

*Revista*  
*Española de*  
**Innovación,**  
**Calidad e**  
**Ingeniería del Software**



Volumen 6, No. 2, octubre, 2010

Web de la editorial: [www.ati.es](http://www.ati.es)

Web de la revista: [www.ati.es/reicis](http://www.ati.es/reicis)

E-mail: [calidadsoft@ati.es](mailto:calidadsoft@ati.es)

ISSN: 1885-4486

Copyright © ATI, 2010

Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, almacenada, o transmitida por ningún medio (incluyendo medios electrónicos, mecánicos, fotocopias, grabaciones o cualquier otra) para su uso o difusión públicos sin permiso previo escrito de la editorial. Uso privado autorizado sin restricciones.

Publicado por la Asociación de Técnicos de Informática (ATI), Via Laietana, 46, 08003 Barcelona.

Secretaría de dirección: ATI Madrid, C/Padilla 66, 3º dcha., 28006 Madrid



## **Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software (REICIS)**

### **Editor**

**Dr. D. Luís Fernández Sanz (director)**

Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Alcalá

### **Miembros del Consejo Científico**

**Dr. Dña. Idoia Alarcón**

Depto. de Informática  
Universidad Autónoma de Madrid

**Dr. D. José Antonio Calvo-Manzano**

Depto. de Leng y Sist. Inf. e Ing. Software  
Universidad Politécnica de Madrid

**Dra. Tanja Vos**

Depto. de Sist. Informáticos y Computación  
Universidad Politécnica de Valencia

**Dña. M<sup>a</sup> del Pilar Romay**

CEU Madrid

**Dr. D. Alvaro Rocha**

Universidade Fernando Pessoa  
Porto

**Dr. D. Oscar Pastor**

Depto. de Sist. Informáticos y Computación  
Universidad Politécnica de Valencia

**Dra. Dña. María Moreno**

Depto. de Informática  
Universidad de Salamanca

**Dra. D. Javier Aroba**

Depto de Ing. El. de Sist. Inf. y Automática  
Universidad de Huelva

**D. Guillermo Montoya**

DEISER S.L.  
Madrid

**Dr. D. Pablo Javier Tuya**

Depto. de Informática  
Universidad de Oviedo

**Dra. Dña. Antonia Mas**

Depto. de Informática  
Universitat de les Illes Balears

**D. Jacques Lecomte**

Meta 4, S.A.  
Francia

**Dra. Raquel Lacuesta**

Depto. de Informática e Ing. de Sistemas  
Universidad de Zaragoza

**Dra. María José Escalona**

Depto. de Lenguajes y Sist. Informáticos  
Universidad de Sevilla

**Dr. D. Ricardo Vargas**

Universidad del Valle de México  
México

---

## Contenidos

---

**REICIS**

<b>Editorial</b>	<b>4</b>
<i>Luís Fernández-Sanz</i>	
<b>Presentación</b>	<b>5</b>
<i>Luis Fernández-Sanz</i>	
<b>Papel de las certificaciones profesionales en la enseñanza universitaria de ingeniería de software en España</b>	<b>6</b>
<i>Luis Eduardo Sánchez, David.García-Rosado, Carlos Blanco, Eduardo Fernández-Medina y Mario Piattini</i>	
<b>Definición de una política de pruebas en la gestión cultural: aplicación al desarrollo del proyecto Mosaico</b>	<b>25</b>
<i>José. Ponce, María José Escalona, Antonio Gómez, Manuel Luque y Antonio Molina</i>	
<b>Sección Actualidad Invitada:</b>	<b>44</b>
<b>Estrategia digital de calidad integral</b>	
<i>José Antonio Cobeña Fernández, JUNTA DE ANDALUCÍA</i>	

## **Papel de las certificaciones profesionales en la enseñanza universitaria de ingeniería de software en España**

Luis E. Sánchez, David García, Carlos Blanco, Eduardo Fernández-Medina y Mario Piattini  
Universidad de Castilla-La Mancha, Grupo de investigación Alarcos y GSyA. Ciudad Real  
{Luise.Sanchez; David.GRosado; Carlos.Blanco; Eduardo.FdezMedina;  
Mario.Piattini}@uclm.es

### **Resumen**

La industria del software necesita profesionales altamente cualificados, con una formación universitaria sólida y además con una cualificación profesional difícil de encontrar en las aulas universitarias. Esa cualificación profesional tan valorada por las empresas, se concreta en certificaciones profesionales que agrupan y detallan las necesidades más demandadas por la industria del software. Aunque no es posible que las principales certificaciones profesionales se obtengan directamente en estudios de grado universitario, es fundamental que dichos estudios impulsen al máximo estas certificaciones que tan directamente representan las necesidades reales de la industria del software. En este artículo se presentan un análisis y una catalogación de las certificaciones profesionales internacionales más demandadas de la industria del software. Particularizamos el estudio, analizando cómo y en qué medida se ha intentado acercarse a estas certificaciones en un grado de ingeniería informática (en su especialidad de ingeniería del software).

**Palabras clave:** Ingeniería del Software, Certificaciones, EEES.

## **Role of professional certifications in the university education on software engineering in Spain**

### **Abstract**

The software industry needs highly qualified professionals who, in addition to a sound university education, also require professional qualifications which are difficult to attain in university lecture rooms. These professional qualifications, which are so highly valued by businesses, are more specifically professional certification which groups together and details those requirements most frequently demanded by the software industry. Although it is not possible for the principal professional certification to be obtained directly from university degree studies, we believe that it is fundamental that these university studies should lead to the maximum promotion of this certification, which should directly represent the software industry's real requirements. This paper presents an analysis and description of the most frequently demanded international professional software certificates referred to the software industry, concentrating on studies and analysing how has attempted to approach this certification in the computing degree, in the speciality of software engineering.

**Key words:** Software Engineering, Certification, EHEA.

*Sánchez, L.E., García-Rosado, D., Blanco, C., Fernández-Medina, E. y Piattini, M. "Papel de las certificaciones profesionales en la enseñanza universitaria de ingeniería de software en España", REICIS, vol. 6, no.2, 2010, pp.. Recibido: 6-4-2010; revisado: 8-9-2010; aceptado: 22-9-2010*

## **1. Introducción**

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) se inicia con la Declaración de la Sorbona de 1998, que destacó el papel de las Universidades en el desarrollo de la dimensión cultural y de la Europa del conocimiento, y se amplía con las Declaraciones de Bolonia (Junio de 1999), de Praga (2001) y de Berlín (Septiembre de 2003) y Bergen (Mayo de 2005), en las que se acordó promover y desarrollar en los países participantes la reforma de la estructura y la organización de las enseñanzas universitarias para estimular la construcción de un Espacio Europeo de Educación Superior con el objetivo de favorecer la movilidad y las oportunidades de empleo y además hacer que estos nuevos planes de estudio se adaptasen a las demandas de las empresas [1], de forma que sirvan para hacer que los nuevos profesionales aumenten la productividad del tejido empresarial Europeo [2]. Actualmente, gran parte de las Universidades Europeas se encuentran elaborando los nuevos planes de estudio del Grado en Ingeniería Informática, basándose para ello en las intensificaciones propuestas por la ACM [3] (una de ellas es Ingeniería del Software, que será la abordada en este trabajo).

Pero, para saber si el grado se adecua a las necesidades reales que tiene el mercado [4], es necesario hacer un análisis por asignaturas, especialmente en aquellas que forman la especialización, ya que el resto de asignaturas representan contenidos optativos o formación básica y común a la rama de informática. Por ello en este artículo ofrecemos una visión de cada una de las 8 asignaturas que componen la intensificación del perfil de ingeniería del software del grado en ingeniería informática, analizándolas no sólo desde el punto de vista académico, sino desde el profesional; se estudian los contenidos de las principales certificaciones profesionales que el mercado está demandando, para determinar si la orientación de las asignaturas es adecuada e identificar contenidos que permitan complementar sus temarios.

El artículo estará formado por cuatro secciones. En la primera pondremos en contexto el momento actual de creación de planes de estudio, analizando la estructura general de dichos planes y resaltando la necesidad de que los ingenieros software cuenten con varias certificaciones profesionales. En la segunda sección se analizará en detalle la intensificación de Ingeniería del Software, comentando los contenidos. En la tercera

sección se analizarán las principales certificaciones profesionales relacionadas con cada una de las 8 asignaturas, realizando una comparación de los contenidos de cada certificación y de las asignaturas. Finalmente en la última sección, describiremos las principales conclusiones obtenidas durante la investigación.

## **2. Grado en ingeniería**

En el caso del Grado en Ingeniería Informática, En los últimos años, las organizaciones ACM, IEEE-CS, y AIS han colaborado para obtener un nuevo documento de recomendaciones sobre el nuevo grado de Ingeniería del Software [5]. Los nuevos planes, se han orientado a la existencia de un grado único con cinco especialidades o intensificaciones. Estas cinco intensificaciones se corresponden las Tecnologías Específicas de la Resolución de 8 de junio de 2009, de la Secretaría General de Universidades, por la que se da publicidad al Acuerdo del Consejo de Universidades, por el que se establecen recomendaciones para la propuesta por las Universidades de memorias de solicitud de títulos oficiales del ámbito de la Ingeniería Técnica Informática (BOE Num. 187 del 4/8/2009), y las propuestas por la ACM [3], y que son: Ciencias de la Computación [6], Ingeniería del Software [7], Ingeniería de Computadores [8], Sistemas de Información [9] y Tecnologías de la Información [10].

Actualmente muchas instituciones e investigadores están trabajando para unificar y complementar el grado de ingeniería de software, tomando como base el modelo USA [11], o el modelo Europeo [12]. Otros investigadores, se han centrado en analizar el estado del arte de los diferentes planes desarrollados en el perfil de ingeniería del Software, realizando una revisión sistemática de los mismos [13]. Algunas investigaciones han considerado que el problema no estaba tanto en el contenido de los dominios, sino en el mecanismo de aprendizaje, centrándose en buscar metodologías de enseñanza ágiles centradas en el perfil de ingeniería del software [14].

ECTS	Estructura del Título				Mod
12	Trabajo fin de grado				
24	Optatividad				
48	<b>Ing. Del Software</b>	Tecnologías de la Información	Ing. De Computadores	Computación	
36	Formación complementaria para la rama de Ingeniería Informática				3
60	Formación común para la rama de Ingeniería Informática				2
60	Formación básica para la Ingeniería				1

Figura 1. Estructura del Título de Ingeniero en Informática de la UCLM

En el caso de la UCLM (Universidad de Castilla-la Mancha), la nueva propuesta del plan de estudios (ver figura 1), está dividida en un conjunto de bloques, orientados a la obtención de un título que por una parte se centrará en aspectos generalistas, haciendo que el estudiante adquiera al menos las competencias transversales, de formación básica, comunes a la rama de informática y por otra parte las competencias de al menos una de las especializaciones recomendadas por la ACM.

Desde el punto de vista metodológico, el diseño del Plan de Estudios se ha basado en un análisis descendente, partiendo de las competencias hasta llegar a las asignaturas. Las unidades de enseñanza-aprendizaje se han agrupado temáticamente por materias y cada materia se divide en una o varias asignaturas afines desde un punto de vista temático.

### 3. La intensificación de ingeniería del software

La intensificación de Ingeniería del Software propuesto para el nuevo grado en ingeniería informática, estará compuesta de un total de 8 asignaturas, la mayoría de los cuales se basan en la "Guía para la creación del Cuerpo de Ingeniería de Software para el Conocimiento" (SWEBOK)" [15], aunque algunos investigadores han discutido ya las mejoras que se incorporarán a la nueva versión del mismo [16]. En SWEBOK, se definen las competencias y conocimientos que según IEEE un Ingeniero del Software debería tener.

La realización de este modulo de especialización, permitirá que el alumno sea capaz de afrontar proyectos de Ingeniería del Software, Seguridad y Auditoría:

- cubriendo todos los aspectos del ciclo de vida relacionados con ellos, dirigiendo los proyectos con garantías de calidad.
- adquiriendo la capacidad de valorar las necesidades del cliente y especificar los requisitos software para satisfacer estas necesidades.
- reconciliando objetivos en conflicto mediante la búsqueda de compromisos aceptables dentro de las limitaciones derivadas del coste, del tiempo, de la existencia de sistemas ya desarrollados y de las propias organizaciones.
- comunicándose de forma clara y efectiva, trabajando en y con equipos multidisciplinares.
- adaptándose a los cambios.

También le habilita para ejercer la profesión, teniendo una conciencia clara de su dimensión humana, económica, social, legal y ética.

A continuación se muestran las 8 asignaturas del modulo de Ingeniería del Software, cuyo contenido se verá en detalle en el siguiente apartado: i) Ingeniería de Requisitos; ii) Diseño de Software; iii) Desarrollo de Bases de Datos; iv) Sistemas de Información Empresariales; v) Procesos de Ingeniería del Software; vi) Seguridad de Sistemas Software; vii) Calidad de Sistemas Software; viii) Gestión de Proyectos Software.

#### **4. Certificaciones profesionales para ingenieros software**

El momento actual en que se están definiendo los nuevos planes de estudio y en el que Europa se encuentra inmersa en el proceso de convergencia de la educación superior es fundamental para el futuro de algunos estudios tan nuevos, tan cambiantes y de los que depende tanto el progreso de la sociedad como es el caso de la Ingeniería Informática [17]. Por tanto es muy importante ser capaces de adaptar los nuevos planes de estudio a las necesidades reales del mercado [18]. En el caso de la Ingeniería Informática, las empresas y los profesionales están demandando perfiles cada vez más especializados [19], por lo que es deseable que los futuros graduados cuenten con una o varias certificaciones profesionales [20, 21] y que estén tengan además un carácter internacional [22]. Por tanto es muy

importante que los nuevos estudios estén muy enfocados a las necesidades profesionales [23], sin perder el rigor científico exigible en una ingeniería, y para conseguir este objetivo es fundamental que estos nuevos planes de estudio tengan una orientación que facilite la obtención de certificaciones profesionales.

Pero uno de los primeros problemas con los que se encuentran los profesionales y las empresas a la hora de decidir, es cómo seleccionar las mejores certificaciones entre una oferta que abarca más de 850 certificaciones y más de 200 programas de certificación [24]. Por ello, es muy importante mostrar a las empresas que las asignaturas que componen las nuevas áreas de especialización están ofreciendo realmente lo que el mercado demanda, estableciendo mapas de relación entre los contenidos de estas asignaturas y los contenidos de las principales certificaciones profesionales que el mercado está demandando. Conseguir enlazar en la práctica con las necesidades formativas reales es un reto que ofrece muchas ventajas tanto para los profesionales, que obtendrán una inserción laboral más directa y con mejor proyección, como para las propias empresas, que verán satisfechas sus necesidades mucho más rápidamente, y además en un contexto internacional. Existen estudios centrados en las TIC que demuestran que las personas que completaron su currículo con certificaciones profesionales, obtuvieron mejores salarios, principalmente en los casos en que complementaron las certificaciones técnicas con certificaciones empresariales [25, 26], llegando a incrementar su salario en más de un 10% [27].

A continuación se analiza la relación existente entre cada una de las asignaturas que componen el perfil de Ingeniería del Software y las principales certificaciones profesionales asociadas con ellas, lo que nos permitirá conocer la cercanía de dichas asignaturas con los perfiles profesionales más demandados. Adicionalmente, se mostrarán aquellas asignaturas que pueden ayudar a cubrir los contenidos de las certificaciones y los aspectos de las certificaciones que quedan fuera del temario oficial.

En la tabla 1, se pueden ver las principales certificaciones que se analizarán para cada asignatura y el porcentaje de contenidos de la certificación que puede cubrirse con cada una de las asignaturas incluidas en la especialización.

Organización	Certificación	Asignaturas							
		Ingeniería de requerimientos	Diseño del Software	Procesos de Ingeniería de Software	Calidad en Sistemas Software	Gestión de Proyectos Software	Desarrollo de Bases de Datos	Sistemas de Información Empresarial	Seguridad de Sistemas Software
ASQ	CQE				100%				
	CQT				80%				
ECQA	CSPM		100%						
	CCCM			100%					
	CeBM						100%		
	CeCE						100%		
	ISECMA								100%
EUCIP	ISA	100%							
	SD		100%						
	SI&TE			100%					
	IS_QA				100%				
	IS_PM					100%			
	DM						100%		
	ESC							100%	
	S&AC							100%	
	SA								100%
GILB	VRC	100%							
IDMA	CCP						100%		
	CDMP						100%		
IEEE	CSDA	100%	100%	100%	100%				
	CSDP	75%	75%	100%	75%				
ISC	CISSP								100%
ISACA	CISM								100%
	CISA								100%
	CGEIT								80%
iSQL	ISEB	100%							
	IREB	100%							
	iSAQB		100%						
	iCSA		100%						
	CPPM					90%			
QAI	CSPE			100%					
	CQSPE			100%					
	CSQA				90%				
	CMSQ				70%				
	CSPM					100%			
PMI	PMP					85%			
SANS	GIAC								100%
SEI	SAPC		100%						
	ATAM		66%						

Tabla 1. Relación entre las asignaturas de ingeniería del software y las certificaciones profesionales.

Dentro de las certificaciones analizadas, se pueden destacar las de EUCIP (Certificaciones Europeas para profesionales de la Informática), que es una certificación paneuropea independiente, promovida por CEPIS (Consejo Europeo de Profesionales de la Sociedad de la Información), y el Consejo Europeo de Asociaciones de Profesionales de la Informática, en el que España está representada por ATI (Asociación de Técnicos de Informática) y que es una de las pocas certificaciones que abordan las ocho asignaturas de la intensificación de Ingeniería del Software. La importancia de estas certificaciones se pone de manifiesto en algunos estudios, como el realizado por Povalej [22]. En él se puede ver, que si eliminamos las certificaciones de los principales fabricantes de Software y Servicios (Microsoft, CISCO, Oracle y SAP), las certificaciones ofrecidas por la EUCIP son las más solicitadas por los profesionales, por encima de otras certificaciones como las de ISACA, o las de ISEB. El problema que hemos encontrado a la hora de comparar las certificaciones de la EUCIP con los dominios de las asignaturas es que estas son certificaciones complejas, cuyo temario incluye varias asignaturas de la intensificación de Ingeniería del Software.

Por otro lado, certificaciones de gran prestigio como las de la IEEE se centran en intentar abordar los contenidos asociados a todo el ciclo de vida del software, por lo que sus dos principales certificaciones asociadas con este campo la CSDA (Certificado Asociado al Desarrollo de Software) y el CSDP (Certificado Profesional de Desarrollo de Software) cubren cuatro de las asignaturas de la intensificación en diferentes porcentajes.

Evidentemente, no se trata de conseguir certificaciones profesionales con las asignaturas, pero sí ofrecer a los alumnos las bases para conseguirlo. También se pretende acercar los contenidos de las asignaturas a los contenidos de las certificaciones, que tienen vía directa con las necesidades profesionales más demandadas.

#### **4.1. Ingeniería de Requisitos**

En el caso de la Ingeniería de Requisitos, existe un pequeño, pero selecto grupo de certificados internacionales que han intentado abordar la materia de la asignatura. Entre las más destacadas están la EUCIP-ISA (Analista de Sistemas de Información) de la EUCIP (Certificaciones Europeas de Profesionales en la Informática), GILB-VRC (Relación Requisitos de Certificación) de la consultora GILB y las certificaciones ISEB (Certificado

en Ingeniería de Requisitos) e IREB (Certificado Profesional para Ingeniería de Requisitos) de la iSQI (Instituto Internacional de Calidad de Software).

El temario de la asignatura se compone de 9 dominios que incluyen los conocimientos requeridos por las principales certificaciones profesionales, aportando a los alumnos contenidos extras que no son exigidos por las certificaciones. Las certificaciones analizadas centran la mayor parte de sus contenidos en los conocimientos aportados por los cuatro primeros dominios de la asignatura.

Asimismo, cabe destacar que la certificación GILB-VRC presenta una estructura de módulos cuya organización difiere en gran medida de la de la asignatura “Ingeniería de requerimientos” y de las otras certificaciones.

En la tabla 2 se ha marcado en gris los conocimientos que comparten las certificaciones y la asignatura y se puede ver como los descriptores de la asignatura incluyen los conocimientos requeridos por las principales certificaciones profesionales, aportando al alumno contenidos extras que no son exigidas por las certificaciones. La columna porcentaje de cumplimiento indica el nivel de conocimientos aportado por la asignatura de la intensificación a los contenidos de la certificación.

<b>Dominios - Ingeniería de Requisitos</b>	<b>EUCIP -ISA</b>	<b>GILB- VRC</b>	<b>iSQI- ISEB</b>	<b>iSQI- IREB</b>
Fundamentos de análisis del software.				
Requisitos software.				
Tipos de requisitos.				
Elicitación,				
Análisis, especificación y validación de requisitos software.				
Análisis orientado a objetos				
Notaciones avanzadas.				
Herramientas de gestión de requisitos.				
Métodos de gestión de requisitos.				
<b>Porcentaje de Cumplimiento:</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Tabla 2. Relación entre la “Ingeniería de Requisitos” y sus certificaciones.

## **4.2. Diseño de Software**

Al igual que en el apartado anterior, existe un pequeño grupo de certificaciones internacionales centradas en abordar la materia de la asignatura “Diseño del Software”. Entre las más destacadas están la EUCIP-SD (Desarrollador de Software) aunque esta

certificación es mucho más compleja e incluye módulos que abarcan otros aspectos (riesgos, calidad y seguridad, ...), la iSAQB (Certificado Profesional en Ingeniería del Software) y la ICSA (Certificado en Arquitectura del Software) de la iSQI (Instituto Internacional de Calidad de Software), la SAPC (Certificado profesional en arquitectura del software) y ATAM (Método de análisis para el intercambio de arquitecturas) del SEI (Instituto de Ingeniería del Software) que están orientadas a mejorar la protección y fiabilidad de sistemas software [28] y la CSPM (Certificado de Software para gestión de proyectos) del ECQA (Asociación Europea de Calidad y Certificación).

En la Tabla 2 se puede ver, como los descriptores de la asignatura incluyen los conocimientos requeridos por las principales certificaciones profesionales, aportando al alumno contenidos extras que no tienen las certificaciones, salvo en algunos casos en los que las certificaciones se han orientado a temas muy específicos. En general las certificaciones muestran poca homogeneidad de contenidos al relacionarlas con los dominios de la asignatura.

<b>Diseño de Software</b>	<b>EUCIP -SD</b>	<b>iSQI- iSAQB</b>	<b>iSQI- iCSA</b>	<b>SEI- SAPC</b>	<b>SEI- ATAM</b>	<b>ECQA - CSPM</b>
Fundamentos del diseño de software.						
Diseño orientado a objetos.						
Arquitecturas software.						
Patrones de diseño software.						
Análisis y evaluación del diseño.						
Notaciones avanzadas.						
Otras estrategias de diseño.						
Herramientas de análisis y diseño.						
<b>Porcentaje de Cumplimiento:</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>66%</b>	<b>100%</b>

Tabla 3. Relación entre el “Diseño de Software” y sus certificaciones

### **4.3. Ingeniería de Procesos Software**

En el caso de los procesos de ingeniería del Software, existen tres organizaciones que han obtenido reconocimiento con sus certificaciones, la EUCIP (Certificaciones Europeas de Profesionales en la Informática) con la certificación SI&TE (Integrador de Sistemas e Ingeniero de Pruebas), la ECQA (Asociación Europea de Calidad y Certificación) con las certificaciones CCCM (Certificado para configuración y gestión de cambios), y las CQSPE

(Certificado de calidad en procesos de ingeniería del software) y CSPE (Certificado en procesos de ingeniería del software) del Instituto QAI.

Ingeniería de Procesos Software	EUCIP-SI&TE	ECQA-CCCM	QAI-CSPE	QAI-CQSPE
Construcción de software.				
Gestión de la implementación.				
Fundamentos de las pruebas del software Técnicas de prueba.				
Gestión de la configuración del software.				
Proceso de gestión de la configuración.				
Fundamentos de mantenimiento del software.				
Técnicas de mantenimiento.				
Modelado y especificación de procesos software.				
<b>Otras asignaturas del modulo:</b>				
Calidad de Sistemas Software				
<b>Porcentaje de Cumplimiento:</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Tabla 4. Relación entre la “Ingeniería de Procesos Software” y sus certificaciones

La asignatura está formada por ocho dominios. En la Tabla 4 se puede observar que los descriptores de la asignatura contienen a los grupos temáticos identificados en las principales certificaciones profesionales, aportando incluso contenidos adicionales que no se reflejan en las certificaciones. En el caso de la QAI-CSPE existen algunos contenidos relacionados con la calidad que son abordados en la asignatura de “Calidad del Software”, complementando los conocimientos requeridos por la certificación.

#### 4.4. Calidad de Sistemas de Software

Frente a las pocas certificaciones existentes para otras asignaturas, en el caso de la Calidad de Sistemas de Software, existen un gran número de certificaciones que se han centrado en esta temática. Estas certificaciones abarcan la problemática, desde dos perspectivas: la calidad y las pruebas. Entre las principales certificaciones del mercado, podemos destacar:

- 1 de la EUCIP: IS\_QA (Auditor de Calidad de Sistemas de Información)
- 3 Del Instituto QAI: CAST (Certificado en Pruebas Software); CSQA (Certificado Software para analistas de calidad); CTSE (Certificado en pruebas de software).
- 7 de la de la ASQ (Sociedad Americana de Calidad): CSQE (Certificado de Ingeniería en Calidad de Software); CQA (Certificado como Auditor de Calidad);

CQE (Certificado en ingeniería de calidad); CQT (Certificado técnico de calidad); CQI (Certificado de Inspector de calidad); CMQ/OE (Certificado de organización y gestión de calidad); CQIA (Certificado Asociado a la mejora de la calidad); CQPA (Analista certificado en calidad del software).

- 1 del iSQI (Instituto Internacional para la Calidad del Software): ISTQB (Certificado en pruebas).
- 1 del Instituto Europeo de Telecomunicaciones (ETSI): TTCN-- (Certificado para pruebas y test de control v3).

Dado el gran número de certificaciones existentes, en el presente apartado nos centraremos en analizar las más importantes. En la Tabla 5 se puede analizar, como los descriptores de la asignatura incluye los conocimientos requeridos por las principales certificaciones profesionales, aunque en menor medida que otras asignaturas. Algunos de los conocimientos de estas certificaciones, pueden ser complementados mediante otras asignaturas: por ejemplo, los conceptos de seguridad que pueden ser completados mediante la asignatura “Seguridad de Sistemas de Software”, o la gestión de riesgos de proyectos que es abordado por la asignatura “Gestión de Proyectos del Software”. Pero existen otra serie de conocimientos que no son abordados, como los conceptos de Outsourcing asociados al coste o las auditorías de calidad que requieren asignaturas optativas específicas.

Calidad de Sistemas de Software	EUCIP- IS_QA	QAI- CSQA	QAI- CMSQ	ASQ- CQE	ASQ- CQT
Fundamentos de calidad del software.					
Calidad del proceso.					
Calidad del producto.					
Verificación y validación del software.					
Medición del software.					
Evaluación y mejora de procesos software.					
Gestión de la calidad del software.					
Estándares y normas de calidad.					
Herramientas de gestión de la calidad.					
<b>Aspectos cubiertos por otras asignaturas del modulo:</b>					
Gestión de Proyectos del Software					
Seguridad de Sistemas Software					
<b>Porcentaje de Cumplimiento:</b>	<b>100%</b>	<b>90%</b>	<b>70%</b>	<b>100%</b>	<b>80%</b>

Tabla 5. Relación entre la “Calidad de Sistemas de Software” y sus certificaciones

#### 4.5. Gestión de Proyectos Software

En el caso de la Gestión de Proyectos de Software, existen pocas certificaciones relacionadas pero, algunas de ellas, tienen gran importancia en la industria del software. De entre todas, nos centramos en las 5 que más relevancia han tomado en el mercado, la IS\_PM (Gestor de Proyectos de Sistemas de Información) de la EUCIP, la CSPM (Certificado de gestión de proyectos de software) del Instituto QAI, la PMP (Gestión profesional de proyectos) del PMI (Instituto de gestión de proyectos) y la CPPM (Certificado profesional para gestión de proyectos) del iSQI (Instituto Internacional de Calidad de Software).

Gestión de Proyectos Software	EUCIP-IS_PM	QAI-CSPM	PMI-PMP	iSQI-CPPM
Planificación estratégica.				
Planificación de proyectos software.				
Estimación.				
Seguimiento y control de proyectos software.				
Gestión de riesgos.				
Herramientas de gestión de proyectos.				
Ingeniería de requerimientos				
Ingeniería de Procesos Software				
Calidad de Sistemas Software				
<b>Porcentaje de Cumplimiento:</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>85%</b>	<b>90%</b>

Tabla 6. Relación entre la “Gestión de Proyectos Software” y sus certificaciones

En la Tabla 6 observamos que la asignatura por sí sola no cubre ninguna de las certificaciones, siendo necesarios los conocimientos aportados por otras asignaturas del modulo (Ingeniería de requerimientos, Procesos de Ingeniería del Software, Calidad de Sistemas de Software). Por otro lado, también quedan pendientes algunos aspectos como “la responsabilidad social y profesional”, “la gestión de recursos humanos” y algunos aspectos centrados en metodologías específicas como CMMI y SPICE (que en esta universidad se abordan en el máster en lugar de en el grado).

#### 4.6. Desarrollo de Base de Datos

En el caso del desarrollo de Base de Datos, existen muy pocas certificaciones genéricas y entre estas, sólo merece la pena destacar la DM (Administrador de Base de Datos) de la EUCIP que además cubre aspectos de seguridad e ingeniería del software, y la CCP

(Certificado profesional de computación) y la CDMP (Certificado profesional para gestión de datos) de la IDMA (Asociación para la gestión segura de datos).

Pero si existe un amplio conjunto de certificaciones ofertadas por compañías privadas y centradas en sus propios Sistemas de Gestión de Bases de Datos (SGBD). De estas las que más éxito tienen en el mercado actual son las ofertadas por Microsoft, Oracle e IBM.

- Microsoft ofrece certificaciones relacionadas con las Bases de Datos: MCITP-DD (Desarrollo de bases de datos), MCITP-DA (Administración de base de datos), y MCITP-BI (Inteligencia de negocio).
- Oracle ofrece un amplio conjunto de certificados, pero para el apartado actual nos centraremos solo en el OCDA (Certificado de Oracle de administración de base de datos). La parte de inteligencia de negocio, se cubre mediante una extensión de Oracle, denominada OBIAR (Oracle aplicaciones de inteligencia de negocio).
- IBM tiene un conjunto de certificaciones orientadas a su sistema de gestión de bases de datos, denominado DB2. Entre estas certificaciones, las más importantes son: el CDA (Certificado de administrador de base de datos) y el CADA (Certificado avanzado para administración de bases de datos). La parte de inteligencia de negocio, se cubre mediante la herramienta COG (Cognos).

Desarrollo de Bases de Datos:	EUCIP-DM	IDMA-CCP	IDMA-CDMP	Microsoft	Oracle	IBM
Requisitos de Datos.				MCITP-DD MCITP-DA	OCDA	CDA CADA
Diseño conceptual.						
Diseño lógico.						
Diseño Físico.						
Seguridad en BBDD.						
Diseño avanzado de datos.				MCITP-BI	OBIAR	Cognos
<b>Otras asignaturas del modulo:</b>						
Calidad de Sistemas de Software:						
<b>Otras asignaturas:</b>						
Administración de Bases de Datos				MCITP-DD MCITP-DA	OCDA	CDA CADA
Bases de Datos Avanzadas				MCITP-BI	OBIAR	Cognos
<b>Aspectos no cubiertos por la asignatura:</b>				SQL Server	Oracle	DB2
<b>Porcentaje de Cumplimiento:</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>50%</b>	<b>50%</b>	<b>50%</b>

Tabla 7. Relación entre la “Desarrollo de Bases de Datos” y sus certificaciones

En la Tabla 7 se observa que los descriptores de la asignatura incluyen la mayor parte de los conocimientos requeridos por las principales certificaciones profesionales, aportando al alumno contenidos extras que no tienen las certificaciones, como aspectos de seguridad de las BBDD. Por otro lado, el temario de la asignatura se ve complementado con otras asignaturas del modulo como “Calidad de Sistemas de Software” y optativas de la carrera, como “Administración de Bases de Datos” y “Bases de Datos Avanzadas”. Sin embargo, las certificaciones con contenidos de tecnologías específicas no quedan totalmente cubiertas, al requerir una cantidad de horas específicas para cada una de esas tecnologías (ej: SQL Server, Oracle, DB2).

#### **4.7. Sistemas de Información Empresarial**

En el caso de los Sistemas de Información Empresarial (SIE), existen muy pocas certificaciones genéricas, entre las existentes solo merece la pena destacar la ofertada por la EUCIP que es la ESC (Consultor en Soluciones Empresariales), y las ofertadas por la ECAQ (Asociación Europea de Calidad y Certificación) que son la CeBM (Certificado para gestión de negocios en Internet) y CeCE (Certificado de ingeniería en comercio electrónico).

Pero si existe un amplio conjunto de certificaciones ofertadas por compañías privadas y centradas en sus propios ERP (Planificación de recursos para empresas) y CRM (Gestión de relaciones con clientes). De estas las que más éxito tienen en el mercado actual son las ofertadas por SAP y Microsoft:

- SAP ofrece más de 100 certificaciones, divididas en tres grupos: i) Aplicaciones: orientada al funcionamiento de SAP; ii) Tecnología: orientada a la implantación y mantenimiento de la aplicación; iii) y Desarrollo: orientada al desarrollo utilizando el lenguaje de programación ABAP.
- En el caso de Microsoft su solución ERP/CRM pasa por una aplicación denominada NAV (Navision) que es una solución integrada de gestión completa y rentable que se actualiza y se adapta a las necesidades de las pequeñas y medianas empresas. Y la principal certificación es la BMSS-NAV (Especialista en soluciones de gestión de negocios para Navision).

En la Tabla 8 se puede ver, como el temario de la asignatura incluye un temario más amplio que el requerido por las principales certificaciones profesionales, aportando al alumno contenidos de gran valor profesional (por ejemplo: aspecto de integración de procesos) que no tienen las certificaciones. Pero, por otro lado, lo que queda fuera del temario son los conocimientos sobre el manejo de los aplicativos específicos de las compañías encargadas de emitir las certificaciones (por ejemplo: SAP, Navision, etc.).

Sistemas de Información Empresariales	EUCIP-ESC	ECQA-CeBM	ECQA-CeCE	SAP	Microsoft
Fundamentos de sistemas de información empresariales.					
Integración de procesos de negocio.					
Implementación, selección y adquisición.					
Negocio y comercio electrónico.					
Soluciones de negocio basadas en sistemas de información: CRM, ERP, SCM.				SAP	BMSS-NAV
<b>Otras asignaturas del modulo:</b>					
Seguridad de Sistemas Software					
Desarrollo de Bases de Datos					
<b>Aspectos no cubiertos por la asignatura:</b>				SAP	Navision
<b>Porcentaje de Cumplimiento:</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>50%</b>	<b>50%</b>

Tabla 8. Relación entre la “Sistemas de Información Empresariales” y sus certificaciones

#### 4.8. Seguridad de Sistemas Software

Frente a las pocas certificaciones existentes para otras materias, la seguridad de sistemas software es con diferencia el tema que mayor relevancia ha tomado en el sector privado, lo que ha dado lugar a un gran número de certificaciones diferentes [29]. Dado el gran número de certificaciones existentes en Seguridad de Sistemas de Software, en el presente apartado nos centraremos en analizar las más importantes: i) SA (Consultor en Seguridad de Sistemas de Información) de la EUCIP; ii) CISSP (Certificado de Información Sistema Seguridad Profesional) de la ISC (Consortio para la certificación de sistemas de seguridad de la información); iii) ISECMA (Certificado profesional de gestión de seguridad) de la ECQA (Asociación Europea de Calidad y Certificación); iv) GIAC (Certificado de seguridad global) del instituto SANS; v) y las de la organización internacional ISACA: CISM (Certificado en gestión de seguridad de la información), CISA (Certificado como

auditor de sistemas de información) y CGEIT (Certificado en gobierno de tecnologías de la información para empresas).

En la Tabla 9 se puede ver, como el temario de la asignatura incluye la mayor parte de los conocimientos requeridos, aunque estos deben ser complementados con otras asignaturas optativas, quedando fuera del alcance de la asignatura tan solo algunas metodologías específicas, como es el caso de la metodología COBIT ofrecida por ISACA.

Seguridad de Sistemas Software	EUCIP-SA	ISC-CISSP	ISECMA-ECQA	SANS-GIAC	ISACA-CISM	ISACA-CISA	ISACA-CGEIT
Fundamentos de seguridad.							
Seguridad organizativa.							
Requisitos de seguridad.							
Seguridad en desarrollo de software.							
Seguridad de sistemas de información.							
Riesgos de seguridad.							
Servicios de seguridad.							
Gestión de seguridad.							
Certificación, normas y estándares							
<b>Otras asignaturas optativas:</b>							
Auditoría de Sistemas de Información							
Criptografía							
Seguridad en Redes							
<b>Aspectos no cubiertos por la asignatura:</b>							COBIT
<b>Porcentaje de Cumplimiento:</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>80%</b>

Tabla 9. Relación entre la “Seguridad de Sistemas de Software” y sus certificaciones

## 5. Conclusiones

En este artículo hemos mostrado la importancia que tiene el momento actual de reestructuración de los planes de estudio para su adaptación al EEES, tanto para el futuro profesional de los alumnos, como para el crecimiento estable a medio y largo plazo del tejido empresarial europeo. Para ello, es fundamental realizar unos planes de estudio acordes a las necesidades del mercado, de forma que estos planes sirvan como catalizador de una mejora de la productividad y del tejido empresarial. Por tanto, estos planes de estudio tienen que ser acordes a la demanda del mercado.

Uno de los mejores indicadores de las necesidades del mercado, son las certificaciones profesionales, ya que suelen aparecer para dar solución a demandas en aspectos concretos de las compañías. Por tanto, es necesario contar con un plan de estudios que sea capaz de preparar adecuadamente a sus alumnos y les capacite para afrontar con

garantías gran parte de las certificaciones profesionales requeridas por las empresas. Por tanto, y con el objetivo de validar el perfil de Ingeniería del Software de la carrera de Ingeniería Informática, se han analizado las certificaciones profesionales más demandadas por las empresas relacionadas con este perfil. Aunque se han detectado algunos aspectos que pueden ser mejorados en dicho perfil, estos son aislados y pueden ser compensados mediante asignaturas optativas y de postgrado.

Por último, uno de los aspectos interesantes que abordaremos en futuros estudios, será analizar otras certificaciones, principalmente de índole europea, que han quedado fuera de este artículo por razones de espacio y enfocar la relación existente entre asignaturas y certificaciones a las atribuciones profesionales.

## **Referencias**

- [1] Pereira, C., et al. *The European Computer Science Project: A Platform for Convergence of Learning and Teaching*. En: *DLC&W 2006 proceedings*. Lisboa, 2006.
- [2] Forbes, N.M. y Messina, P, *Computer science today in the European Union*. Computing in Science & Engineering, 2002. 4(1): p. 10-14.
- [3] ACM, *Computer science curriculum 2008: An interim revision of CS 2001*, in *Review Task Force*, ACM, 2008.
- [4] Lutz, M.J.B., D., *Introduction: Software Engineering Curriculum Development*. Software, IEEE, vol. 23, nº 6, 2006, pp. 16-18.
- [5] Davies, G., Cassel, L., Pyster A., Caspersen, M. y Topi, H., "ACM Education Board and Masters Level Programs", *ACM SIGCSE Bulletin*, vol. 41, nº1, 2009, pp. 487-488.
- [6] CC2001, *Computing Curricula 2001. Computer Science*, ACM, 2001.
- [7] SE2004, *Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering*, ACM, 2004.
- [8] CE2004, *Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Engineering*, ACM, 2004.
- [9] Gorgone, J., et al., "MSIS 2006: Model Curriculum and Guidelines for Graduate Degree Programs in Information Systems", *Communications of AIS*, vol. 38, nº 2, 2006, pp. 121-196.
- [10] Lunt, B., et al., *Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Technology*, ACM, 2008.
- [11] Pyster, A., Turner, R., Henry, D., Lasfer, K. y Bernstein, L., "Master's Degrees in Software Engineering: An Analysis of 28 University Programs", *IEEE Software*, vol. 26, nº 5, 2009, pp. 95-101.
- [12] Lago, P., Muccini, H., Beus-Dukic, L., Crnkovic, I., Punnekkat, S. y Van Vliet, H., "Towards a European Master Programme on Global Software Engineering". En: *20th Conference on Software Engineering Education & Training (CSEET'07)*, 2007.

- [13] Calmon de Almeida, J., Gomes P., Cruz A.C., Uchôa, A. y Horta G., "Scientific research ontology to support systematic review in software engineering", *Advanced Engineering Informatics*, vol. 21, nº 2, 2007, p. 131-151.
- [14] Rico, D. and H. Sayani, "Use of Agile Methods in Software Engineering Education", En: *Agile Conference 2009 Chicago*, 2009.
- [15] Tripp, L., *SWEBOK: Guide to the Software Engineering Body of Knowledge*, IEEE CS, 2004.
- [16] Lavrischeva, E.M., "Classification of Software Engineering Disciplines", *Cybernetics and Systems Analysis*. vol. 44, nº 6, 2008, pp. 791-796.
- [17] Lethbridge, T., Diaz-Herrera, J., LeBlanc, R.J. y Thompson, J.B., "Improving software practice through education: Challenges and future trends", En: *International Conference on Software Engineering Future of Software Engineering(FOSE'07)*. 2007, pp. 12-28.
- [18] Thompson, J.B., "Software Engineering Practice and Education An International View". En: *Proceedings of the 2008 international workshop on Software Engineering in East and South Europe, SEESE'08 Leipzig, Germany*, 2008, pp. 95-102.
- [19] García, M.J. y Fernández-Sanz, L., "Opinión de los profesionales TIC acerca de la formación y las certificaciones personales", *Novática*, mayo-junio, 2007, p. 32-39.
- [20] Seidman, S., *The Emergence of Software Engineering Professionalism*, Springer, 2008.
- [21] Suarez, B. y Tovar, E., "Accreditation in engineering", En: *Int. Conf. Engineering Computer Education 2005 (ICECE05)*, 2006.
- [22] Povalej, R. and P. Weib, "Investigación de los sistemas de certificación TIC para profesionales en Europa, in Certificaciones profesionales en las TIC", *Novática*, mayo-junio, 2007, pp. 24-31.
- [23] Seidman, S.B., "Software Engineering Certification Schemes", *Computer*, vol. 41, nº5, 2008, pp. 87-89.
- [24] Fernández-Sanz, L., García, M.J. y Weib, P., "Presentación. Sistemas de certificación para los profesionales en Tecnologías de la Información", *Novática*, mayo-junio, 2007, pp. 4-6.
- [25] Global\_Knowledge, *2010 IT Skills and Salary Report. A Comprehensive Survey from Global Knowledge and TechRepublic*, G.K.T. LLC, 2010.
- [26] Santiago, R., *Certificaciones personales, o como ser más competitivo*. 2010 [citada 2010 18/08/2010 00]; Disponible en: <http://www.rhhdigital.com/ampliada.php?sec=45&id=71019>.
- [27] Willmer, D., *Today's Most In-Demand Certifications*. 2010 [citada 2010 26 July 2010].
- [28] Welch, J., "Las certificaciones para profesionales del software ayudan a asegurar la protección y fiabilidad de sistemas vitales", *Novática*, mayo-junio, 2007, pp. 20-23.
- [29] Crowley, E., "Information system security curricula development", En: *Proceedings of the 4th conference on Information technology curriculum. Conference On Information Technology Education*, 2003, pp. 249-255.