelles de energía eólica mediante modelado BIM”.

El proyecto se realizó con Revit para el modelado de la nave y Autodesk Robot Structural Analysis para el cálculo de la estructura y cimentación

Figura 10: Instalación de saneamiento de la nave proyectada. Fuente: elaboración propia, curso 2014/2015



- “Diseño de una instalación de fluidos bajo modelado BIM”.

Las herramientas utilizadas fueron Autodesk Plant Design para el modelado y las instalaciones y Naviswork para chequeos de colisiones y visualización.

- “Modelado y análisis de interoperabilidad MEP en un entorno BIM”.

Revit para el modelado, Revit MEP para las instalaciones estableciendo el intercambio de archivos IFC con el software MEP de Cype para el cálculo de instalaciones de Saneamiento. Se utilizó asimismo el programa BIM Vision de visualización.

Actualmente en la ejecución de TFG que se están elaborando bajo la metodología BIM, se está intentando alcanzar nuevas dimensiones, pues si hasta el momento nos hallamos enclavados en la fase 3D de BIM, se están llevando a cabo nuevos estudios para adentrarnos en las dimensiones 4D –planificación del tiempo- y 5D –control de presupuestos-.

4. Resultados, conclusiones y líneas futuras

Como conclusiones principales sobre el aporte del trabajo que se está llevando a cabo cabría destacar, en primer lugar, la fuerte convicción adquirida de la necesidad de implantar BIM en la formación universitaria de los ingenieros en España. La comunidad educativa debería ir siempre por delante situándose a la vanguardia respecto a las nuevas metodologías, dando a conocer y adaptándose a las tecnologías más actuales para formar a

los estudiantes con herramientas que les serán requeridas en el mundo profesional, como es el caso de BIM.

Igualmente se ha constatado la necesidad de desarrollar habilidades demandadas hoy día por el mercado laboral como son la coordinación, liderazgo-dirección y negociación. Por ello, manteniendo el planteamiento y filosofía seguidos hasta el momento basados en el trabajo en equipo, en una nueva etapa se pondrá especial interés en una de las características esenciales de la metodología BIM, que es el trabajo colaborativo y de coordinación.

Asimismo, al ir avanzando en la implantación y desarrollo de BIM, se va adquiriendo una mayor conciencia de la urgente necesidad de medios y apoyos dentro del sistema universitario. Tenemos el pleno convencimiento de que las universidades deben avalar activamente este proceso fomentando, entre los docentes y el alumnado, la participación en Proyectos de Innovación Docente, la asistencia a cursos de formación, la organización de jornadas orientadas al conocimiento del BIM, etc. Es decir, debe generarse una mentalización en el mundo universitario de la necesaria implantación y creación una cultura de BIM dentro del sistema educativo.

En el afán del equipo de docentes por fortalecer el conocimiento y difusión de esta metodología, se instó a un grupo de alumnos recién egresados a que participaran en el concurso internacional BIM Valladolid celebrado entre los días 31 de octubre y 3 de noviembre de 2015 en dicha ciudad. Los componentes del equipo no se conocieron personalmente hasta días después, el 10 de noviembre en el acto público de presentación de los trabajos, lo cual les obligó a adquirir durante el proceso habilidades de trabajo colaborativo en diferentes ubicaciones con resultados altamente satisfactorios.

En la línea de concienciación de la importancia y el alcance de BIM entre nuestros estudiantes, se han organizado durante el curso dos charlas y exposiciones sobre el tema. Concretamente asistió como ponente un ex-alumno de la Escuela de Ingenierías Industriales de Valladolid, haciéndonos partícipes de su experiencia como BIM Manager en una empresa multinacional con sede en el Reino Unido. Este hecho pone de manifiesto las posibilidades de trabajo profesional que ofrece BIM tanto a nivel nacional como internacional.

El equipo docente participa en la Comisión BIM creada por el Ministerio de Fomento para la implantación de BIM en España, a través de la plataforma es.BIM.

Como líneas futuras en el proceso continuado de trabajo, se encuadra nuestro especial interés en la compartición de proyectos, lo cual no hará más que reforzar las prácticas y métodos educativos utilizados, así como la exploración de nuevos campos, pasando de la dimensión 3D a las 4D –tiempos- y 5D –costos- del método BIM.

5. Referencias bibliográficas

- Blanco, M.; Zulueta, P.; Fernández-Coppel, I.A. & Sánchez, A., 2015. Implantación del BIM en la asignatura Proyectos Técnicos Industriales - Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales - Universidad de Valladolid. *19th International Congress on Project Management and Engineering*.
- Gnaur, D.; Svidt, K. and Thygesen, M. K., 2015. Developing Students' Collaborative Skills in Interdisciplinary Learning Environments. *International Journal of Engineering Education*, vol. 31, no. 1, pp. 257-266. ISSN: 0949-149X.
- He, R.; Wang, X.; Du, K.; Bao, B.; Shang, J. and Lv, H., 2015. The Primary Attempt of Teaching MOOC of BIM. *Advances in Social Science Education and Humanities Research*, vol. 15, pp. 93-95. ISBN:978-94-62520-66-0.

- Huhtelin, M., & Nenonen, S., 2015. A Co-creation Centre for university–industry collaboration – a framework for concept development. *Procedia Economics and Finance*, vol. 21, pp. 137-145.
- Solnosky, R.; Parfitt, M. K. & Holland, R. J., 2014. IPD and BIM-Focused Capstone Course Based on AEC Industry Needs and Involvement. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, vol. 140, no. 4. DOI: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000157.
- Solnosky, R.; Parfitt, M. K. & Holland, R. J., 2015. Delivery Methods for A Multi-Disciplinary Architectural Engineering Capstone Design Course. *Architectural Engineering and Design Management*, vol. 11, no. 4, pp. 305-324. DOI: 10.1080/17452007.2014.925418.
- Tulenheimo, R., 2015. Challenges of Implementing New Technologies in the World of BIM– Case Study from Construction Engineering Industry in Finland. *Procedia Economics and Finance*, vol. 21, pp. 469-477.
- Tuohy, P.G. & Murphy, G.B., 2015. Closing the Gap In Building Performance: Learning from BIM Benchmark Industries. *Architectural Science Review*, Vol. 58, no. 1, pp. 47-56. DOI: 10.1080/00038628.2014.975780
- Wang L.; Zhao, Z. & Xu, N., 2015. Deep Belief Network Based 3D Models Classification in Building Information Modeling. *International Journal of Online Engineering*, vol. 11, no. 5, pp. 57-63. DOI: 10.3991/ijoe.v11i5.4953.
- Williams, G.; Gheisari, M.; Chen, P-J. & Irizarry, J., 2015. BIM2MAR: An Efficient BIM Translation to Mobile Augmented Reality Applications. *Journal of Management in Engineering*, vol. 31, no. 1. DOI: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000315.