



PROYECTO FIN DE GRADO
GUÍA DEL ALUMNO
DICIEMBRE 2016
ACTUALIZADO FEBRERO 2021

1 PROPÓSITO GENERAL DEL PFG	3
1.1 COMPETENCIAS DESARROLLADAS	4
2 MODALIDADES DEL PROYECTO	5
3 PAPEL DEL TUTOR Y RESPONSABILIDADES DEL ALUMNO	5
3.1 EL DIRECTOR Y EL TUTOR	5
3.2 EL ALUMNO.....	5
4 FASES DEL PROYECTO	6
4.1 PLANIFICACIÓN	6
4.2 DESARROLLO	6
4.3 AJUSTE Y FINALIZACIÓN	6
5 PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO.....	7
5.1 ANTEPROYECTO	7
5.2 RECURSOS MATERIALES.....	8
5.3 TRIBUNAL.....	8
5.4 EXAMEN	8
6 CRITERIOS DE EVALUACIÓN.....	9
7 CARACTERÍSTICAS DE LA MEMORIA DEL PROYECTO.....	9
7.1 ESTRUCTURA	9
7.2 FORMATO	12
7.3 ESTILO LINGÜÍSTICO.....	15
8 RECOMENDACIONES PARA LA PRESENTACIÓN ORAL.....	16
8.1 FORMATO DE LAS DIAPOSITIVAS.....	17
9 EL CDROM.....	17
10 REFERENCIAS	18
11 ANEXO I: INFORME DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO.....	20

Información básica

Nombre de la asignatura:	Proyecto Fin de Grado (PFG)
Escuela - Universidad:	ETSIST – UPM
Titulaciones:	Graduado en Ingeniería: <ul style="list-style-type: none">• ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES• SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN• SONIDO E IMAGEN• TELEMÁTICA
Plan de estudios:	Grado
Tipo de asignatura:	Obligatoria
Ubicación temporal:	8.º/10º semestre
Créditos:	12 ECTS
Normativa:	El procedimiento que afecta al PFG se encuentra publicado en la página web [1] .
Profesor Tutor	La docencia del Proyecto Fin de Grado está asignada a todos los Departamentos de la Escuela.

1 Propósito general del PFG

El PFG consiste en un trabajo realizado por el alumno bajo la dirección y supervisión de un tutor y, en su caso, un director. Conlleva la realización de un proyecto de ingeniería, de naturaleza profesional, en el ámbito de las tecnologías específicas de la Ingeniería de Telecomunicación, en el que se requiera la aplicación de los conocimientos y habilidades adquiridos en las enseñanzas del Grado. El proyecto debe tener una componente de diseño significativa y se debe realizar bajo condiciones y limitaciones realistas, incorporando apropiadamente los estándares o normativas de ingeniería. Este proceso debe ir acompañado de la redacción de una memoria que sirva al alumno para adquirir más experiencia en la realización de informes.

El PFG puede ser de los tipos siguientes:

- La elaboración de un proyecto de ingeniería, constituido por un conjunto de estudios, desarrollo de ideas, medidas e instrucciones que permitan la puesta en marcha o mantenimiento de una instalación, proceso, producto, servicio, procedimiento o sistema.
- El diseño y realización (parcial o total) del prototipo de un equipo, producto, sistema, servicio o aplicación que implique la utilización de las técnicas que comprendan las enseñanzas de la titulación.

En cualquiera de los casos, el desarrollo del proyecto por parte del alumno debe necesariamente incluir (a) una identificación de condiciones y restricciones de diverso tipo, así como de normativa; (b) un análisis de datos e informaciones disponibles, así como el

diseño y ejecución de procesos de recogida de datos cuando proceda; (c) una propuesta de diseño adecuadamente justificada; y (d) una evaluación de costes e impacto del diseño propuesto.

1.1 Competencias desarrolladas

El Proyecto Fin de Grado (PFG), [en los Planes de Estudio de Grado en Telecomunicación de la Escuela](#), está definido por la orden CIN/352/2009 [2] como: *Ejercicio original a realizar individualmente y presentar y defender ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto en el ámbito de las tecnologías específicas de la Ingeniería de Telecomunicación de naturaleza profesional en el que se sintetizan e integran las competencias adquiridas en las enseñanzas.*

Esta definición es consistente con la que establece ABET *Engineering Accreditation Commission* (EAC), accreditation que poseen los títulos de Grado [en Telecomunicación](#) de la Escuela: *“students must be prepared for engineering practice through a curriculum culminating in a major design experience based on the knowledge and skills acquired in earlier course work and incorporating appropriate engineering standards and multiple realistic constraints”*.

El trabajo en el PFG debe contribuir a que el alumno desarrolle las siguientes competencias propias del Graduado en Ingeniería:

1. Asimilar conocimientos complejos o recientes de la tecnología específica de la Ingeniería de Telecomunicación del Grado que se esté cursando, con capacidad para aplicarlos de forma profesional, para innovar o para desarrollar sistemas, aplicaciones, prototipos, componentes, procedimientos,... en esa área.
2. Capacidad de búsqueda y selección de información, de razonamiento crítico y de elaboración y defensa de argumentos dentro del área.
3. Capacidad para expresarse correctamente de forma oral y escrita y transmitir información mediante documentos y exposiciones en público.
4. Capacidad de abstracción, de análisis y de síntesis y de resolución de problemas.
5. Capacidad para el diseño, la gestión y la dirección de proyectos.
6. Capacidad de organización, planificación y de toma de decisiones.
7. Capacidad para manejar especificaciones, reglamentos y normativas y la aplicación de las mismas en el desarrollo de la profesión.
8. Habilidades para la utilización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.
9. Habilidades de aprendizaje para realizar estudios superiores con un alto grado de autonomía.
10. Capacidad para utilizar herramientas informáticas de búsqueda de recursos bibliográficos o de información relacionada con las Telecomunicaciones.

Estas competencias están contenidas en las establecidas por ABET EAC, *Student Outcomes*:

1. an ability to identify, formulate, and solve complex engineering problems by applying principles of engineering, science, and mathematics
2. an ability to apply engineering design to produce solutions that meet specified needs with consideration of public health, safety, and welfare, as well as global, cultural, social, environmental, and economic factors
3. an ability to communicate effectively with a range of audiences
4. an ability to recognize ethical and professional responsibilities in engineering situations and make informed judgments, which must consider the impact of engineering solutions in global, economic, environmental, and societal contexts
5. an ability to function effectively on a team whose members together provide leadership, create a collaborative and inclusive environment, establish goals, plan tasks, and meet objectives
6. an ability to develop and conduct appropriate experimentation, analyze and interpret data, and use engineering judgment to draw conclusions
7. an ability to acquire and apply new knowledge as needed, using appropriate learning strategies.

2 Modalidades del proyecto

El PFG debe ser un trabajo original que puede consistir en un proyecto del ámbito de las tecnologías de la Ingeniería de Telecomunicación, de naturaleza profesional, en el que se sinteticen las competencias adquiridas en las enseñanzas; o en un trabajo de carácter innovador de desarrollo de una idea, un prototipo, o en el diseño del modelo de un equipo o sistema, o un producto o servicio, en alguno de los ámbitos de competencia de la titulación.

3 Papel del tutor y responsabilidades del alumno

3.1 El director y el tutor

Es misión del tutor, o en su caso director, dirigir y orientar al alumno durante la realización y presentación del PFG. Deberá supervisar las labores del alumno en la toma de decisiones que afecten a la estructura del proyecto, a la filosofía del sistema, al tratamiento de los temas, etc. La supervisión podrá hacerse en grupo (en horas asignadas para ello) en la etapa inicial del proyecto pero, cuando esté suficientemente avanzado, será individualizada.

Además, el tutor es el responsable académico del PFG y debe velar para que éste se adecúe a la normativa y procedimiento [1] . Una vez terminado el proyecto, será misión del tutor comprobar que cumpla las condiciones señaladas en el anteproyecto y otorgar su visto bueno.

3.2 El alumno

El alumno es responsable de analizar, planificar y realizar todo el trabajo relativo al proyecto. Para hacerlo adecuadamente, es conveniente que aplique todos sus conocimientos. Son especialmente útiles los relativos a la asignatura “Gestión de Proyectos” de 8.º semestre.

Durante el desarrollo del proyecto es aconsejable mantener un registro de la planificación de las tareas y su ajuste, de todas las actividades realizadas, documentos e informes generados, etc. Toda esta información servirá para facilitar el avance en el trabajo, simplificar la supervisión y resolución de dudas por parte del tutor, así como para agilizar después la redacción del informe.

4 Fases del proyecto

La realización del PFG debe suponer un trabajo de unas 320 h (que son los 12 ECTS a 27 horas por ECTS establecidos en la Memoria del Plan de Estudios) distribuidas a lo largo del periodo lectivo. En general, cualquier PFG debe pasar por tres fases diferenciadas, según se refiere a continuación.

4.1 Planificación

Durante esta fase se deben establecer reuniones frecuentes entre profesor y alumno, que pueden ser en forma de seminario (si hubiera varios alumnos trabajando en un tema parecido) o individuales. Las tareas que se deben llevar a cabo en esta fase incluyen: búsqueda de información bibliográfica y adquisición de los conocimientos necesarios para el desarrollo del proyecto, establecimiento de los objetivos del trabajo, determinación de las condiciones de contorno, especificaciones y limitaciones, la metodología y el desglose de tareas.

La fase de planificación concluye con la entrega del anteproyecto (ver fichero *Anteproyecto_PFG* en la Web).

4.2 Desarrollo

Durante esta fase se asegura el progreso del trabajo mediante una comunicación continua entre alumno y profesor, pero no necesita ser tan frecuente como en la fase inicial. Se debe completar la búsqueda de información y la descripción de los antecedentes, comenzar la ejecución del trabajo planificado y ajustar los objetivos y la planificación en función de la realidad del trabajo. Además, es conveniente que el alumno vaya esbozando la estructura y parte de los contenidos del informe final.

4.3 Ajuste y finalización

En esta etapa se completará el proyecto y se redactará el informe final. Las reuniones con el tutor deben seguir con el mismo ritmo que en la fase anterior. Durante esta fase, el alumno debe estar centrado en la depuración de algoritmos, diseños, etc., la obtención de resultados y conclusiones y la redacción del informe final. En general, es recomendable prever un tiempo máximo de un mes para la redacción del informe.

La última fase del PFG concluye con la entrega del informe y la presentación oral del PFG (ver secciones 7 y 8).

5 Procedimiento administrativo

5.1 Anteproyecto

Trascurrido un mes de trabajo desde la matriculación del PFG y en el plazo establecido en el *Calendario_PFG*, el estudiante deberá presentar el Anteproyecto. La presentación del Anteproyecto se realizará *online*, mediante un fichero con formato pdf, atendiendo a las indicaciones remitidas por la Subdirección de Ordenación Académica. En este documento se deberá especificar si el trabajo se redactará/presentará en inglés.

El Anteproyecto constará de dos partes:

1. El **impreso** (*Anteproyecto_PFG*) debidamente relleno y firmado por el tutor (al final del documento) y por el Secretario del Tribunal (en su defecto, se podrá adjuntar al Anteproyecto un correo electrónico del profesor, **con copia a la dirección de correo de la secretaria del departamento aceptando ser miembro del Tribunal**). El presidente será nombrado por la Subdirección de Ordenación Académica y pertenecerá a un Departamento distinto al del tutor.
2. Una breve **descripción del proyecto** con una extensión mínima de 2 páginas que incluya los siguientes contenidos:

1. INTRODUCCIÓN

Descripción resumida del marco tecnológico donde se ubica el proyecto, así como su propósito general. **Se recomienda no exceder de media página.**

2. OBJETIVOS

Descripción de lo que se va a diseñar o desarrollar y qué problema o necesidad resuelve, además de los resultados esperados. **No incluir detalles relativos a especificaciones ni tareas.**

3. ESPECIFICACIONES Y RESTRICCIONES DE DISEÑO

Lista de características, funciones o exigencias que el proyecto a desarrollar deberá satisfacer. Descripción de los condicionantes tecnológicos, económicos, ambientales, normativas, etc. Deben ser coherentes con los objetivos y debe poder comprobarse si el resultado final del proyecto las satisface.

4. METODOLOGÍA DE TRABAJO PROPUESTA

Descripción los métodos o técnicas de trabajo que se usarán para el desarrollo del proyecto. No detallar los pasos y su orden (ya se indicarán en el apartado 5), sino dar una idea de la forma de trabajo o el modelo de desarrollo usado (p.ej. en cascada, iterativo, etc.).

En el caso de realizar el PFG en una empresa, en el marco de algún proyecto en el que estén implicadas más personas, es necesario detallar la aportación original concreta del estudiante.

5. DESGLOSE DE TAREAS Y CRONOGRAMA

Detalle de la planificación de las actividades, su secuenciación y su duración **en horas (máximo 320 horas)**, con fechas estimadas, que debe terminar en la fecha prevista de examen. **Se incluirá un diagrama de Gantt con las fechas legibles.**

6. RECURSOS PREVISTOS

Detalle de los recursos que se van a utilizar.

7. PRESUPUESTO (SI ES EL CASO)

Solo se completará este apartado en el caso de que los recursos previstos no estén disponibles en el Departamento en el momento de presentar el

Anteproyecto y se debe especificar quién financiará la adquisición de los recursos necesarios (Departamento, estudiante, Grupo de Investigación, etc.).

8. BIBLIOGRAFÍA

Fuentes consultadas, pero no citadas se listan como Bibliografía, fuentes citadas se listan como Referencias. Utilizar el estilo IEEE

El anteproyecto se mantendrá en vigor durante dos cursos. Transcurrido este periodo, se informará al alumno y tutor que se dará de baja a no ser que se prorrogue.

5.2 Recursos materiales

Además del asesoramiento que proporcionen los profesores tutores, el departamento que ofrezca un tema deberá permitir al alumno asignado a ese tema el acceso a los laboratorios o a las instalaciones necesarios disponibles para realizar el PFG.

5.3 Tribunal

El Tribunal es nombrado según el Procedimiento del PFG y tiene como misión velar por la calidad de los PFG. Está facultado para pedir al alumno cuantas aclaraciones crea convenientes sobre el proyecto. Estará formado por tres profesores de la Escuela. Uno será el Tutor, otro será elegido por el tutor y desarrollará la función de Secretario; y el tercer miembro será nombrado por la Subdirección de Ordenación Académica y pertenecerá a un Departamento distinto al del tutor desarrollando la función de Presidente.

5.4 Examen

Para poder examinarse del PFG hay que tener aprobado el resto de los créditos que constituyen la titulación cursada.

El periodo de realización de exámenes será el establecido en el calendario aprobado por la Junta de Escuela dentro del Plan Anual Docente.

Una vez finalizado el proyecto, y siempre con la conformidad del Tutor, el alumno podrá proceder a la presentación del mismo. Para ello el alumno presentará la memoria y el *Informe_PFG_Tutor* relleno al Tutor para que este proceda a dar su V.ºB.º y emita su valoración.

Posteriormente el alumno entregará en Secretaría la siguiente documentación:

- Original encuadernado y dos copias (que no necesitan encuadernación) con el visto bueno del tutor. Las copias deberán ajustarse a las normas que se mencionan más adelante.
- Tres copias en formato electrónico (CDROM), que incluya la información mencionada más adelante.
- Impreso de Comunicación de Lectura, que incluye la fecha, hora y lugar de celebración del mismo, firmado por los tres miembros del tribunal según el formulario *Lectura_PFG*. En su defecto, se podrá adjuntar a la Comunicación de Lectura un

correo electrónico de los miembros del Tribunal, con copia a la dirección de correo secrepfg.etsist@upm.es, aceptando la fecha, hora y lugar de celebración

La presentación de la documentación deberá hacerse como mínimo 12 días naturales antes de la fecha acordada entre el Tribunal y el alumno para el examen del proyecto.

El examen consistirá en la defensa del trabajo realizado mediante la exposición del mismo por parte del alumno durante un tiempo recomendado de 20 minutos en sesión pública ante los miembros del Tribunal. El tiempo mínimo será de 15 minutos y el máximo de 30 minutos. A continuación de la exposición, los miembros del tribunal debatirán con el alumno al respecto y formularán las preguntas que estimen oportunas para juzgar la calidad del trabajo realizado.

El director del proyecto, en el caso de que no forme parte del tribunal examinador, podrá asistir a la sesión e informará al tribunal sobre la valoración del trabajo realizado por el alumno, pero no podrá estar presente en la deliberación para la calificación.

Finalizado el examen, y previa deliberación del tribunal, se procederá a la calificación del proyecto, que será: Sobresaliente, Notable, Aprobado o Suspenso con la puntuación numérica correspondiente. La calificación se notificará al alumno en sesión pública inmediatamente después de la deliberación. Además el tribunal podrá solicitar la Matrícula de Honor que se establecerá al cierre del curso en función del expediente de los alumnos.

6 Criterios de evaluación

Para evaluar las competencias desarrolladas en el PFG, se establece un Informe de Evaluación que analiza tres aspectos:

- a) Evaluación del alumno por parte del tutor.
- b) Evaluación de la memoria del PFG.
- c) Evaluación de la presentación oral.

En cada apartado los miembros del tribunal asignarán una valoración. Durante el desarrollo del proyecto, conviene que el alumno tenga en cuenta la información proporcionada en el ANEXO I para adecuar su trabajo a lo que se espera de él.

7 Características de la Memoria del Proyecto

En los siguientes apartados se ofrecen una serie de recomendaciones acerca de cómo organizar los contenidos de la memoria. Posteriormente, se incluyen algunas indicaciones respecto al formato. En general, la longitud total del informe no debería ser superior a 100 páginas.

7.1 Estructura

La memoria debe contener los siguientes apartados:

Primera hoja (obligatorio)

Según modelo *Primera_hoja_PFG*. Esta primera hoja incluye, entre otros datos, el título del proyecto, que debe reflejar el diseño realizado en el mismo.

Resumen y abstract (obligatorio)

Se presentará un resumen en español y su traducción al inglés que ocupe como mínimo una página y como máximo dos. La estructura deberá ser un resumen en el que se describa el propósito general del proyecto; los condicionantes tecnológicos, económicos, ambientales, etc.; la tecnología, normativas y metodología; y los resultados y conclusiones obtenidos. Se debe poner el título al comienzo.

Índice de contenidos (obligatorio)

Índice detallado de las páginas donde se encuentran cada uno de los capítulos, apartados o secciones.

Lista de acrónimos

Como norma general, no se deben utilizar siglas o acrónimos que no hayan sido anteriormente definidos en el cuerpo del informe. Además, puede resultar de ayuda para el lector incluir una lista de acrónimos entre el índice de contenidos y la introducción.

Introducción

La introducción ha de hacer una resumida descripción del marco tecnológico donde se ubica el proyecto, justificando su necesidad y los objetivos que se buscan con su realización, es decir, del problema que se pretende resolver o analizar. También se puede incluir una visión general de las soluciones propuestas, sin entrar en detalles. La introducción debe concluir con una breve descripción (de no más de una página) de la estructura del informe del proyecto, resumiendo de manera escueta los contenidos de cada capítulo. Es frecuente que la introducción sea el último apartado del informe que se escriba.

Antecedentes o “marco tecnológico”

Se trata de una visión general del estado actual del campo o campos de conocimiento en que se ubica el problema abordado, para luego dar detalles de los sistemas existentes o de las partes de éstos que estén en relación **directa** con el trabajo realizado. En este apartado conviene buscar el equilibrio entre dar al lector toda la información necesaria para que siga adecuadamente las descripciones posteriores y evitar toda información que sea irrelevante o poco significativa. Es importante incluir en el texto referencias a las fuentes bibliográficas concretas que han sido consultadas.

Especificaciones y restricciones de diseño

Todo desarrollo se debe plantear como un problema de ingeniería a solventar. Por lo tanto existirán unas especificaciones iniciales, que determinarán la metodología y la solución. Las especificaciones estarán relacionadas con los objetivos del proyecto.

Descripción de la solución propuesta

Este capítulo se puede desglosar en varios apartados, dependiendo de la complejidad de la solución o diseño propuesto. Lo recomendable es comenzar con una descripción general de la propuesta, justificando cada una de las principales decisiones de diseño. Posteriormente, es

necesario entrar con detalle en cada aspecto de la solución, incorporando donde sea necesario expresiones matemáticas, gráficas, diagramas de flujo, diagramas de bloques, etc.

Se debe evitar incluir “código fuente” en la memoria; como mucho se pueden incluir fragmentos de código que sea interesante resaltar (si se trata de funciones o rutinas cuyo desarrollo fue parte del proyecto), pero en general será más adecuado el pseudocódigo para mostrar algoritmos. Sin embargo, en el CD adjunto se debe incluir todo el código fuente desarrollado junto con un manual de uso breve (compilación, instalación, manejo básico del software, etc.).

Además, al igual que en el resto de la memoria, se han de incluir las citas bibliográficas que justifiquen el planteamiento y la solución dados a cada problema (por ejemplo, si se usa un algoritmo publicado, o una función de una biblioteca software). Al concluir la lectura del apartado debe quedar claro cómo se ha resuelto el problema, qué parte de la solución está tomada de otras fuentes y qué parte es aportación propia.

Resultados

Este capítulo describe de manera sistemática todas las pruebas a las que fue sometido el diseño o solución propuesta para comprobar su correcto funcionamiento. Al igual que en el capítulo anterior, la descripción de los experimentos ha de ser tal que permita la reproducción de los mismos.

Del mismo modo, hay que incluir los resultados obtenidos de estos experimentos. Sin embargo, no conviene caer en el error de “inundar” el informe de grandes tablas de datos numéricos. Es mejor incluir los resultados ya procesados y sintetizados en pequeñas tablas o gráficas. Si alguna gran tabla de datos es especialmente significativa, se puede incluir en un anexo. Por otro lado, tampoco conviene caer en la redundancia presentando los mismos datos en distintos formatos.

Finalmente, es necesario complementar los resultados con una interpretación de los mismos: ¿por qué salen así?, ¿son coherentes con los supuestos de diseño?, ¿indican la presencia de algún error en la fase de diseño?, ¿corroboran la validez del diseño como solución al problema planteado?, etc.

Planos

Se dibujarán planos generales o de conjunto, donde se indiquen diagramas de bloques, y planos de detalle. Según el tipo de sistema diseñado y la cantidad y tamaño de los planos, se pueden incrustar en el informe o incluirlos como anexo. Se elegirá la opción que facilite la legibilidad del documento.

Presupuesto (obligatorio)

Se indicarán los costes de prototipos, trabajos, mano de obra,... necesarios para la realización del diseño. Igual que en el caso de los planos, se puede incorporar en el cuerpo del informe o como anexo.

Manual de usuario

Este capítulo es obligatorio en el caso de diseño de equipos o programas informáticos que vayan a utilizarse posteriormente. Conviene que se incluya como anexo.

Conclusiones (obligatorio)

En el último apartado de la memoria se ha de incluir una visión general del trabajo realizado: problema propuesto, solución planteada y resultados obtenidos. Junto con esta descripción, también hay que especificar qué conocimiento nuevo se puede derivar de toda la información expuesta en el informe: validez o no del sistema, nuevos aspectos del problema detectados en el trabajo, etc. Finalmente, si el proyecto no deja totalmente cerrado y resuelto el problema tecnológico abordado, el proyectista debe aprovechar su experiencia para proponer líneas futuras de trabajo. Además se debe relacionar el proyecto realizado con aspectos sociológicos, tecnológicos, económicos, medioambientales,... en los que pueda influir.

Lista de referencias bibliográficas (obligatorio)

La lista de referencias bibliográficas, titulada “Referencias”, debe aparecer al final del informe (antes de los anexos) y contener, exclusivamente, las fuentes bibliográficas citadas en el texto. En el caso de querer añadir bibliografía de estudio usada pero no citada en el texto, se debe titular “Bibliografía”. Detalles sobre la forma de referenciar se describen más adelante.

Anexos o apéndices

Los anexos o apéndices llevan una enumeración independiente del resto de capítulos y contienen información complementaria al texto del informe que no sea indispensable para su comprensión. Si se citan fuentes bibliográficas (iguales o distintas a las listadas en el apartado de referencias), se debe añadir un listado propio de referencias a los anexos.

7.2 Formato

Encuadernación

La encuadernación del original debe ser en cartón duro de color azul referencia TELFLEX BICOLOR 0569 u OSTARIZ (ver más indicaciones en la información publicada en la Web). En la portada se imprimirá en tinta blanca el escudo de la Escuela, el título del proyecto, el nombre del autor y el mes y año de presentación. En el lomo deberá aparecer la misma información excepto el escudo de la Escuela. Las dos copias adicionales pueden ir en una encuadernación más sencilla (p.e. canutillo, espiral, etc.).

Páginas

La memoria descriptiva debe estar mecanografiada con un espacio entre líneas de entre 1 y 1,2 líneas. La memoria será impresa a doble cara. En este caso, tanto para los encabezamientos como para los márgenes conviene diferenciar entre páginas pares e impares. Los márgenes interior y exterior serán, como máximo, de 4 y 2 cm respectivamente y se usará alineación justificada de párrafos.

Es conveniente que todas las páginas lleven un encabezado que incluya información del capítulo al que pertenecen. Además, todas las páginas deben ir numeradas, a excepción de la portada. La primera página de texto después de la portada es la número 1.

Listas y epígrafes

Para los títulos o epígrafes se aconseja no utilizar más de dos niveles, aunque puede utilizarse un tercer nivel si es necesario.

1. Título 1

1.1. Título 2

1.1.1. Título 3

El documento será más manejable para su edición si no se numeran manualmente los títulos, sino que se usan los estilos de párrafo (sección *Estilos: Título 1, Título 2, Título 3*). Lo mismo sucede en el caso de las listas: es preferible usar los estilos ‘viñetas’ o ‘lista numerada’ en lugar de hacerlas “a mano”.

Fuentes

Se usarán los tipos de letra con remate (p.e. Times New Roman) ya que se leen mejor que los que van sin remate (Helvética). También se leen con dificultad los caracteres de alzado no convencionales y los decorativos. En cuanto a los tamaños de letra, los adecuados suelen oscilar entre 10 y 12 puntos.

Planos

Para la realización de planos se utilizará la norma UNE-5457 [3] para el dibujo y la UNE-7200 para la rotulación. El plegado, en el caso que sea necesario, se realizará de acuerdo con la norma UNE-1027 [4].

Siglas y acrónimos

Las siglas y acrónimos deben definirse la primera vez que se utilicen, añadiendo la traducción, si están en inglés, y siempre en el mismo orden (o la abreviatura o la explicación en paréntesis). Explicaciones más amplias se pueden poner como nota a pie de página.

Ejemplos:

- La FPGA (*Field Programmable Gate Array*) de la firma XYZ.
- Los diseñadores de ASICs (*Application Specific Integrated Circuits* o Circuitos Integrados para Aplicaciones Específicas) digitales usan lenguajes de descripción de hardware (HDL – *Hardware Description Language*), como VHDL¹, para describir la funcionalidad de estos dispositivos.

¹ VHDL es el acrónimo que representa la combinación de VHSIC y HDL, donde VHSIC es el acrónimo de *Very High Speed Integrated Circuit*.

Citas y referencias

A lo largo de la memoria descriptiva, siempre que se afirme algo que no se demuestre, así como en el caso de reproducción de fragmentos o imágenes no originales, se citará su fuente bibliográfica. Las fuentes bibliográficas consultadas se citarán en la sección de referencias de acuerdo con la norma UNE 50104 (ISO 690) [5] y aplicando el estilo IEEE [7]. Más ayuda y un extracto de la norma se puede encontrar en la documentación de la asignatura “Técnicas de Búsqueda y Sistemas de Información” o en [8]. Ninguna información tomada de **fuentes ajenas debe aparecer copiada literalmente**, ya que esto equivaldría a plagiar. Si se quiere transcribir literalmente algo se puede poner entre comillas dobles, citando la fuente. Esto último también aplica a las figuras y tablas, extraídas de una fuente.

Figuras y tablas

Las figuras deben aparecer numeradas y acompañadas por un pie de figura explicativo. Todas las figuras deben ser mencionadas en el texto. Para hacer referencia dentro del texto a una figura se hará usando su numeración: “En la figura 12...” en vez de “En la figura siguiente...” Si una figura se compone de varias, éstas deberán poderse identificar y referir por separado, pero en su conjunto tendrán solamente un único pie de figura.

La figura se inserta después del texto en el que se habla de ella, nunca antes. No obstante, no es necesario que vaya inmediatamente a continuación del texto, sino en el lugar más apropiado teniendo en cuenta su tamaño.

En el caso de gráficas, los ejes deben aparecer etiquetados con títulos legibles en donde se exprese claramente la variable que representan así como su unidad de medida. Cada curva debe ser perfectamente distinguible de las demás dentro de la misma gráfica. Para ello se pueden emplear curvas de distintos colores, aunque se ha de recordar que en la inmensa mayoría de las fotocopiadoras e impresoras este matiz introducido por el color se perderá casi totalmente. Por ello, se recomienda distinguir las curvas mediante el grosor y la tipología de su trazo (línea continua, discontinua de puntos o rayas o aplicando símbolos diferentes en los puntos de medida).



Fig. 1. Página de búsqueda de la Biblioteca de la UPM (ejemplo de pie de figura).

En el caso de las tablas, se han de seguir los mismos criterios en cuanto a numeración y referencias, aunque la numeración de tablas debe ser independiente de la de figuras. Se ha de evitar, en lo posible, dividir una tabla en diferentes páginas; si es preciso hacerlo, conviene que las filas de títulos se repitan al principio de cada fragmento de tabla. A diferencia de las figuras, el pie de tabla puede escribirse **encima** de ésta.

Tabla 1. Estadísticas sobre acceso a Internet.

ADSL	Cable	Móvil
------	-------	-------

España	60%	30%	10%
Unión Europea	40%	40%	20%

Ecuaciones

Las ecuaciones deberán aparecer con una etiqueta numérica identificativa entre paréntesis, situada en la misma línea donde se encuentre la ecuación; si la ecuación consiste en varias líneas, el número debe aparecer centrado. Los símbolos dentro de una ecuación deben ser perfectamente conocidos. Si es la primera vez que se emplean deben ser definidos previamente o, si se prefiere, inmediatamente a continuación de la ecuación. Por ejemplo, “la ecuación (1) calcula el área A de un círculo en m^2 a partir del diámetro D de la circunferencia”.

$$A = \pi \cdot (D/2)^2 \quad m^2 \quad (1)$$

Los nombres de las variables suelen ponerse en cursiva y debe seguirse la nomenclatura del Sistema Internacional [6].

Otros

El estilo de letra **negrita** puede emplearse para **enfatizar** o, con discreción, para seleccionar las palabras clave en un párrafo. Cuando se quiere remarcar algo, siempre es preferible utilizar **negrita** en lugar de subrayado, que ha quedado obsoleto y recuerda más bien a las antiguas máquinas de escribir. Tampoco se usan “comillas” (están reservadas principalmente para citas literales).

Si es necesario emplear palabras extranjeras, por ausencia de equivalente en castellano, pueden enfatizarse poniéndolas en *cursiva*. No deben utilizarse innecesariamente barbarismos que tienen traducción.

Los símbolos de las unidades no llevan punto a continuación. Tampoco se añade una *s* para hacer el plural. Todos los submúltiplos y el múltiplo kilo (*k*) se escriben con minúscula, segundo es una *s* y la unidad de frecuencia es el Hz con mayúscula.

En castellano, para separar decimales se emplea la coma (en España) y los nombres de los meses y los días de la semana se escriben en minúscula.

7.3 Estilo lingüístico

Es conveniente mantener un estilo de redacción formal y neutral. Salvo en la dedicatoria y en el apartado de agradecimientos, si existen, se debe evitar la utilización de la primera persona del singular. Es preferible emplear la forma impersonal. En el caso de desear recalcar un esfuerzo realizado o un resultado obtenido a lo largo del desarrollo del proyecto, especialmente en el capítulo de conclusiones y líneas futuras, se puede utilizar la primera persona del plural, e incluso la primera persona del singular cuando el alumno quiera destacar aportaciones personales o resultados del aprendizaje conseguidos en la realización del proyecto.

En la redacción de documentación técnica, las frases deben estar en presente, evitar la voz pasiva y escribirse enteras, siguiendo el orden lógico de sujeto + verbo + complementos. La

alternancia de distintos tipos de frases – cortas, largas, enunciativas, expositivas – da ritmo y hace más fluida la lectura, evitando la monotonía.

Evitar frases excesivamente largas. La excesiva longitud aumenta las posibilidades de que la oración tenga un doble sentido no deseado, o de cometer incorrecciones gramaticales, como faltas de concordancia.

Cada párrafo debe conducir de manera natural al siguiente; de lo contrario el lector puede verse dentro de una maraña de información mal estructurada. Cuando exista una falta de relación entre párrafos es aconsejable incluir un párrafo de transición que resuma las ideas más importantes del anterior y dé paso al siguiente. Estos párrafos robustecen el texto y dan impresión de orden y coherencia.

Emplear palabras sencillas, fácilmente entendibles por el lector. La utilización de palabras rebuscadas puede generar una distorsión del significado del mensaje, haciendo perder tiempo al lector y poniendo en peligro la eficacia del documento. Es mejor emplear una palabra simple que una paráfrasis (mejor *controlar* que *hacer un control*).

Es preferible utilizar términos técnicos en castellano a cualquier término extranjero o cultismo, pero siempre que exista una traducción adecuada y aceptada de forma general y no sea un neologismo.

8 Recomendaciones para la presentación oral

Como se ha mencionado antes, el examen del PFG consiste en la exposición oral del trabajo desarrollado por parte del alumno. Como se ha dicho se recomienda que la exposición dure 20 minutos, sin contar el turno de preguntas del tribunal. No existe ningún formato ni tecnología de apoyo obligatorio para la presentación oral, aunque la forma más habitual de realizarla es mediante un conjunto de diapositivas. Para la estructura de la presentación es conveniente tener en cuenta, entre otros, los siguientes aspectos:

- La presentación debe iniciarse con el título del proyecto y los nombres del autor y del tutor del mismo (y director en su caso).
- La manera tal vez más sencilla y clara de desarrollar la exposición es seguir la propia estructura de la memoria. De este modo, se debe incluir un índice de contenidos, una introducción con los objetivos y condiciones de inicio, describir la solución propuesta y presentar los resultados. Igualmente, la presentación debe concluir con una o varias diapositivas de conclusiones y posibles líneas futuras a seguir.
- Es aconsejable que la parte introductoria o de presentación de los antecedentes tecnológicos no ocupe más de un tercio del tiempo de exposición, de modo que al menos dos tercios se dediquen a exponer lo que ha sido propiamente el desarrollo del PFG.
- El número de diapositivas debe corresponderse con el tiempo de exposición. De modo general se podría decir que una exposición no debe exceder el ritmo medio de 1 diapositiva por minuto.
- Conviene consultar guías de estilo o recabar opiniones de espectadores diversos a la hora de decidir sobre el diseño de las diapositivas.

- Es importante que los gráficos se vean adecuadamente.
- Los medios de apoyo son una ayuda; el orador ha de dirigirse a la pantalla sólo en el caso de comentar figuras, fórmulas, etc., o para dar una breve ojeada que constata si hay algún punto de interés todavía por comentar. Esto significa que el alumno no debe ser un mero y pasivo lector de diapositivas.

En cuanto a la presentación oral en sí, es conveniente recordar que:

- El alumno no debe comenzar su exposición hasta que el presidente del tribunal le dé la palabra. Normalmente, éste último habrá presentado previamente el título del PFG así como los nombres del proyectando y del tutor, y director en su caso.
- El discurso debe dirigirse siempre hacia el Tribunal evaluador.

Finalmente, conviene señalar que una buena manera de afrontar el examen del proyecto es habiendo acudido previamente a exámenes de otros compañeros y realizando algún ensayo de la defensa con su tutor. De este modo se adquiere un conocimiento de lo que va a suceder y se reducen los nervios habituales al enfrentarse a situaciones desconocidas.

8.1 Formato de las diapositivas

Diapositivas

- 3 a 5 puntos clave por diapositiva.
- **No rellenar la diapositiva de texto escrito en grandes párrafos.**
- Pie de transparencia con título del PFG, autor, fecha y número de transparencia.

Fuentes

- Títulos: mínimo 32 puntos.
- Texto: mínimo 20 puntos, mejor 24 puntos.
- Tipo de fuente sin remate y no usar más de tres tipos diferentes.
- Fuentes en cursiva y mayúsculas se leen con mayor dificultad.

Colores

- Fondo oscuro, texto claro – o al revés.
- Elegir colores de contraste, pero teniendo cuidado con los complementarios (rojo/verde, naranja/azul, amarillo/violeta) que pueden provocar efectos negativos.

Visualización de resultados

- Tablas reducidas, mejor gráficas.
- Usar formas, diagramas, organigramas,...
- No mostrar código fuente.
- No abusar de animaciones.

9 El CDROM

Además de la documentación impresa, el alumno deberá presentar en secretaría tres copias de la documentación en CD. Éstas deben responder al siguiente formato:

La carátula del CD debe incluir los siguientes datos:

- a) Nombre del alumno
- b) Título del PFC
- c) Fecha de Lectura
- d) Titulación

El Contenido del CD-ROM debe ser la documentación en formato electrónico compuesta por los siguientes ficheros que incluyan la correspondiente información:

- a) Resumen del proyecto en castellano (resumen.pdf): El resumen debe tener una extensión comprendida entre 300 y 600 palabras, y debe seguir la estructura que presenta el informe del PFG. Debe aparecer el título en la parte superior.
- b) Resumen del proyecto en inglés (abstract.pdf): También debe tener una extensión comprendida entre 300 y 600 palabras. Y también debe aparecer el título en inglés en la parte superior.
- c) Memoria del proyecto (memoria.pdf): Es obligatorio incluir la memoria en formato electrónico, incluida la primera página de portada.
- d) Código fuente creado completo (si es el caso).
- e) Manual de instalación y uso (manual.pdf) del software, si lo hay.
- f) Cualquier otro fichero que complemente la información como anexos, vídeos, programas, etc.

10 Referencias

- [1] *Procedimiento del Proyecto Fin de Grado*, [disponible on-line: http://www.etsist.upm.es/estudios/grado/Proyecto_FIN_GRADO], consultado en noviembre de 2016.
- [2] BOE, *Orden CIN/352/2009*, [disponible on-line: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2009-2894], consultado en noviembre de 2016.
- [3] AENOR, *Documentación técnica de producto. Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo.*, UNE-EN ISO 5457:2000, 21 de enero de 2000.
- [4] AENOR, *Dibujos técnicos. Plegado de planos*, UNE 1027:1995, 30 de enero de 1995.
- [5] AENOR, *Referencias bibliográficas. Contenido, forma y estructura*, UNE 50104:1994, 19 de enero de 1994.
- [6] Boletín *Oficial* del Estado (España), Real Decreto 2032/2009, de 30 de diciembre, por el que se establecen las unidades legales de medida. Anexo.
http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2010-2625, consultado en noviembre de 2016.
- [7] IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers, *IEEE Citation Reference*, [disponible on-line: <http://www.ieee.org/documents/ieeecitationref.pdf>], consultado el 20 de octubre de 2011.
- [8] UPM, “Puesta a Punto - Aula de Información para el Conocimiento”, *Plataforma Moodle de la UPM*, [disponible on-line: <http://moodle.upm.es/puestaapunto/>], consultado en octubre de 2011.

11 ANEXO I: INFORME DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO

Informe de Evaluación de Proyecto Fin de Grado

ALUMNO:
 TÍTULO DEL PFG:

 TITULACIÓN: Fecha:
 TUTOR: Firma:

Rúbrica para la evaluación del PFG del TUTOR <i>(previa a la entrega del PFG en secretaría)</i> * Apartado o aspecto del PFG que desarrolla la competencia <i>(a rellenar por el estudiante)</i>	
Competencia. Indicador	Valoración
Se aplican conocimientos de matemáticas, ciencia y/o ingeniería y se interpreta la coherencia de los resultados obtenidos.	
*	
Se diseñan y realizan experimentos o medidas y/o se analizan e interpretan los datos y resultados.	
*	
Se diseña un dispositivo, sistema, o proceso, considerando limitaciones técnicas, económicas y sociales.	
*	
Se identifican y resuelven problemas de ingeniería valorando los resultados obtenidos.	
*	
Se identifican y evalúan los aspectos económicos, ambientales y sociales relacionados con el proyecto.	
*	

Valoración: Valoración: Se valorará del 0 al 10.
 Observaciones al dorso.

Competencia. Indicador	Valoración
Se utilizan técnicas y/o herramientas de ingeniería actuales, (equipamiento, programas de ordenador u otras).	
*	
El estudiante ha mantenido reuniones con el tutor, ha desarrollado un plan de trabajo definido y los resultados y propuestas han sido originales.	
El estudiante ha organizado y ha estructurado la información utilizando un lenguaje y unos recursos gráficos adecuados.	
El estudiante ha utilizado información y bibliografía actualizada.	

TUTOR: Remitir a Secretaría de Alumnos por correo interno o electrónico,
antes de la presentación de los libros en Secretaria.

Valoración: Valoración: Se valorará del 0 al 10.
Observaciones al dorso.

Informe de Evaluación de Proyecto Fin de Grado

ALUMNO:

TÍTULO DEL PFG:

.....

TITULACIÓN: Fecha:

MIEMBRO DEL TRIBUNAL: Firma:

Rúbrica para la evaluación de la MEMORIA por el miembro del Tribunal	Valoración
El alumno ha interpretado y analizado los resultados obtenidos y ha elaborado conclusiones.	
El alumno ha definido los objetivos del proyecto y evalúa si los resultados son acordes con esos objetivos.	
El alumno cita y referencia adecuadamente la información realizada por otras personas contenida en su trabajo.	
El documento elaborado por el alumno está organizado de forma correcta, tiene la estructura y formatos adecuados.	
El lenguaje utilizado en la redacción del documento es claro, conciso y sin errores, de manera que facilita su comprensión.	
El alumno ha sido capaz de identificar las fuentes de información adecuadas, ampliando sus conocimientos previos mediante aprendizaje autónomo.	
Rúbrica para la evaluación de la PRESENTACIÓN ORAL por el miembro del Tribunal	Valoración
El alumno ha aplicado los conocimientos de matemáticas, ciencias y/o ingeniería adquiridos en los estudios.	
El alumno analiza e interpreta los resultados de su desarrollo de forma adecuada.	
El alumno ha organizado la información de forma estructurada presentando las condiciones de inicio, el desarrollo y las conclusiones.	
La presentación ha sido clara, concisa y adecuada en cuanto a lenguaje, estructura y extensión.	
El alumno emplea los recursos gráficos y tecnológicos necesarios para comunicar de forma efectiva la información.	
El alumno ha justificado adecuadamente sus propuestas y decisiones, y responde a las preguntas con argumentos bien fundados.	
El alumno identifica y valora los efectos de la solución al problema de ingeniería planteado en contextos globales, económicos, medioambientales y sociales.	

Valoración: Valoración: Se valorará del 0 al 10.

Observaciones al dorso.