



# EL TRABAJO FIN DE GRADO EN LA ARQUITECTURA TÉCNICA

## Evolución y contenidos

The Final Degree Project in Technical Architecture: Evolution and contents

SARA GONZÁLEZ MORENO, BELÉN ZURRO GARCÍA, JOSÉ MANUEL GONZÁLEZ MARTÍN, AMPARO BERNAL LÓPEZ-SANVICENTE, ÁNGEL RODRÍGUEZ SAIZ  
Universidad de Burgos, España

---

### KEYWORDS

*BA dissertation  
Collaborative Work  
Multidisciplinary Work  
Tutor-Student Empathy  
Team Work  
Comprehensive training  
Professional Competence*

---

### ABSTRACT

*One of the most important components of the teaching-learning process of the Technical Architecture degree is the completion of the BA dissertation that combines all the knowledge and skills developed in the different disciplines that make up the Study Plan. The aim of this paper is to visualize the evolution of the teaching and learning process in the Final Degree Project in the Technical Architecture and Building Engineering studies of Burgos University, showing the different adaptations of the contents and the typology chosen for its development.*

---

### PALABRAS CLAVE

*Trabajo Fin de Grado  
Trabajo Colaborativo  
Trabajo Multidisciplinar  
Empatía Tutor-Estudiante  
Trabajo en Grupo  
Formación Integral  
Competencia Profesional*

---

### RESUMEN

*Uno de los componentes más importantes del proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudios de Arquitectura Técnica es la realización de un proyecto final que aglutina todos los conocimientos y competencias desarrollados en las diferentes disciplinas que configuran el Plan de Estudios. El objetivo de esta propuesta es visualizar la evolución del proceso de enseñanza y aprendizaje en el Proyecto Fin de Grado en los estudios de Arquitectura Técnica e Ingeniería de Edificación de la Universidad de Burgos, mostrando las diferentes adaptaciones de los contenidos y la tipología elegida para su desarrollo.*

---

Recibido: 01/ 04 / 2022

Aceptado: 14/ 06 / 2022

## 1. Introducción

A diferencia de otros sectores productivos, la industria de la construcción se caracteriza por su carácter conservador, ya que incorpora con más lentitud las innovaciones tecnológicas y de gestión que ofrece el progreso científico (Ghío y Bascañán, 2008). No obstante, es evidente que en los últimos años el Sector de la Construcción ha experimentado importantes cambios mediante la implementación de técnicas de digitalización y simulación, como AutoCad y BIM (*Building Innovation Modeling*) (Robles y Sánchez, 2022) o la aplicación de nuevas metodologías de gestión integral de proyectos, como Lean Construction y Project Management (Sánchez, 2012).

Uno de los elementos más importantes para las empresas de construcción es el factor humano, imprescindible para conseguir hacer realidad las creaciones de los técnicos proyectistas. En este sentido, las obras de construcción son gestionadas por profesionales que primero son personas, por lo que es preciso indicar que, en la gestión de proyectos de construcción:

Las personas pasan a ser tratados como agentes activos y proactivos, dotadas de inteligencia, creatividad, iniciativa y poder de decisión. Se valoran sus habilidades y competencias personales e individuales, como parte esencial para lograr el éxito en proyectos de toda índole (Armengol *et al.*, 2017, p. 2).

En el caso de los Arquitectos Técnicos-Ingenieros de Edificación, el desarrollo de competencias profesionales para la gestión de los proyectos es esencial, ya que en una obra de construcción confluyen una variedad de organizaciones que deben ser orientadas hacia la consecución de un objetivo común (Navarro *et al.*, 2012; Moradi *et al.*, 2020). En este sentido, en España, la figura del Arquitecto Técnico-Ingeniero de Edificación siempre ha sido una componente esencial de cohesión en el desarrollo y gestión de los Proyectos de Edificación, donde de forma simultánea o sucesiva concurren diferentes oficios (Traver, 2021). Las singularidades del Sector de la Construcción, en las que el resultado último de las actividades de construcción debe ser único y singular, precisa de profesionales formados y con capacidad de adaptación a los continuos cambios y estrategias que exige el desarrollo de una obra de construcción (Fuentes, 2016; Nguyen y Mohamed, 2020). La formación de los Arquitectos Técnicos e Ingenieros de Edificación es esencial para disponer de profesionales expertos que se adapten a los cambios tecnológicos y estratégicos de las empresas constructoras (Fuentes y Navarro, 2013). Para ello, los Planes de Estudio deben contemplar todos los aspectos formativos que configuran las competencias y atribuciones profesionales, además de proporcionales competencias transversales esenciales en el ejercicio de la profesión como son la gestión de los procesos y la capacidad de trabajo en equipo (Llorent, 2012). La respuesta a estas necesidades competenciales está en la configuración del Curriculum personal de cada estudiante durante el proceso de formación.

Para que los estudiantes, una vez formados en las diferentes disciplinas curriculares, se conviertan en profesionales competentes y preparados, con capacidad para dar respuesta a las vicisitudes reales que pudieran surgir en el día a día, es necesario poner en valor los conocimientos adquiridos y relacionarlos entre sí. En este sentido, el Proyecto Fin de Carrera se convierte en el espacio de confluencia de las diferentes disciplinas, ahora denominado Proyecto Fin de Grado desde la adaptación de los estudios de Arquitectura Técnica e Ingeniería de Edificación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES)

## 2. Evolución de los estudios de Arquitectura Técnica e Ingeniería de Edificación

La profesión de Aparejador, Arquitecto Técnico o Ingeniero de Edificación, en sus diferentes acepciones, ha sido el resultado de una evolución en el tiempo consecuencia de las continuas adaptaciones de los estudios de la ancestral profesión de Maestro de Obras. Con el Real Decreto de 24 de enero de 1855, también conocido como Decreto Luján, se creó el Cuerpo de Peritos Aparejadores en las Academias de Nobles Artes. Después de varias vicisitudes respecto de su duración y su carácter profesional, mediante el Real Decreto de 20 de agosto de 1895 la titulación se implantó definitivamente en la Escuela Central de Artes y Oficios con dos modalidades específicas: la enseñanza Técnico Industrial y la Enseñanza Técnico-Artística. Posteriormente, varias disposiciones modificaron los Planes de Estudios hasta que el Real Decreto de 16 de diciembre de 1910 reguló la titulación de Aparejador Titular de Obras.

En el año 1924, los estudios de Aparejador se vincularon orgánicamente a las Escuelas de Arquitectura de Madrid y Barcelona, con sucesivos cambios en los Planes de Estudio hasta su emancipación en el año 1972. La Ley 2/1964 de 27 de abril sobre Reordenación de las Enseñanzas Técnicas suprime la denominación de Aparejador, siendo sustituida por la de Arquitecto Técnico (Jefatura del Estado, 1964). De esta forma, mediante el Real Decreto-Ley de 29 de febrero de 1969 se creó la especialidad de Arquitecto Técnico en Ejecución de Obras, única en todo el Estado Español (Ministerio de Educación y Ciencia, 1969).

La Ley 14/1970 General de Educación, de 4 de agosto posibilitó que las Enseñanzas Técnicas de Arquitectura Técnica, dependientes hasta entonces de las Escuelas de Arquitectura, se impartieran en centros independientes de carácter experimental, creándose en el Curso Académico 1972-1973 las denominadas Escuelas Universitarias de Arquitectura Técnica (Jefatura del Estado, 1970). Estos nuevos centros de enseñanza se incorporaron al sistema

universitario español, con autonomía y personalidad jurídica propia. De esta forma, la formación universitaria se estructuró en tres ciclos independientes: un primer ciclo terminal con los estudios de Arquitectura Técnica, un segundo ciclo correspondiente a los estudios de Arquitectura y, un tercero que desarrollaba los estudios de doctorado. Para acceder a los estudios de Arquitectura y Arquitectura Técnica se estableció al finalizar los estudios de bachillerato un Curso de Orientación Universitaria (COU), que sustituía al hasta entonces vigente Curso Preuniversitario (PREU) de la Ley de Enseñanza Media del año 1953.

Desde el año 1977, los estudios de Arquitectura Técnica han estado afectados en su configuración docente por los cambios producidos en el sistema universitario español, tanto desde el punto de vista de su duración, contenidos y denominación del título. En 1999 se inicia el proceso de convergencia de los estudios europeos en el conocido como Plan Bolonia, donde se formaliza un compromiso de configurar un contexto de equivalencias, de forma que sea posible la convergencia de los estudios universitarios de los diferentes países firmantes. De esta forma, mediante el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, todos los estudios universitarios quedaron configurados en tres categorías docentes: un Primer Ciclo de Estudios de Grado, un Segundo Ciclo de Estudios de Máster, y un Tercer Ciclo de Estudios de Doctorado (Ministerio de Educación y Ciencia, 2007).

Aprovechando esta coyuntura, tanto las Universidades como los Consejos Profesionales de la Arquitectura Técnica apostaron por adaptar el Título de Arquitecto Técnico en Ejecución de Obras al de Ingeniero de Edificación, circunstancia que posibilitaba establecer una correspondencia y equivalencia con otras titulaciones del ámbito internacional. No obstante, esta oportunidad se vio frustrada por controversias con el Consejo Oficial de Colegios de Ingenieros Industriales, que impugnaron la denominación de Ingeniero de Edificación, siendo anulada tanto por el Tribunal Supremo como por el Tribunal Constitucional. Circunstancias de carácter procesal han posibilitado que cuatro Universidades (Universidad de Cartagena, Universidad de La Laguna, Universidad de Castilla La Mancha y Universidad Europea de Madrid) puedan todavía seguir expidiendo títulos con esta denominación.

## **2.1. El Trabajo Fin de Carrera y el Trabajo Fin de Grado en los estudios de Arquitectura Técnica-Ingeniería de Edificación**

Una de las potencialidades de la profesión de Arquitecto Técnico-Ingeniero de Edificación es la capacidad de gestionar procesos en los que participan una multiplicidad de profesionales. Esto requiere diseñar métodos de formación específicos que pongan en práctica las habilidades y destrezas adquiridas en las diferentes disciplinas que configuran el Plan de Estudios, que se materializan en el denominado Proyecto Fin de Carrera y, actualmente, con la adaptación de los estudios al EEES, en el Proyecto Fin de Grado.

Hasta el año 1986, el entonces Trabajo Fin de Carrera era una materia competencial del Departamento de Expresión Gráfica. A partir de entonces, con el cambio del Plan de Estudios, se incorporan en su impartición también el Departamento de Construcciones Arquitectónicas e Ingeniería de la Construcción y del Terreno y el Departamento de Ingeniería Civil. A partir de este momento, en el Trabajo Fin de Carrera se comienza a desarrollar una docencia diferente a la seguida en los planes de estudios anteriores, con una orientación multidisciplinar, en la que los docentes encargados de su impartición desarrollan un proceso de enseñanza-aprendizaje en forma de seminario con el conjunto de estudiantes.

El carácter profesional de la Titulación de Arquitectura Técnica-Ingeniería de Edificación y su dimensión generalista, obligan a establecer indicadores de aprendizaje destinados al desarrollo de competencias y habilidades necesarias para el desempeño de la profesión orientada a la gestión técnica, y económica de procesos de construcción, complementada con una actividad paralela de control de la seguridad y de la organización de métodos de trabajo.

La adaptación de los estudios de Arquitectura Técnica-Ingeniería de Edificación al EEES ha optado por una tipología de desarrollo del Trabajo Fin de Grado de carácter individual, en muchos casos con una orientación meramente investigadora. Esta tipología de Trabajo Fin de Grado muestra algunas debilidades. Rodríguez y Bernal (2022) señalan que el TFG personal no favorece la interacción entre estudiantes, ya que, al ser una actividad individualizada, no se posibilita el desarrollo de competencias colaborativas y cooperativas, ambas imprescindibles en la gestión y desarrollo de los procesos de construcción. Por otra parte, consideran que el Trabajo Fin de Grado personal se asemeja más a un Trabajo Fin de Máster o de Posgrado, de carácter investigador, totalmente desubicado de la vocación profesional del Trabajo Fin de Grado. En este sentido, no hay que olvidar que en la Universidad se están formando profesionales para el desempeño de una profesión, y no todos los estudiantes optan por la carrera docente en la que la investigación sí es una componente esencial. Además, la temática objeto de estudio y desarrollo en el Trabajo Fin de Grado debe estar orientada al desempeño profesional, por lo que los contenidos deben contemplar, entre otros, materia referida a la ejecución de los proyectos y a la gestión de los procesos constructivos de las diferentes unidades de obra.

Después de múltiples debates, la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Burgos, responsable de la impartición de los estudios del Grado en Arquitectura Técnica, ha optado por un desarrollo colaborativo del Trabajo Fin de Grado, posibilitando una sólida formación técnica para la gestión de la pluralidad de actividades que acontecen en los procesos de construcción y potenciando el trabajo en grupo, tal y como se sucede en una

obra de construcción. De esta forma, se prepara a los estudiantes para hacer frente a una realidad que condiciona el desarrollo de las competencias personales, en un entorno en el que la interacción con otros profesionales es factor competitivo esencial.

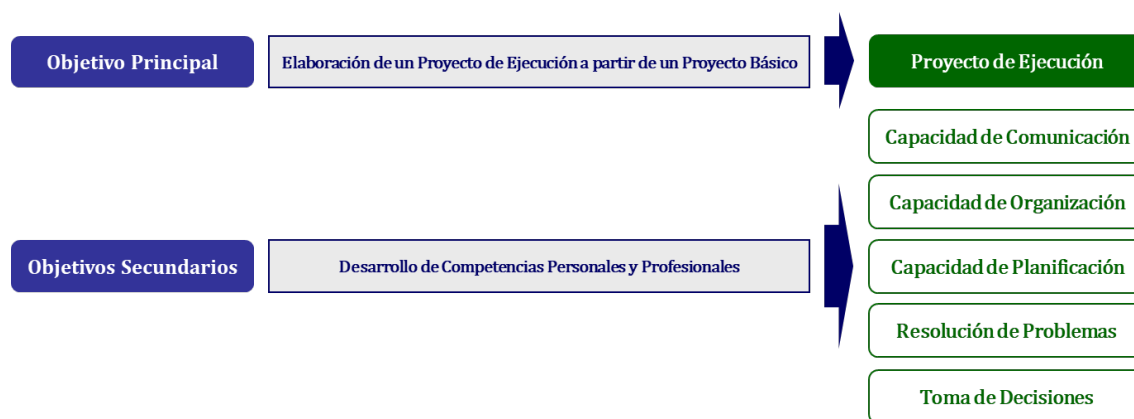
Tomando como referencia este contexto colaborativo, la configuración de los grupos de trabajo pretende también establecer una cierta autonomía en su organización, aplicando las nuevas tendencias de la gestión de proyectos para el desarrollo del talento de las personas, que ponen en común sus habilidades y destrezas personales (Lalloux, 2015)

### 3. Objetivos y competencias del Trabajo Fin de Grado en Arquitectura Técnica

#### 3.1. Objetivos

El Trabajo Fin de Grado en la Titulación del Grado de Arquitectura Técnica de la Universidad de Burgos es una asignatura más del Plan de Estudios, cuyo cometido es la realización de un Proyecto de Ejecución de carácter profesional, en el contexto del desarrollo competencial y atribucional de la profesión de Arquitecto Técnico-Ingeniero de Edificación, a partir de un Proyecto Básico (ver Figura 1).

Figura 1. Objetivos del Trabajo Fin de Grado



Fuente: Elaboración propia, 2022.

El objetivo principal de este trabajo es la elaboración de un Proyecto de Ejecución a partir de un Proyecto Básico y realizar su gestión, mediante la puesta en práctica de las competencias adquiridas en estudio de las asignaturas del Plan de Estudios. Tomando como referencia un caso real, los estudiantes desarrollan los diversos apartados del proyecto, aplicando los conocimientos técnicos y desarrollando capacidades competenciales en un entorno virtual, semejante al que acontece en un proyecto real. La gestión de los procesos y la aplicación de los conocimientos adquiridos son los objetivos principales del Trabajo Fin de Grado. Estos objetivos los contextualizamos en el ámbito profesional y están directamente relacionados con las funciones técnicas que desarrolla en obra el Arquitecto Técnico-Ingeniero de Edificación. Como objetivos secundarios, pero no menos importantes, están la capacidad de gestionar procesos en los que intervienen una pluralidad de empresas profesionales, bien de forma simultánea o sucesiva, desarrollando capacidades de interlocución que favorezcan el correcto desarrollo de los trabajos. Por otra parte, una correcta organización de la obra supone una ventaja competitiva para cumplir con las previsiones del proyecto. Para ello, la planificación de los procesos de construcción que configuran las diferentes unidades de obra es esencial, asignando los medios materiales y humanos necesarios en cada momento para evitar tiempos improductivos, retrasos en la producción o penalizaciones.

En estas actividades de gestión, organización y planificación tiene especial relevancia la toma de decisiones para resolver los problemas que pudieran surgir en el desarrollo de los trabajos. Esta es una cualidad singular de un buen gestor, que debe decidir con responsabilidad y conocimiento técnico a las vicisitudes que pudieran surgir en el día a día de una obra.

Todos estos objetivos están relacionados con las competencias y atribuciones profesionales de un Arquitecto Técnico-Ingeniero de Edificación cuando actúa como Jefe de Obra, complementadas con la capacidad de comunicar, de integrar y desarrollar destrezas y habilidades para una correcta gestión de los procesos en un entorno colaborativo. Se puede afirmar que el Trabajo Fin de Grado de los estudios del Grado en Arquitectura Técnica de la Universidad de Burgos tiene como objetivo único el desarrollo personal y profesional integral de los estudiantes.

### 3.2. Competencias del proceso de enseñanza y aprendizaje en el Trabajo Fin de Grado

Como se ha indicado, el proceso de enseñanza-aprendizaje del Trabajo Fin de Grado pretende conseguir una formación profesional y competencial de los estudiantes, para que puedan gestionar con solvencia los trabajos de las diferentes Unidades de Obra del Proyecto de Ejecución.

Diferenciando la Fase de Proyecto de la Fase de Ejecución, el desarrollo curricular del Trabajo Fin de Grado se ha configurado para que los estudiantes desarrollen su habilidades y destrezas, siendo capaces de hacer frente a los retos del proceso constructivo.

1. En Fase de Proyecto, los estudiantes deben ser capaces de adquirir conocimientos y desarrollar habilidades para conocer las nuevas tecnologías de construcción y los nuevos materiales, con el objetivo de adecuar la redacción del Proyecto de Ejecución de la obra a la normativa aplicable. Por otra parte, la crisis energética actual requiere adecuar los proyectos a las nuevas exigencias en materia de eficiencia energética y en el uso de energías renovables.

Una actividad esencial es el control económico del proceso de construcción, para lo que deberá aplicar técnicas de cálculo, medición, estimación y justificación económica de los diferentes apartados que lo conforman. Por otra parte, se deberán llevar a cabo los exámenes y análisis patológicos para la conservación y mantenimiento de los edificios, recabando los informes técnicos y la documentación gráfica correspondientes.

Es importante señalar las nuevas competencias profesionales en la gestión y tratamiento de los residuos de deconstrucción y demolición, posibilitando su incorporación de nuevo al proceso productivo mediante el estudio de su ciclo de vida de los materiales y de los sistemas constructivos. Por último, la gestión de los proyectos debe garantizar la seguridad de las personas, por lo que deben redactarse los correspondientes Estudios de Seguridad y Salud y los Planes de Seguridad y Salud, de acuerdo con la tipología de la obra y los trabajos a desarrollar.

2. En la Fase de Ejecución los estudiantes deberán desarrollar habilidades para programar y coordinar los trabajos previos a la ejecución de la obra, como la planificación de los espacios, los estudios geotécnicos, o la topografía y replanteo del terreno.

Uno de los factores de éxito de las obras de construcción es el control y seguimiento de los procesos por parte del Jefe de Obra de acuerdo con la programación y temporización de los trabajos, desde la fase de movimiento de tierras, hasta la configuración de las estructuras, la ejecución de los elementos de interior, la disposición de las instalaciones o los acabados. Es importante la adecuación del proceso de ejecución a los tiempos programados, de acuerdo con las previsiones económicas, de calidad y seguridad previstas en el proyecto.

### 3.3. Desarrollo de competencias

Con la realización de este Trabajo Fin de Grado se pretende que los estudiantes adquieran las competencias necesarias para la ejecución material de todos los trabajos que constituyen una obra de edificación y sus instalaciones. Teniendo en consideración la calidad de lo construido, mediante la creación de los planes de control de calidad, será necesario, además, tener un control económico de las diferentes partidas, realizando una gestión mediante certificación de las unidades ejecutadas.

Con estos objetivos se pretenden las competencias necesarias para el desempeño de la profesión, tal como se describe en la Memoria verificada del Título del Grado en Arquitectura Técnica de la Universidad de Burgos, aprobada el 23 de julio de 2013 (Universidad de Burgos, 2013). En la Tabla 1 se describen las competencias principales y secundarias contenidos en la Memoria de Título.

Tabla 1. Objetivos del Trabajo Fin de Grado en la Memoria de Título de Arquitectura Técnica

Objetivos	Indicadores
<b>Principales</b>	Capacidad para realizar como Jefes de Obra la ejecución material de todos los trabajos que constituyen una obra de edificación y sus instalaciones
	Poseer y comprender conocimientos en el ámbito de la Ingeniería de Edificación.
	Aplicación de los conocimientos adquiridos a su trabajo de forma profesional.
<b>Secundarios</b>	Capacidad de argumentar y resolver problemas en su área de estudio como expertos en construcción
	Competencia para reunir e interpretar datos y emitir juicios con una reflexión.
	Transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado

Fuente: Elaboración propia, 2022.

## 4. Metodología del Trabajo Fin de Grado Basada en Proyectos

La Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación, define el proyecto como *“el conjunto de documentos mediante los cuales se definen y determinan las exigencias técnicas de las obras. Por otra parte, también se indica que se deberán “justificar técnicamente las soluciones propuestas de acuerdo con las especificaciones requeridas por la normativa técnica aplicable”.*

Los documentos que forman parte del proyecto de ejecución de una construcción son numerosos y de diversa complejidad técnica, relacionados con aspectos como la funcionalidad y habitabilidad del edificio, la prevención y seguridad en el desarrollo de los trabajos o la coordinación de actividades empresariales. Para la elaboración de los documentos del Proyecto de Ejecución es necesario establecer sinergias entre los diferentes redactores, con el objetivo de que conseguir un documento coherente, con el fin de que el edificio, una vez ejecutado, actúe como una sola unidad.

Tomando como referencia estas premisas, el Trabajo Fin de Grado también debe ser el reflejo de la realidad constructiva de un proyecto, por lo que en la Titulación del Grado de Arquitectura Técnica de la Universidad de Burgos ha apostado por dotar al Trabajo Fin de Grado de los contenidos asociados al Proyecto de Ejecución.

### 4.1. Planteamiento inicial del Trabajo Fin de Grado y contenidos

Al inicio del curso, los docentes encargados de la tutela e impartición del Trabajo Fin de Grado proponen a los estudiantes un Proyecto Básico, facilitándoles información técnica referida a las características, dimensiones y usos del edificio, ubicación de instalaciones y redes municipales y estudio geotécnico del terreno. Con esta información, los estudiantes deberán desarrollar en grupos de no más de tres personas el Proyecto de Ejecución correspondiente a dicho inmueble, con desarrollo de los contenidos en diferentes documentos.

El documento generalista más importante es la Memoria Descriptiva del Proyecto de Ejecución, donde se describen pormenorizadamente todos los elementos relacionados con el diseño y funcionalidad del edificio. Se dedicará especial atención al desarrollo de la Memoria Constructiva, en la que se describirán las técnicas y procedimientos constructivos utilizados en la configuración de las distintas unidades de obra, los sujetos intervinientes implicados en su realización y la información técnica que deberá incluir las plantas, alzados, secciones y detalles constructivos del edificio. Por último, se deberán incluir las Clausulas Generales y Particulares que rigen el desarrollo del proyecto, con especial referencia a las Cláusulas Administrativas y a las condiciones técnicas de aplicación.

Aunque los Arquitectos Técnicos-Ingenieros de Edificación tienen limitadas sus atribuciones profesionales para la firma de proyectos y el cálculo de estructuras, los docentes encargados de impartir la asignatura consideran necesario formar a los estudiantes en el conocimiento del cálculo de estructuras, con el objetivo de que identifiquen sus elementos y puedan determinar si están suficientemente dimensionadas para soportar las diferentes acciones a las que un edificio puede estar sometido. Para ello, deberán redactar una Memoria Descriptiva Estructural en la que se justifique la solución adoptada para la sustentación del edificio, así como el cumplimiento de la normativa de aplicación, de acuerdo con las prescripciones técnicas establecidas en el Código Técnico de la Edificación (Ministerio de Vivienda, 2006). Deberán aportarse también los esquemas de la planimetría de la totalidad de la estructura.

Como en el caso de las estructuras del proyecto, muchas de las instalaciones del edificio deben ser diseñadas y dimensionadas por Ingenieros Industriales especialistas, con atribuciones específicas en la materia. No obstante, en el ámbito estrictamente competencial, también es necesario que los Arquitectos Técnicos-Ingenieros de Edificación sepan identificar los elementos que forman las diferentes instalaciones del edificio. Para ello, deberán redactar una Memoria Descriptiva de Instalaciones en la que se muestren las características y dimensionado de las instalaciones de electricidad, saneamiento, climatización y protección contra incendios, describiendo todos los componentes de éstas. Además, se deberá considerar el uso de energías renovables como la instalación de placas solares, aerotermia, geotermia etc., para conseguir una eficiencia energética que minimice el consumo de energía y garantice las condiciones de confort del edificio, de acuerdo con las prescripciones técnicas y la normativa vigente de aplicación. Junto con la memoria, se realizará el cálculo de las instalaciones, aportando documentación técnica, esquemas y detalles. Por último, se deberá realzar la Certificación Energética del Edificio.

Otro aspecto importante a considerar es el estudio económico del proyecto, para conocer el presupuesto o inversión necesaria para su ejecución. Un presupuesto fiable debe sustentarse en la identificación y estudio de las diferentes unidades de obra que componen el proyecto para, posteriormente, poder hacer una correcta medición. Para ello, se deberá proporcionar una valoración presupuestaria de unidad de medidas, con los precios unitarios y descompuestos correspondientes a las diferentes partidas.

La organización del proceso de ejecución del proyecto y la coordinación de las actividades que deben llevarse a cabo para su realización, forman parte de las competencias y atribuciones profesionales de los Arquitectos Técnicos-Ingenieros de Edificación como Jefes de Obras y Directores de Ejecución. Los estudiantes deberán aportar una Memoria de Oficios y un organigrama descriptivo con la planificación de los trabajos a realizar, distribuidos e integrados de forma temporal para evitar interferencias entre ellos, minimizando los tiempos improductivos

que puedan altera el desarrollo del proceso de ejecución. Para ello, se utilizará software específico para la gestión temporal de proyectos.

Una de las funciones más importantes de los Arquitectos Técnicos-Ingenieros de Edificación es la de garantizar el cumplimiento de la normativa en materia preventiva en las obras de construcción. Esta función está inmersa en las actividades organizativas del proceso constructivo y puede hacerse de diferentes formas, bien como Jefe de Obra responsable de aplicar los procedimientos de construcción con diligencia, de acuerdo con las buenas prácticas constructivas y las medidas preventivas a aplicar, o bien como Coordinador de Seguridad, en Fase de Proyecto o en Fase de Ejecución. Los estudiantes deberán redactar el Estudio de Seguridad y Salud del proyecto y el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en Fase de Ejecución, de acuerdo con los procedimientos constructivos, la maquinaria utilizada y las singularidades de la obra. Además, deberá aportarse una valoración presupuestaria de las inversiones necesarias para garantizar la seguridad en la ejecución de los trabajos, con previsión de los medios de protección individuales y colectivos necesarios.

En la Tabla 2 se muestra un esquema descriptivo resumido de los diferentes apartados que componen el Trabajo Fin de Grado.

Tabla 2. Estructura de los contenidos del Trabajo Fin de Grado

Arquitectura y Construcción	Documentación Gráfica	Situación	
		Plantas	
		Secciones	
		Alzados	
		Detalles Constructivos	
	Memorias	Memoria de Carpinterías	
		Constructiva:	Definición de elementos
		Descriptiva:	Agentes intervinientes
		Ruido:	Análisis y Mapa de Ruidos
		Pliego de Condiciones	
Estructura	Documentación Gráfica	Cláusulas Administrativas	
	Memoria	Condiciones Generales y Particulares	
		Planimetría de Estructuras	
		Cálculo y Dimensionado de las Estructuras	
		Descripción del Sistema Estructural	
Justificación de cumplimiento de normativa			
Instalaciones	Documentación Gráfica	Agua para el consumo humano (AP)	
		Agua Caliente Sanitaria (ACS)	
		Saneamiento: Aguas Residuales y Pluviales	
		Instalaciones Eléctricas	
		Instalaciones de Climatización	Ventilación
	Memoria	Calefacción	
		Refrigeración	
		Protección frente a Incendios	
		Descripción de las Instalaciones	
		Justificación del Cálculo y Dimensionado	
Mediciones y Presupuesto	Eficiencia Energética	Calificación y Certificación Energética	
		Cuadro de Precios	Precios Unitarios
	Presupuesto	Precios Descompuestos	
		Medición de las Unidades de Obra	
		Coste Total de la Obra	

Organización	Memoria	Memoria de Oficios
	Documentación Gráfica	Memoria de Actividades
Seguridad y Salud	Documentación Gráfica	Diagramas de Actividades
		Protecciones
	Estudio de Seguridad	Colectivas
		Individuales
		Plan de Evacuación
Presupuesto	Servicios Sanitarios	
	Memoria Informativa	
	Memoria Descriptiva	
	Medición y Valoración	

Fuente: Elaboración propia, 2022.

## 4.2. Gestión del Trabajo Fin de Grado

De acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento del Trabajo Fin de Grado y Trabajo Fin de Máster de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Burgos, los estudiantes deberán estar dirigidos por uno o más tutores, docentes de las ramas principales del Grado.

En el caso del Trabajo Fin de Grado de Arquitectura Técnica, los estudiantes cuentan con el apoyo de profesores vinculados a las ramas de conocimiento de los distintos departamentos implicados (Expresión Gráfica, Construcciones Arquitectónicas e Ingeniería de la Construcción y del Terreno e Ingeniería Civil). El seguimiento se realiza en “régimen de seminario” (Seife *et al.*, 2012) donde, de forma coordinada, los docentes asisten a los alumnos ayudándoles en el desarrollo de los trabajos y tutelando todo el proceso de enseñanza-aprendizaje.

El desarrollo de las clases parte de una primera explicación de la materia objeto de estudio y, posteriormente, se promueve el dialogo entre estudiantes y los docentes de cada una de las especialidades formativas como el cálculo de estructuras, el diseño y dimensionado de las instalaciones, el control de la calidad de los materiales de construcción, la organización y programación de las actividades, las mediciones o la calidad y seguridad de los trabajos. Los docentes incentivan la participación activa de los estudiantes y promueven el trabajo colaborativo entre ellos.

Como complemento al proceso de aprendizaje, se organizan seminarios específicos impartidos por profesionales del sector, mediante la exposición de materia especializada referida a domótica y telecomunicaciones, organización de obras, seguridad y salud, eficiencia energética y al uso y aplicación de programas informáticos específicos. Especial relevancia tiene la aplicación de la Metodología BIM (*Building Information Modeling*) que, de forma lenta, pero continuada, se va introduciendo en el desarrollo de los proyectos.

## 5. El trabajo colaborativo en el Trabajo Fin de Grado: Ventajas competitivas

La puesta por el desarrollo del Trabajo Fin de Grado en un entorno colaborativo aporta ventajas para el proceso de aprendizaje de los estudiantes del Grado de Arquitectura Técnica.

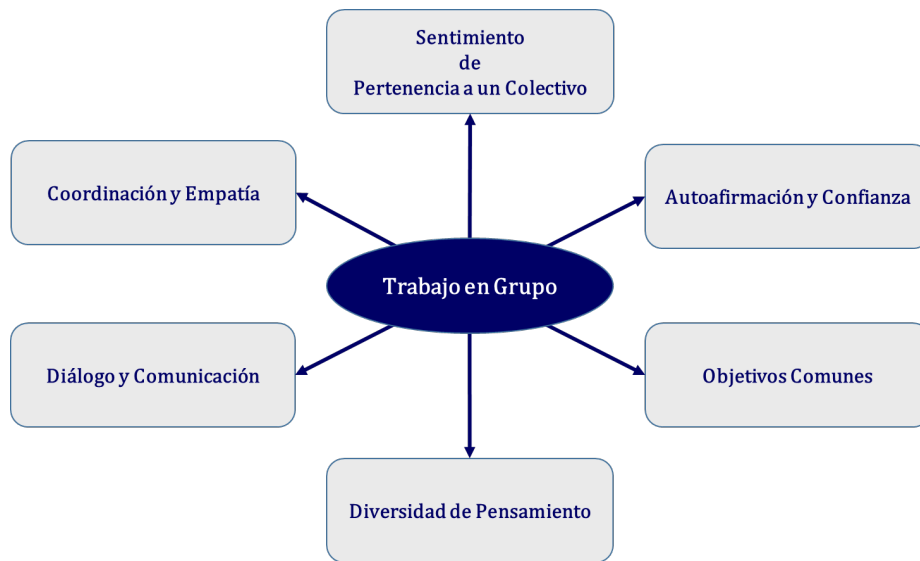
Desde un punto de vista meramente práctico, el desarrollo del Trabajo Fin de Grado en grupo permite adquirir habilidades y destrezas competenciales que facilitan a los estudiantes su integración en los entornos laborales. En este contexto, todo el proceso de enseñanza-aprendizaje está orientado a formar profesionales con responsabilidades en la ejecución de proyectos como Jefes de Obra, potenciando las competencias de estos profesionales.

Los Jefes de Obra son los responsables de organizar y dirigir los trabajos para la ejecución de los proyectos. Esto implica que deben ser expertos en el conocimiento técnico de los procesos y en su gestión, desarrollando las competencias personales y profesionales que permitan crear un ambiente de trabajo coordinado y eficiente. Con el desarrollo del Trabajo Fin de Grado en un entorno colaborativo se están potenciando estas cualidades, por lo que se cumple con el objetivo final de formar buenos profesionales, con actitudes, habilidades y destrezas suficientes para hacer frente a los retos e incertidumbres del proceso de ejecución de una obra.

Como se muestra en la Figura 2, el Trabajo en Grupo posibilita el trabajo en equipo, incentiva la comunicación y empatía entre sus integrantes y permite un aprendizaje colaborativo integrador.



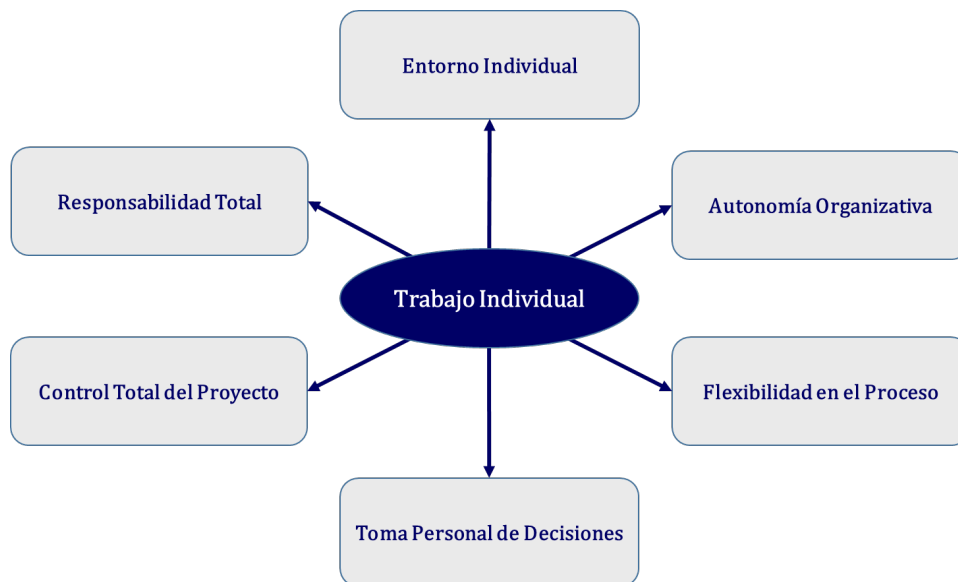
Figura 2. Ventajas y potencialidades del Trabajo Fin de Grado en Grupo



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Por el contrario, el desarrollo del Trabajo Fin de Grado de manera individual dota al estudiante de una mayor autonomía organizativa y un control personal de las decisiones que debe adoptar en el proceso de elaboración (ver Figura 3). Estas circunstancias pueden ser muy válidas en personas con una mayor confianza y autocontrol, pero pueden resultar un problema para los estudiantes inseguros, con dificultades para tomar iniciativas o que precisan de apoyos para aprender. Este tipo de gestión es apropiado para estructuras jerarquizadas de gestión, pero en el desarrollo de las obras de construcción es preciso establecer entornos colaborativos, por la multiplicidad de profesionales que confluyen en las mismas.

Figura 3. Características del Trabajo Fin de Grado Individual



Fuente: Elaboración propia, 2022.

## 6. Discusión

El proceso de enseñanza-aprendizaje implantado en el Proyecto Fin de Grado de la Titulación del Grado de Arquitectura Técnica de la Universidad de Burgos ha apostado por un desarrollo profesional y competencial de los estudiantes en un contexto colaborativo, mediante la puesta en práctica de la Metodología del Trabajo en Grupo.

Las competencias y atribuciones profesionales que otorga la Titulación del Grado en Arquitectura Técnica son las inherentes al Jefe de Ejecución de Obra, figura profesional que aglutina todo el proceso de gestión técnica,

económica, de planificación y de la seguridad de una construcción, todo ello mediante a coordinación de las actividades de los profesionales que confluyen de forma simultánea o sucesiva en la misma.

El Trabajo Fin de Grado en equipo aporta ventajas competitivas en el aprendizaje integral de los diferentes apartados que configuran un Proyecto de Ejecución y la relación existente entre ellos, ya que esta forma de trabajar de los estudiantes es coherente con lo que acontece en la práctica profesional durante la ejecución de las diferentes unidades de obra del proyecto, destacando como principio esencial la coordinación entre los miembros del grupo de trabajo. Además, se desarrolla un trabajo cooperativo en un contexto metodológico de Aprendizaje Basado en Proyectos, por lo que, de esta forma, se potencia el trabajo en equipo. De esta forma, se elimina la posible sensación de preocupación o frustración en los estudiantes por el exceso de trabajo, o por tener que enfrentarse solos a dificultades, cuya solución se gestiona mejor mediante estrategias de trabajo compartidas. Para ello, es muy importante que los docentes incentiven la comunicación y el diálogo entre los miembros del grupo de trabajo.

Desde un punto de vista objetivo, el trabajo en grupo también supone una ventaja para abordar las posibles soluciones desde diferentes perspectivas, ideas o forma de plantear estrategias, enriqueciendo el contenido y desarrollo del Trabajo Fin de Grado en su conjunto.

La forma de defender el Proyecto Fin de Grado frente a un Tribunal de forma pública y con una exposición oral, ayudado de los medios y técnicas de comunicación habituales, también aporta ventajas competitivas para la formación de los estudiantes, ya que obliga a los integrantes del grupo a conocer todos los apartados del proyecto, ya que cualquier miembro puede ser requerido para explicar cualquier contenido de este.

Tener que exponer los resultados del proyecto en público, también permite el desarrollo de competencias transversales, como la expresión oral técnica profesional, la capacidad de dialogo, discusión y defensa de postulados, es decir, competencias que van a ser esenciales en el posterior desarrollo profesional. De esta forma, los estudiantes seguridad personal, una componente esencial para el ejercicio profesional como Jefes de Obra y responsables de hacer realidad lo recogido en los proyectos como expertos en construcción.

## 7. Resultados

Se ha demostrado que una de las principales ventajas competitivas que presenta para los alumnos el trabajo en equipo, es la posibilidad de compartir el aprendizaje con los compañeros del grupo mediante la puesta en común de las sus habilidades y destrezas. De esta forma, se compensan las diferentes potencialidades y los estudiantes aprenden de sus iguales, complementándose y aprendiendo de los demás. De esta forma, se compensan las carencias formativas y se aprende de forma natural al trabajar colaborativamente con otros compañeros mediante el diálogo, la discusión constructiva y la puesta en común de la información.

Esta metodología de Trabajo Colaborativo Basado en Proyectos se viene aplicando al Trabajo Fin de Grado dese el Curso Académico 2018-2019. Durante estos tres años, los estudiantes han valorado positivamente de forma progresiva el desarrollo del Trabajo Fin de Grado, tanto desde el punto de vista de su satisfacción personal como metodología docente para el proceso de formación, como por el grado de interacción y empatía entre alumnos y profesores (Ver Tabla 3).

Tabla 3. Estructura de los contenidos del Trabajo Fin de Grado

Indicadores (%)	Curso Académico			Media
	2018-2019	2019-2020	2020-2021	
<b>Tasa de Éxito del TFG</b>	100.0	94.10	94.10	96,07
<b>Satisfacción con el TFG</b>	79.2	86.0	94.6	86.6
<b>Satisfacción con el Tutor TFG</b>	68.4	76.2	100.0	81.5

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Las Encuestas de Satisfacción muestran una progresiva implantación positiva de la Metodología del Trabajo Fin de Grado Basado en Proyectos, pero todavía es posible un margen de mejora, circunstancia que obliga a los Tutores responsables del Trabajo Fin de Grado a retroalimentar el proceso de enseñanza-aprendizaje y establecer áreas de mejora, de acuerdo con los indicadores de satisfacción del alumnado.

## 8. Conclusiones

Como conclusión, la apuesta por un proceso de enseñanza y aprendizaje del Trabajo Fin de Grado en un entorno colaborativo se adecúa a la realidad de las obras de construcción, por lo que supone una ventaja competitiva para la formación de los Arquitectos Técnicos e Ingenieros de Edificación.

El Trabajo Fin de Grado Basado en Proyectos posibilita una formación virtual de los estudiantes como Jefes de Obra, semejante a la práctica del ejercicio profesional. De esta forma, se consigue establecer un contexto

referencial entre la formación universitaria y las necesidades profesionales de las empresas, adquiriendo las competencias para ejercer con solvencia como Jefes de Obra.

Esta metodología de trabajo es más motivadora, ya que el trabajo en grupo implica la corresponsabilidad en el resultado, por lo que los estudiantes mostrarán mayor interés en aprender y seguir con aprovechamiento el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje.

## Referencias

- Coloma, E., Armengol, M., Ayats, C., Miquel, S., Molas, I., & Puig, P. (2017). El impacto del factor humano en los proyectos realizados en BIM. In EUBIM 2018-BIM International Conference/7o Encuentro de Usuarios BIM (pp. 1-9). Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.  
[https://www.talenteamup.com/wp-content/uploads/2018/09/C\\_AT2\\_EUBIM-2018.pdf](https://www.talenteamup.com/wp-content/uploads/2018/09/C_AT2_EUBIM-2018.pdf)
- Decreto 148/1969, de 13 de febrero, por el que se regulan las denominaciones de los graduados en Escuelas Técnicas y las especialidades a cursar en las Escuelas de Arquitectura e Ingeniería Técnica. Ministerio de Educación y Ciencia. Gobierno de España.  
<https://www.boe.es/boe/dias/1969/02/14/pdfs/A02269-02271.pdf>
- Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. Ministerio de Educación y Ciencia. Gobierno de España.  
<https://www.boe.es/buscar/pdf/2007/BOE-A-2007-18770-consolidado.pdf>
- Fuentes, J. (2016). *Estudio exploratorio de la satisfacción laboral de Arquitectos Técnicos Jefes de Obra en Castilla-La Mancha. Influencia de las políticas de desarrollo profesional y de los desajustes educación-trabajo*. Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València. <https://acortar.link/hD1iRN>
- Fuentes, J. & Navarro, E. (2013). La formación de ingenieros de edificación en empresas constructoras en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha. Su influencia en la satisfacción laboral. *Intangible Capital*, 9(3), 590-643. <http://dx.doi.org/10.3926/ic.391>
- Ghío, V., & Bascañán, R. (2006). Technology innovation in construction, the time is now. *Revista Ingeniería de Construcción*, 21(3), 207-218.  
[file:///C:/Users/UBU/Downloads/271-707-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/UBU/Downloads/271-707-1-PB%20(1).pdf)
- Laloux, F. (2015). *Reinventing Organizations – A guide to Creating Organizations Inspired by the Next Stage of Human Consciousness*. Nelson Parker.
- Ley 2/1964, de 29 de abril, sobre reordenación de las Enseñanzas Técnicas. Jefatura del Estado. Gobierno de España.  
<https://www.boe.es/boe/dias/1964/05/01/pdfs/A05581-05583.pdf>
- Ley 14/1970, de 4 de agosto, General de Educación y Financiamiento de la Reforma Educativa. Jefatura del Estado. Gobierno de España.  
<https://www.boe.es/boe/dias/1970/08/06/pdfs/A12525-12546.pdf>
- Llorent, V. J. (2012). Educación emprendedora para el desarrollo individual y colectivo. *Formación Gerencial*, 11(1), 62-79. <https://tinyurl.com/yxkbtmcz>
- Ministerio de Vivienda. (2006). Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Gobierno de España.  
<https://www.boe.es/buscar/pdf/2006/BOE-A-2006-5515-consolidado.pdf>
- Moradi, S., Kähkönen, K., & Aaltonen, K. (2020). Project managers' competencies in collaborative construction projects. *Buildings*, 10(3), 50 <https://doi.org/10.3390/buildings10030050>
- Navarro, E., Roche, H. J., & Fuentes, J. (2012). ¿Sabemos con quién trabajamos?: *Estudio cualitativo sobre el trabajo y la satisfacción laboral de los oficiales de la edificación*. Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos, (pp. 368-378). Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. [https://www.aeipro.com/files/congresos/2012valencia/CIIP12\\_0368\\_0378.3721.pdf](https://www.aeipro.com/files/congresos/2012valencia/CIIP12_0368_0378.3721.pdf)
- Nguyen, T. S., & Mohamed, S. (2020). *Interactive effects of agile response-to-change and project complexity on project performance*. In The 10<sup>th</sup> International Conference on Engineering, Project, and Production Management, (pp. 311-320). Springer.  
[https://doi.org/10.1007/978-981-15-1910-9\\_26](https://doi.org/10.1007/978-981-15-1910-9_26)
- Rodríguez, A., & Bernal, A. (2022). *Trabajo Fin de Grado Dual en la Titulación del Grado en Arquitectura Técnica: una interacción colaborativa para conseguir un objetivo común*. En C. Marín, D. Navas y S. Andrés (Eds.), *Prospectiva, sistémica y nuevos marcos referenciales de conocimiento* (pp. 316-323). Tiran lo Blanch.
- Robles, S., & Sánchez, E. D. (2022). Transformación digital de la industria de la construcción a través de la identificación de innovaciones tecnológicas. Trabajo de Grado. Universidad Católica de Colombia. <https://cutt.ly/sZdmk7t>
- Sánchez, J. M. (2012). Modelos de gestión de proyectos: dirección de proyectos compatible con el pensamiento Lean. *DYNA-Ingeniería e Industria*, 87(2), 214-221.  
<https://doi.org/10.6036/4367>
- Seife, A., Piña, C. N., & Rodríguez, C. M. (2012). El seminario como forma de organización de la enseñanza. *MediSur*, 10(2), 109-116.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180023438017>
- Traver, J. (2021). *Competencias profesionales del arquitecto técnico en obras de edificación, rehabilitación y regeneración urbana*. Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València. Valencia, España. <https://riunet.upv.es/handle/10251/158335?show=full>

Universidad de Burgos. (2013). Memoria verificada del Título del Grado en Arquitectura Técnica de la Universidad de Burgos. Escuela Politécnica Superior. <https://acortar.link/iOGDTQ>