

Un Salto hacia la Profesionalidad: Utilizando la Norma CCII-N2016-2 en la Elaboración de Memorias de Trabajos Fin de Grado y Máster en Ingeniería Informática

A Leap towards Professionalism: Using the CCII-N2016-2 Standard in the Preparation of Bachelor's and Master's Degree Final Project Reports in Computer Engineering

Jose-Luis Poza-Lujan¹, Juan-Luis Posadas-Yagüe¹
jopolu@upv.es, jposadas@upv.es

¹Departamento de Dpto. de Informática de Sistemas y Computadores.
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática.
Universitat Politècnica de València
Valencia, España

Resumen- Este artículo analiza la adaptación de la norma técnica CCII-N2016-2 de documentación de proyectos de ingeniería informática para su aplicación en Trabajos de Fin de Grado o Máster. Se examina la conveniencia de esta adaptación y se proponen diversas opciones. Se realiza un análisis de las ventajas e inconvenientes de estas opciones tanto para los estudiantes como para los tribunales de evaluación. Además, se lleva a cabo una búsqueda de Trabajos Fin de Grado y Trabajos Fin de Máster realizados en universidades españolas donde se haya utilizado dicha norma en mayor o menor medida. Los resultados revelan que las tres opciones son empleadas, lo que sugiere la conveniencia de proponer una solución que homogenice los trabajos.

Palabras clave: TFG, TFM, Ingeniería Informática, UNE 157801, CCII-2016-2.

Abstract- This article analyses the adaptation of the CCII-N2016-2 technical standard on computer engineering project documentation for its application in bachelor's or master's Degree Final Projects. The suitability of this adaptation is examined, and various options are proposed. An analysis is made of the advantages and disadvantages of these options for both students and assessment boards. In addition, a search is carried out for bachelor's or master's Degree Final Projects in Spanish universities where the standard has been used to a greater or lesser extent. The results reveal that all three options are used, which suggests that it would be advisable to propose a solution that homogenises the work.

Keywords: TFG, TFM, Computing Engineering, UNE 157801, CCII-2016-2.

1. INTRODUCCIÓN

En el campo de la Ingeniería Informática, la realización de Trabajos Finales de Grado (TFG) y de Máster (TFM) desempeña un papel fundamental en la formación de los estudiantes, permitiéndoles demostrar sus habilidades y competencias técnicas. Estos proyectos académicos representan una oportunidad para que los estudiantes adquieran los conocimientos necesarios y se preparen para ejercer la

profesión en el ámbito de la Ingeniería Informática o la ciencia de datos.

A fin de garantizar la calidad y la excelencia en la presentación y defensa de los TFG y TFM, los estudiantes deben elaborar una memoria del trabajo realizado, que generalmente sigue una estructura similar a la de un trabajo académico estándar. Esta estructura típicamente incluye una introducción, una revisión de sistemas, tecnologías y herramientas empleadas en el trabajo, una especificación de requisitos, un diseño, implementación, pruebas y, en ocasiones, una implantación.

No obstante, en el ámbito profesional, los proyectos se plantean bajo una perspectiva de relación cliente-proveedor. El proveedor del proyecto debe presentar una memoria que brinde al cliente la confianza de que dicho proyecto será exitoso y cumplirá con los requisitos establecidos. En disciplinas con una larga trayectoria histórica, como la arquitectura o la Ingeniería Industrial, las memorias de proyectos están estandarizadas en su estructura, e incluso en la utilización de diagramas, planos, entre otros elementos.

En el ámbito estatal, la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) establece los estándares a seguir a través de las normas UNE. En el caso de las documentaciones de proyectos, la norma UNE 157001:2002 establece criterios generales para la elaboración de proyectos, ofreciendo un modelo que se adapta a diversos ámbitos, entre ellos la ingeniería (Ciscar, 2022). Sin embargo, en el ámbito de los sistemas de información, específicamente en la Ingeniería Informática y la Ciencia de Datos, la norma de referencia es la UNE 157801:2007, que define los criterios generales para la elaboración de proyectos de sistemas de información.

Con el fin de adaptar la norma UNE 157801:2007 a las particularidades y requisitos propios de la profesión de la ingeniería informática, el Consejo Superior de Ingeniería Informática (CCII) ha desarrollado la Norma Técnica CCII-N2016-2. Esta norma técnica se presenta como un recurso que

establece los requisitos específicos que deben cumplir los proyectos profesionales en el ámbito de la Ingeniería Informática.

La norma CCII-N2016-2, al ser un marco de referencia con enfoque profesional, plantea la interrogante de su aplicabilidad en el contexto de los trabajos finales de grado (TFG) y máster (TFM). Esta cuestión adquiere relevancia debido a que la adopción de una norma de carácter profesional en el ámbito académico podría garantizar la calidad, coherencia y profesionalidad en la documentación de dichos proyectos académicos (Palacios-Alonso, 2021).

En este artículo, en la sección 2, se presentará el contexto de documentación y de normas en los TFG y TFM, seguidamente se explorará en detalle cómo se puede adaptar la Norma Técnica CCII-N2016-2 para documentar de manera efectiva los TFG y TFM en el campo de la Ingeniería Informática, finalmente se destacarán las ventajas e inconvenientes de cada opción. En la sección 3, se presentan los resultados de 39 trabajos localizados y basados, en mayor o menor medida, en la norma CCII-N2016-2. Finalmente, en la sección 4 de conclusiones se destacan los beneficios tanto para los docentes, que desean incrementar las competencias profesionales de sus estudiantes, como para las empresas que buscan conocer el nivel de preparación de sus futuros empleados.

2. CONTEXTO Y DESCRIPCIÓN

A. El contexto de un TFG y un TFM: documentación

El actual entorno legal (Real Decreto 822/2021, 2021), dice que el TFG “tiene como objetivo esencial la demostración por parte del o la estudiante del dominio y aplicación de los conocimientos, competencias y habilidades definitorios del título universitario oficial de Grado”. En cuanto a los TFM, se dice que “su finalidad es la de comprobar el nivel de dominio de los conocimientos, competencias y habilidades que ha alcanzado el o la estudiante, y cuya superación es requisito imprescindible para obtener el título oficial”.

Basándose tanto en el actual contexto legal, como en los precedentes, los TFG y TFM deben ser realizados y evaluados en un contexto académico. Este aspecto ha sido tratado muy ampliamente, de forma que se tiene un consenso más o menos general sobre qué es un TFG o TFM. Es especialmente interesante el enfoque que se presenta en (Alier Forment, 2012) donde se describe el trabajo a realizar enfocado a preguntas. A partir de la idea de a qué debe responder un TFG o un TFM, la cuestión de cómo debe documentarse aparece centrada en un contenido comprensible, dado que esta memoria debe ser evaluada.

Este último aspecto es determinante en cuanto que el objetivo del estudiante es finalizar los estudios con una calificación máxima. Aunque los aspectos de evaluación son determinantes, estos deben estar alineados con las normativas actuales (Reyes García, 2017). Sin embargo, en los aspectos de evaluación no es habitual orientar con detalle la estructura de la documentación, quedando ésta relegada a una organización académica, tal como se ha detallado en la introducción de este artículo. La norma técnica CCII-N216-2 sí que establece una estructura acorde con el resto de las ingenierías (tabla 1).

De la tabla, se puede comprobar cómo tanto los documentos, especialmente los anexos, como la estructura tienen el objetivo claro de demostrar un proyecto con garantías de éxito. La

cuestión por determinar es ¿cómo se podría adaptar la documentación de un TFG o TFM a la estructura presentada en la tabla 1. Esto se verá en la siguiente subsección.

Tabla 1. Estructura de la norma CCII-N2016-2: documentos y estructura de la memoria (columna derecha)

Documentación	Estructura de la memoria
- Índice general	1. Hojas de identificación
- Memoria	2. Introducción
- Anexos	3. Objeto
A1: Documentación de entrada	4. Antecedentes
A2: Análisis y Diseño del Sistema	5. Descripción de la situación actual
A3: Estimación de Tamaño y Esfuerzos	6. Normas y referencias
A4: Planes de Gestión del proyecto	7. Definiciones y abreviaturas
A5: Plan de Seguridad	8. Requisitos iniciales
A6, A7, etc. Otros anexos	9. Alcance
- Especificaciones del Sistema	10. Hipótesis y restricciones
- Presupuesto	11. Estudio de alternativas y viabilidad
- Estudios con Entidad Propia	12. Descripción de la solución propuesta
	13. Análisis de Riesgos
	14. Organización y gestión del proyecto
	15. Planificación temporal
	16. Resumen del Presupuesto
	17. Orden de prioridad de los documentos básicos del proyecto

B. Formas de adaptación de la documentación de un TFG o TFG a la norma CCII-N2016-2

La adaptación de la norma CCII-N2016-2 para documentar un TFG o TFM puede abordarse desde diversas perspectivas, dependiendo del grado de coincidencia entre los apartados de la norma y los requisitos específicos del trabajo. A continuación, se presentan diferentes opciones de integración que pueden servir como guía para los estudiantes y docentes (Figura 1):

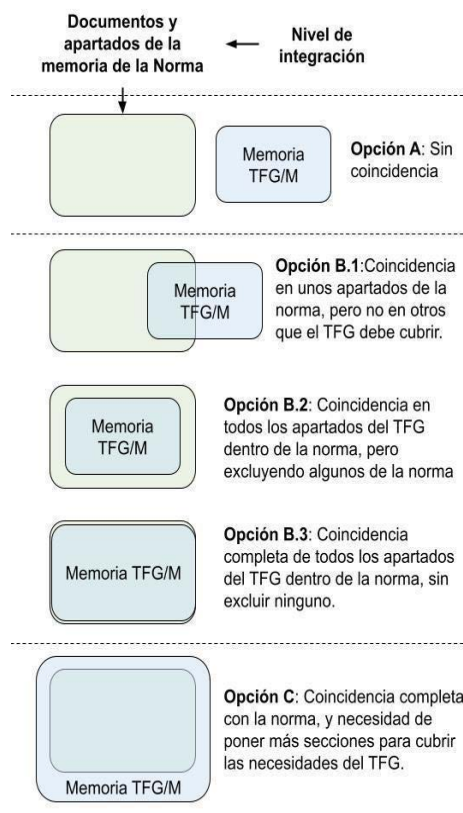


Figura 1. Diferentes opciones de integración de la documentación de la norma técnica con la memoria del TFG o TFM

La opción A es aquella en la que no existen coincidencias. En este caso, se considera que la estructura y los requisitos de la norma CCII-N2016-2 no se ajusta directamente a las necesidades de un TFG o TFM. Esta es la opción más habitual en la que la estructura puede depender de las normativas de los centros, pero no es homogénea entre diferentes trabajos.

Las opciones B son aquellas en las que puede haber coincidencias entre norma y memoria del TFG o TFM. La Opción B.1 es aquella en la que hay una coincidencia parcial. En esta opción, algunos apartados de la norma CCII-N2016-2 pueden ser aplicables al TFG o TFM, mientras que otros no son relevantes para el trabajo en cuestión. En este caso, se puede realizar una adaptación selectiva, siguiendo los apartados pertinentes de la norma y complementándolos con secciones adicionales que cubran los requisitos específicos del proyecto.

La siguiente, es la opción B.2 en la que hay una coincidencia con exclusión. Aquí, todos los apartados del TFG o TFM pueden ser cubiertos por la norma CCII-N2016-2, pero algunos de los apartados de la norma pueden no ser necesarios para el proyecto en cuestión.

A continuación, la opción B.3: Coincidencia completa. En esta opción, todos los apartados de la norma CCII-N2016-2 son aplicables y se ajustan perfectamente a los requisitos del TFG o TFM. En este caso, se puede seguir la estructura y los apartados de la norma de manera integral, asegurando así una completa alineación con los estándares profesionales.

Finalmente, se tiene la Opción C: Coincidencia con ampliación. En algunos casos, puede ser necesario agregar secciones adicionales a la norma CCII-N2016-2 para cubrir aspectos específicos o requerimientos adicionales del TFG o TFM. Esta opción implica seguir la estructura de la norma y, al mismo tiempo, agregar secciones suplementarias para garantizar la exhaustividad y adecuación de la documentación del proyecto.

Es importante destacar que la elección de la opción de integración dependerá de las características y requisitos específicos de cada TFG o TFM. La flexibilidad de la norma CCII-N2016-2 permite adaptarla de manera personalizada, asegurando así una adecuada documentación y cumplimiento de los estándares profesionales en los proyectos académicos.

C. Ventajas e inconvenientes

La opción A, sin coincidencia con la norma, brinda a los estudiantes la flexibilidad de adaptar la estructura y contenido de su memoria a las necesidades específicas de su proyecto. Sin embargo, esto también conlleva una mayor responsabilidad para asegurar la calidad y coherencia de la documentación, además de una posible falta de reconocimiento y validez en el ámbito profesional debido a la falta de adhesión a estándares reconocidos. Los evaluadores pueden apreciar la variedad y diversidad en los enfoques y presentaciones de los proyectos, pero a su vez, enfrentan el desafío de establecer criterios de evaluación consistentes y comparables.

En la opción B.1, que implica una coincidencia parcial con la norma, los estudiantes se benefician al utilizar una estructura y estándares reconocidos en algunos aspectos de su trabajo, lo que les permite demostrar competencias y habilidades

relacionadas con la documentación de proyectos profesionales. Sin embargo, deben adaptar y complementar la documentación para cubrir los aspectos no contemplados por la norma, lo que puede resultar en inconsistencias o falta de coherencia en la presentación. Para los tribunales, evaluar los apartados que coinciden con la norma y comparar los trabajos de manera más objetiva es más sencillo, pero evaluar los aspectos no cubiertos por la norma puede ser complicado.

En la opción B.2, que implica una coincidencia en todos los apartados del TFG o TFM dentro de la norma, pero excluyendo algunos de la norma, los estudiantes cumplen con los estándares y requisitos profesionales en los apartados específicos de la norma. Además, tienen la flexibilidad de excluir aquellos apartados que no son relevantes para su proyecto. Los tribunales pueden evaluar los apartados que coinciden con la norma de manera más sencilla y objetiva, pero deben asegurarse de que los apartados excluidos no sean fundamentales para la documentación completa.

En la opción B.3, que implica una coincidencia completa de todos los apartados del TFG o TFM dentro de la norma, los estudiantes aseguran la calidad, coherencia y profesionalidad en la documentación de su proyecto. Cumplen con los estándares y requisitos profesionales reconocidos, lo que puede brindarles mayor reconocimiento y validez en el ámbito profesional. Sin embargo, esta opción limita la flexibilidad de adaptar la estructura y contenido de la memoria a las necesidades específicas del proyecto. Los tribunales pueden evaluar los trabajos de manera más sencilla y objetiva, garantizando la calidad y consistencia en la presentación. Sin embargo, también supone una menor flexibilidad para adaptar la norma a las particularidades de los proyectos y evaluar la originalidad y creatividad de los trabajos.

La opción C, que consiste en la coincidencia con ampliación de la norma CCII-N2016-2, ofrece a los estudiantes la oportunidad de seguir una estructura reconocida mientras agregan secciones adicionales para abordar aspectos específicos de su proyecto. Esto garantiza una documentación exhaustiva y adecuada. Sin embargo, los estudiantes deben asegurarse de integrar adecuadamente las secciones adicionales y puede suponer una mayor carga de trabajo. Para los tutores, evaluar las secciones adicionales puede requerir más tiempo y esfuerzo, aunque les permite una evaluación más objetiva y detallada de los proyectos. En general, la opción C equilibra la adhesión a los estándares profesionales con la adaptación a las necesidades particulares del trabajo.

3. RESULTADOS

En esta sección, se presentan los resultados obtenidos a partir de una búsqueda de TFG y TFM que han aplicado la norma CCII-N2016-2 en sus memorias. Mediante el uso de palabras clave como 'CCII-N2016-2' y 'UNE 157801', se localizaron un total de 39 trabajos que se ajustaban a los criterios de búsqueda. Se analizó cada uno de estos trabajos para examinar cómo se ha implementado la norma. No dudamos que existen más trabajos, pero la búsqueda se ha limitado a aquellos que eran accesibles directamente a la memoria vía Web. Se han descartado los trabajos bajo la opción A, ya que excede el ámbito de este artículo y no se han localizado ninguno de opción C. A continuación, se presentan los hallazgos más relevantes.

De los trabajos localizados, 34 fueron TFG y 5 TFM. Cabe destacar que uno de los TFM era de la titulación de Máster en

Mecatrónica. En cuanto al año de publicación, la figura 2 muestra la evolución del número de trabajos localizados por año.



Figura 2. Trabajos publicados por año.

Cabe destacar que los trabajos de los últimos dos años pueden ser menores por la carencia que algunos repositorios tienen en publicar en acceso abierto sus trabajos. En lo relacionado a la opción elegida, los resultados se muestran en la figura 3.

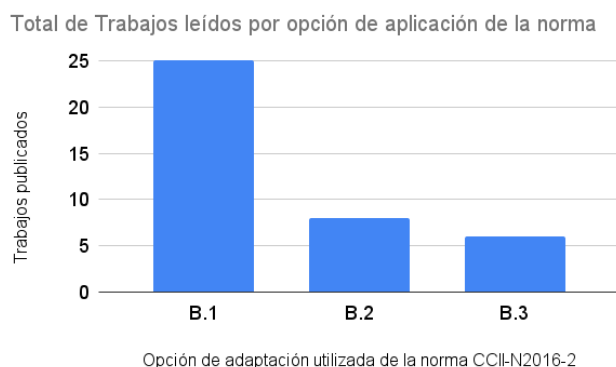


Figura 3. Relación del número de trabajos en función de la opción de adaptación de norma empleada.

Como es posible observar, la opción más habitual es la que emplea algunas de las secciones de la norma, pero con la inclusión de otros apartados que complementan a la norma. Generalmente, los apartados adicionales eran los dedicados a la implementación e implantación. La opción B.2, de memoria con solo unas secciones, es la segunda de las opciones localizadas, mientras que la menos empleada es la B.3.

4. CONCLUSIONES

En el artículo se ha analizado la adaptación de la norma técnica CCII - N2016 - 2 de documentación de proyectos de Ingeniería Informática para su aplicación en Trabajos de Fin de Grado o Máster. Se examina la conveniencia de esta adaptación y se proponen diversas opciones, como la coincidencia completa con la norma, la coincidencia con ampliación o la adaptación selectiva de algunos apartados. Se han revisado las memorias localizadas en las que se ha analizado cómo se ha

adaptado la norma en dichos proyectos. Los resultados muestran una tendencia al uso de las normas. Estos hallazgos revelan la necesidad de proponer una solución que homogeneice los trabajos y garantice la calidad y coherencia en la documentación.

En cuanto a las tendencias futuras, se puede esperar una mayor integración de normas profesionales en la documentación de proyectos académicos, como una forma de garantizar la calidad y coherencia de este. Esto puede ser especialmente relevante en disciplinas como la Ingeniería Informática y ciencia de datos, donde los estándares y la profesionalidad son cada vez más importantes.

En cuanto al trabajo futuro, se recomienda investigar y desarrollar pautas más detalladas para la adaptación de la norma CCII-N2016-2 en los TFG y TFM, considerando las necesidades específicas de cada proyecto. También se puede promover la colaboración entre instituciones académicas y profesionales para ajustar y actualizar los estándares comunes y reconocidos en la documentación de proyectos en el campo de la Ingeniería Informática. Esto beneficiaría tanto a los estudiantes, que podrían demostrar competencias profesionales, como a las empresas, que podrían conocer el nivel de preparación de sus futuros empleados.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente subvencionado por el proyecto 2022-1-ES01-KA220-HED-00008594 “Responsible leadership: developing people skills in project management education in European HEIs”.

REFERENCIAS

- Ciscar Cuña, J. (2022). Organizar un proyecto según la norma UNE 157001.
- Palacios-Alonso, D., Carrasco-Bertrán, K., Lázaro-Carrascosa, C., Núñez-Vidal, E., Domínguez-Mateos, F., & Velázquez-Iturbide, Á. (2021, December). Adaptation of the College of Computer Scientists' Standard for Technical Final Degree Projects. In *2021 IEEE 1st International Conference on Advanced Learning Technologies on Education & Research (ICALTER)* (pp. 1-4). IEEE.
- Real Decreto 822/2021, de 28 de septiembre, por el que se establece la organización de las enseñanzas universitarias y del procedimiento de aseguramiento de su calidad.
- Alíer Forment, M., Cabré Garcia, J. M., García Almiñana, J., López Álvarez, D., & Sánchez Carracedo, F. (2012, July). Preguntas para guiar el Trabajo de Fin de Grado. In *Actas: XVIII Jornadas de Enseñanza Universitaria sobre Informática: Ciudad Real, del 10 al 13 de Julio de 2012: Escuela Superior de Informática, Universidad de Castilla-La Mancha* (pp. 201-208). Universidad de Castilla-La Mancha.
- Reyes García, C. I., & Díaz Megolla, A. (2017). ¿ Se adecúa la normativa de evaluación del Trabajo Fin de Grado a las exigencias del Espacio Europeo de Educación Superior?. *Revista complutense de educación*.