

# Propuesta de Contenidos para asignaturas sobre Calidad del Software y Sistemas de Información

Félix García, y Mario Piattini

Grupo Alarcos

Escuela Superior de Informática

Universidad de Castilla-La Mancha

13001 Ciudad Real

e-mail: {Felix.Garcia, Mario.Piattini}@uclm.es

## Resumen

La calidad de los Sistemas de Información (SI) es un aspecto clave a considerar y constituye un objetivo estratégico en las organizaciones ante la competitividad del mercado actual. Debido a la importancia que la calidad del software está adquiriendo en las empresas, es fundamental que los futuros profesionales adquieran la formación necesaria. Para ello se deben ofertar en los planes de estudio de las titulaciones de Ingeniería en Informática asignaturas específicas que proporcionen un enfoque integrador de los aspectos relacionados con la calidad de los SI.

En este artículo se analiza la situación actual en la docencia de la calidad del software en las Universidades españolas delimitando a partir de cuerpos de conocimiento como SWEBOK (*Software Engineering Body of Knowledge*) y CSQE (*Certification Software Quality Engineer*) las áreas que se deberían cubrir. Ante la necesidad de ofrecer asignaturas específicas sobre la calidad en la Ingeniería del Software se plantea el temario de la asignatura “Calidad del Software” y también se proponen los contenidos que se deberían incluir en una asignatura sobre “Calidad de los SI” que tendría un mayor alcance y englobaría, además de la calidad del software, otras dimensiones de la calidad de los SI.

## 1. Introducción

La calidad de los sistemas de información (SI) se ha convertido hoy en día en uno de los principales objetivos estratégicos de las organizaciones, debido a que cada vez más, los procesos principales de las organizaciones -y su supervivencia- dependen de los sistemas informáticos para su buen funcionamiento.

En la evolución experimentada por la calidad de los SI se ha pasado de un tratamiento centrado fundamentalmente en la inspección y detección de errores en los programas, a una aproximación más sistemática, dada la importancia que ha adquirido la calidad en la Ingeniería de Sistemas y en la Ingeniería del Software. En los últimos años se han publicado diversos estudios y estándares en los que se exponen los principios que se deben seguir para la construcción y mejora de productos y servicios de calidad como los estándares ISO 9000:2000 [12] e ISO 15504 [8], los modelos de madurez CMM [26], CMMI [27], etc. Todo ello ha influido de forma significativa en el papel que actualmente tiene la calidad en las organizaciones, que pasa a convertirse en una filosofía, una ventaja competitiva y una cultura que afecta a toda la organización.

La demanda de software por parte de las organizaciones y, en general, de la sociedad ha crecido mucho más deprisa que la capacidad de la industria para producir software de calidad, haciendo crónica la denominada “crisis del software”. Desde hace varios años se viene insistiendo en esta crisis y en los desastres que los fallos de software pueden llegar a causar en las organizaciones [20; 28].

Todo ello motiva la importancia de ofrecer una formación en calidad de SI a los futuros ingenieros software. En este artículo proporcionamos una panorámica general sobre la docencia en la calidad del software/SI en las universidades nacionales estableciendo en primer lugar las áreas relacionadas con la calidad del software en base a dos propuestas de enseñanza: la primera más “académica” según el SWEBOK [32] y, la segunda, más “empresarial” de acuerdo a la ASQ (*American Society for Quality*) [2]; y en segundo lugar se analiza la cobertura que ofrecen las asignaturas a las distintas áreas. Además, ante

la necesidad de ofrecer una visión integrada de la calidad del software/SI a los alumnos de Ingeniería en Informática, se proponen las asignatura “Calidad del Software” y “Calidad de los SI”, analizando los contenidos que deberían incluir cada una de ellas,

**2. SWEBOOK.**

El cuerpo de conocimiento de la Ingeniería del Software SWEBOOK [32] es un proyecto de la *IEEE Computer Society* (IEEE-CS) y actualmente se encuentra siendo debatido por el subcomité JTC1/SC7 para su aprobación como informe técnico (ISO TR 19759). Su principal objetivo es el establecimiento de un cuerpo de conocimiento de la Ingeniería del Software (IS) promoviendo una visión consistente del mundo de la IS, clarificando el papel de la IS respecto a otras disciplinas relacionadas y proporcionando las bases para el desarrollo de planes de estudios o materiales para certificaciones individuales.

Según la división del conocimiento de la IS que establece el SWEBOOK en calidad del software se incluyen las técnicas estáticas de la calidad, es decir, aquellas que no requieren la ejecución del software que está siendo evaluado, mientras que las técnicas dinámicas se tratan en el área de conocimiento de pruebas del software. Este estándar divide a su vez la calidad del software de acuerdo a la siguiente estructura tal y como se representa en la Figura 1:

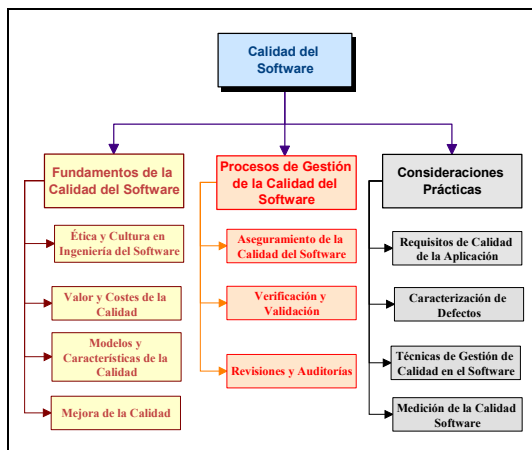


Figura 1. Descomposición de los temas del área de conocimiento Calidad del Software del SWEBOOK

**3. ASQ**

La ASQ [2] es una asociación cuyo objetivo es “promover la mejora de los resultados de negocio en base al aprendizaje avanzado, la mejora de la calidad, y el intercambio de conocimiento”. Esta asociación profesional establece varias certificaciones sobre calidad en diferentes ámbitos de actuación. Para la certificación de *Software Quality Engineer* (CSQE) la ASQ establece un cuerpo de conocimiento que consta de varias áreas (ver Tabla 1):

Tabla 1. Cuerpo de Conocimiento de la ASQ

Áreas CSQE	Materias
<b>I. Conocimiento General, Conducta y Ética</b>	A. Filosofía y Principios de la Calidad
	B. Estándares, Especificaciones y Modelos
	C. Herramientas y Habilidades de Liderazgo
	D. Conducta Ética y Desarrollo Profesional
<b>II. Gestión de la Calidad del Software</b>	A. Metas y Objetivos - Metas y Objetivos de la Calidad - Servicios subcontratados - Planificación - Documentación de Sistemas de Gestión de la Calidad SW - Requisitos del Cliente
	B. Metodologías - Revisión, Inspección y Pruebas - Métodos de Gestión del Cambio - Coste de la Calidad (COQ) - Seguimiento de los datos de la calidad - Informe de Problemas y Procedimientos de acciones correctivas - Procesos de Mejora de la Calidad
	C. Auditorías - Desarrollo y Administración de Programas - Preparación y Ejecución de la Auditoría - Informe y Seguimiento de la Auditoría
<b>III. Procesos de Ingeniería del Software</b>	A. Condiciones del Entorno
	B. Gestión de Requisitos
	C. Ingeniería de Requisitos
	D. Métodos y Herramientas de Análisis, Diseño y Desarrollo
	E. Gestión del Mantenimiento

Áreas CSQE	Materias
IV. Gestión de Programas y Proyectos	A. Planificación
	B. Seguimiento y Control
	C. Gestión de Riesgos
V. Métricas del Software, Medición y Métodos Analíticos	A. Métricas y Teoría de la Medición
	B. Medición del Proceso y Producto
	C. Técnicas Analíticas
VI. Verificación y Validación del Software	A. Teoría
	B. Revisiones e Inspecciones
	C. Planificación y Diseño de Pruebas
	D. Ejecución y Evaluación de Pruebas
VII. Gestión de la Configuración del Software	A. Infraestructura de la Configuración
	B. Identificación de la Configuración
	C. Control de la Configuración
	D. Contabilización del estado De la Configuración
	E. Auditoría de la Configuración
	F. Aspectos de Entrega y Distribución

#### 4. La Docencia sobre Calidad del Software en las Universidades Españolas.

En este apartado se proporciona una panorámica general sobre la docencia sobre la calidad del software en las universidades españolas. Para ello, se han estudiado las asignaturas relacionadas, teniendo en cuenta la información disponible en las páginas Web de las titulaciones de informática a fecha de febrero de 2005. En primer lugar cabe destacar que en las universidades españolas en general se reducen los aspectos de la calidad del software propuestos por el SWEBOK a un par de temas dentro de las asignaturas de Ingeniería del Software o SI. Por los que respecta a las áreas del CSQE, las áreas III, VI y VII se suelen tratar con suficiente profundidad en las asignaturas antes mencionadas. El área IV se suele incluir en las anteriores o en la asignatura de Planificación/Gestión de Proyectos/Sistemas Informáticos. Sin embargo, los apartados I y II apenas son tratados (con excepción del I.A y I.B en las universidades

que incluyen alguna asignatura sobre ética o deontología profesional) y el V muchas veces no lo es con la dedicación suficiente.

En algunas universidades españolas se ofertan asignaturas que permiten profundizar en algunos aspectos de la calidad. Sobre estas asignaturas se ha realizado un estudio más detallado. Las universidades que ofertan tales asignaturas son: Universidad Politécnica de Valencia (UPV), Universidad del País Vasco (EHU), Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Universidad de Sevilla (US), Universidad de Murcia (UM), Universidad de Valladolid (UV), Universidad de Zaragoza (UZ), Universidad Educación a Distancia (UE) y Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM).

El primer paso del análisis realizado ha sido el de establecer el conjunto de áreas relacionadas con la calidad del software. En base a los contenidos del SWEBOK y del CSQE se han seleccionado las siguientes áreas:

- **Conceptos Básicos sobre la Calidad del Software**, en la que se proporciona una introducción a la calidad software incluyendo su definición y características generales, así como los beneficios que aporta a las organizaciones.
- **Valor y Coste de la Calidad**, que trata esencialmente de la evaluación de los costes de la calidad y su impacto sobre los productos y procesos. Los costes relacionados con la calidad pertenecen a las siguientes categorías: de prevención, de valoración, internos de fallos, externos de fallos [5].
- **Modelos y Características de la Calidad del Software**, que aborda los distintos estándares, especificaciones y modelos relacionados con la calidad del software donde se incluyen: modelos de calidad del producto como el de McCall [17] o los estándares ISO 9126-1 [10] e ISO 14598 [9]; modelos de calidad del proceso como los modelos de madurez CMM [26], CMMI [27], el estándar ISO 15504 [8] y otros modelos relacionados. También se incluirían en esta área la familia de normas ISO 9000:2000 [10] para certificación de calidad y modelos y propuestas de mejora de la calidad como TQM [1], IDEAL [18], etc.
- **Gestión de la Calidad del Software**, que incluye los aspectos relacionados con la planificación, evaluación y seguimiento de los

programas de calidad identificando los requisitos de personal y calendario necesarios para satisfacer los objetivos de calidad de la organización. Los procesos relacionados con la gestión de la calidad se tratan de forma separada en las áreas de aseguramiento de la calidad, revisión y auditoría y medición del software.

- **Aseguramiento de la Calidad del Software**, que incluye los contenidos relacionados con los medios necesarios para asegurar que el software satisface los requisitos del usuario [30].
- **Revisión y Auditoría**, que trata aspectos de revisiones, inspecciones y auditorías del software.
- **Verificación y Validación**, en la que se abordan tanto los aspectos de gestión de estas actividades como los métodos concretos de evaluación de productos para determinar si satisfacen los requisitos del usuario y los objetivos del proyecto.
- **Medición del Software**, que incluye el estudio de las métricas del software [3], tratando la medición del proceso, proyecto y productos. También se incluyen las metodologías y estándares relacionados con la medición como PSM (*Practical Software Measurement*) [19], ISO 15939 [11], etc., así como técnicas analíticas de evaluación de la calidad (diagramas, gráficos y herramientas) y aspectos de la fiabilidad software.

Tabla 3. Tratamiento de las áreas relacionadas con la calidad de SI en algunas universidades nacionales

ÁREA	Asignaturas									
	ACS	CSI	CS(UE)	CS(UV)	DSIC	ESI	GC	IS3	MMIS	PS
1. Conceptos Básicos sobre Calidad SW	-	T	T	-	-	-	P	-	-	-
2. Valor y Coste de la Calidad	-	P	-	-	-	-	P	-	-	-
3. Modelos y Características de la Calidad SW	-	T	T	-	P	-	P	-	T	P
4. Gestión de la Calidad SW	-	-	P	-	P	-	P	T	P	-
5. Aseguramiento de la Calidad Software	-	-	P	-	P	-	-	-	-	-
6. Revisión y Auditoría	T	-	-	-	P	T	P	-	-	-
7. Verificación y Validación	-	-	-	-	P	P	-	-	-	-
8. Medición del Software	-	T	P	P	-	-	-	P	P	P

El siguiente paso en el análisis realizado ha consistido en estudiar si las asignaturas con contenidos relacionados con la calidad software (cuyas siglas se encuentran en la tabla 2) incluyen los aspectos tratados en las áreas propuestas.

Tabla 2. Siglas de las asignaturas estudiadas

Siglas	Asignatura
ACS	Auditoría y Calidad del Software (UM)
CSI	Calidad de Sistemas de Información (UCLM)
CS	Calidad del Software (UE/UV)
DSIC	Desarrollo de Sistemas de Información Corporativos (UC3M)
ESI	Evaluación de Sistemas de Información (UPM)
GC	Gestión de la Calidad (UZ)
IS3	Ingeniería del Software III (US)
MMIS	Métricas y Modelos en la Ingeniería de Software (UPV/EHU)
PS	El Proceso del Software (UPV)

En la tabla 3 se resume la cobertura que en las diferentes universidades se presta a estos contenidos, señalando además de las asignaturas que los tratan, si estos contenidos se contemplan prácticamente de manera total (T) o parcial (P).

Como se puede observar en la tabla 3, no existe un consenso en los contenidos impartidos por las distintas universidades españolas en relación a la calidad del software. En algunos casos sólo se incluyen en asignaturas de calidad del software aspectos como la auditoría, la medición o algunos modelos de referencia y en general no existen asignaturas en las que se traten con profundidad todos los aspectos relacionados con la calidad software. Tal y como se reconoce en el SWEBOK, los contenidos relacionados con la calidad abarcan casi todas las áreas de la Ingeniería del Software. Ello dificulta la posibilidad de abordar con profundidad la calidad del software en una única asignatura y por ello, los contenidos de asignaturas sobre calidad software se suelen complementar con los contenidos de otras asignaturas incluidas en los planes de estudios de las distintas universidades, como Ingeniería del Software, Planificación y Gestión de Proyectos, etc. Sin embargo es importante proporcionar a los futuros ingenieros en informática una visión integral de la calidad del software incluyendo todos sus contenidos relacionados, de forma que se analicen ampliamente sus aspectos más significativos y se proporcione una panorámica general del resto, que podría ampliarse con los contenidos de otras asignaturas relacionadas. En el siguiente apartado se presenta una propuesta con los contenidos que bajo nuestro punto de vista deberían tratarse en una asignatura sobre calidad en función del alcance que se le quiera dar.

## 5. Temario Propuesto.

Analizados los planes de estudio de las universidades y estudiados también los nuevos contenidos que aportan los principales libros del tema [4;13;14;16;25;30;31] proponemos dos temarios, según el alcance que se le quiera dar a la asignatura (que puede ser restringido a la calidad del software o ampliado hasta abarcar toda la calidad de un sistema de información).

### 5.1. Calidad del software

En la tabla 4 se presentan los contenidos que a nuestro juicio se podrían incluir en una asignatura sobre calidad del software:

Tabla 4. Propuesta de Temario para la asignatura “Calidad del Software”

<b>Parte I. La Calidad</b>	Tema 1. Introducción a la Calidad
	Tema 2. Técnicas de Calidad
	Tema 3. Modelos y Normas de Calidad
<b>Parte II. Calidad del Producto</b>	Tema 4. Modelos de Calidad del Producto Software
	Tema 5. Fiabilidad
<b>Parte III. Calidad del Proceso</b>	Tema 6. Proceso Software
	Tema 7. Evaluación y Mejora de Procesos
<b>Parte IV. Medición del Software</b>	Tema 8. Metodologías y Estándares de Medición Software
	Tema 9. Métricas del Software

Como se puede observar en la Tabla 4, el temario queda estructurado en cuatro bloques principales que permiten tratar los distintos aspectos relacionados con la calidad software. Dentro del primer bloque, en el primer tema se aborda la calidad desde un punto de vista introductorio aportando una visión de la calidad en general presentando su definición, evolución histórica, tipos de calidad, conceptos relacionados y los costes de la calidad para a continuación introducir la calidad en el software. El tema 2 se dedica a presentar las diversas técnicas y herramientas relacionadas con la calidad clasificándolas en herramientas básicas, de gestión, de creatividad, estadísticas, de diseño y de medición [21]. El siguiente tema está orientado a presentar los diversos estándares y modelos relacionados con la calidad desde un punto de vista general.

El segundo bloque aborda la calidad en el producto software. En el tema 4 se estudian modelos y normas concretos relacionados con la calidad del producto software y en el tema 5 se aborda de forma separada un factor significativo en la calidad de los productos software como es su fiabilidad, presentando los métodos y técnicas relacionadas.

El bloque III analiza la calidad de los procesos software. En el tema 6 se presenta una panorámica general de los procesos software abordando sus características generales y su gestión, dentro de la cual se presta una especial atención en presentar el

modelado y las tecnologías relacionadas con los procesos. El tema 7, por su parte, se centra en presentar las propuestas relacionadas con la evaluación y mejora de los procesos software en el contexto de las normas o modelos de madurez a los que pertenecen.

Finalmente en la parte IV se estudia la medición del software presentando en primer lugar las metodologías y estándares relacionados (tema 8) y a continuación en el tema 9 se proporciona una panorámica general a las propuestas de métricas del software existentes en la bibliografía, clasificándolas en función de si son métricas relacionadas con el proceso, los proyectos o los productos.

Con el temario propuesto se proporciona una cobertura adecuada a las áreas 1, 2, 3, 5 y 8 (ver tabla 3), ya que consideramos que en el contexto de la asignatura de calidad del software son aspectos no abordados con la profundidad necesaria en otras asignaturas del plan docente. Estos contenidos se complementa con los de las asignaturas: Planificación y Gestión de los SI, que incluye algunos aspectos de gestión de la calidad (área 4); Auditoría y Seguridad Informática que aborda de forma parcial el área 6, mientras que la verificación y validación (área 7) es tratada en las asignaturas de Ingeniería del Software.

El temario propuesto junto con los contenidos de otras asignaturas permitiría obtener a los futuros ingenieros en informática una visión completa de los aspectos relacionados con la calidad del software. Si se quiere proporcionar una panorámica más general de la calidad en el mundo de la informática estos contenidos se podrían ampliar mediante la introducción de una asignatura más completa denominada "Calidad de los SI". Los contenidos de esta posible asignatura se analizan en el siguiente apartado.

## 5.2. Calidad de los Sistemas de Información

Suponiendo que los temas básicos relacionados con los SI se tratan en las asignaturas de SI, la asignatura de calidad de los SI debería proponer una visión holística de la calidad [29], en la que se consideren diferentes dimensiones (ver Figura 2).

La **calidad del software** es una dimensión esencial de la calidad de los SI, por lo que sus contenidos deberían incluirse en dicha asignatura (ver tabla 4). Sin embargo, la calidad del software no es la única dimensión de la calidad de los SI,

sino que también hay que considerar la **calidad de la infraestructura** (hardware, software de base, etc. mantenido y soportado por el SI); **calidad de la gestión**, que incluye los aspectos de gestión relacionado con la función de los SI; **calidad de la información**, que trata la calidad de los datos y de la información resultante de los SI; **calidad de servicio**, que aborda la calidad desde el punto de vista de los servicios que ofrecen los SI, incluyendo la calidad de los procesos de soporte, de los clientes y del personal implicado.

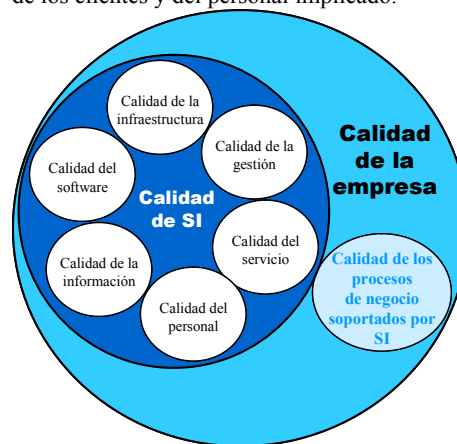


Figura 2. Dimensiones de la Calidad

De acuerdo a los aspectos que tratan las distintas dimensiones de calidad de los SI, y teniendo en cuenta que la calidad de la gestión se abordaría en la asignatura de Planificación o Gestión de Proyectos, la asignatura de "Calidad de los SI" incluiría los siguientes temas:

- **Parte I. Calidad del software**, que incluye el temario de la asignatura "Calidad del Software" (ver tabla 4)
- **Parte II. Calidad del personal**. Se abordan dos temas fundamentales:
  - **La calidad personal**, basada en enseñar a los alumnos como deben gestionar la calidad de sus proyectos cuando asumen su rol de ingenieros software. Para este tema se imparte la técnica PSP (*Personal Software Process*) [6] mostrándoles un enfoque disciplinado para el desarrollo de software.
  - **La calidad en equipo**, fomentando la disciplina en el proceso y proporcionando las guías necesarias para el trabajo en equipo. Para ello se imparte TSP (*Team*

*Software Process*) [7]. Tal y como se indica en [22], al usar TSP como material didáctico de apoyo se fomenta el aprendizaje a través de la práctica obteniéndose importantes beneficios para los alumnos como: formación en el proceso de desarrollo incremental e iterativo; roles y responsabilidades bien definidos; incorporación de las métricas en el proceso de desarrollo; uso de técnicas de inspección y revisión de los productos; insistencia en la estandarización de la documentación y del código y análisis *postmortem*.

- **Parte III. Calidad de la información.** Como se indica en [24], cada vez hay más expertos tanto en el mundo académico como profesional que insisten en la necesidad de formar a los alumnos en Calidad de Datos. Para ello en este tema se imparte el “*Information Quality Curriculum Model*” (IQCM) [15] en el que los contenidos son: Introducción a los SI (IQ1), Gestión de los Datos (IQ2), Análisis de los requisitos de la Información y Diseño de Sistemas (IQ3), Proyectos de SI (Diseño físico e implementación) (IQ4) y Gestión de la Información (IQ5).
- **Parte IV. Calidad del servicio,** en la que se deben explicar, aunque no con demasiada profundidad, modelos como SERVQUAL [23], que cada día es más utilizado en el ámbito de los SI y QUALIT, que combinan la calidad de servicio con la calidad de la información y de los sistemas [33].
- **Parte V. Calidad de la infraestructura,** en la que de forma muy general se presentan los aspectos de calidad en las infraestructuras del SI como las redes, hardware relacionado, etc. El contenido de esta parte se podría profundizar en otras asignaturas relacionadas con el área de Arquitectura e Ingeniería de Computadores.

## 6. Conclusiones

La calidad constituye aspecto fundamental en el mundo de la Ingeniería del Software, al igual que ocurre en otras ingenierías, en el que ocupa una posición estratégica y necesaria para ofrecer una mayor confianza al cliente sobre los productos y

servicios ofrecidos. Las diversas normas, estándares y metodologías relacionados con la calidad o aspectos de la calidad software están ofreciendo a las empresas y departamentos de desarrollo informático la posibilidad de adaptarse a una nueva forma de trabajo caracterizada principalmente por buscar la satisfacción de los clientes y disponer de una mejor visibilidad y control de la calidad de los procesos y de los productos finales. Ello posiciona la docencia de la calidad del software/SI como un tema importante a considerar en la formación de los futuros ingenieros en informática.

En este artículo hemos analizado el tratamiento de la calidad software en los principales currículos internacionales, así como los contenidos relacionados con la calidad que son impartidos en algunas universidades españolas. Como conclusión se puede afirmar que a la calidad del software no se le da toda la importancia que tiene para la correcta formación de profesionales de los SI. Habitualmente se incluye una introducción a la calidad como parte de las asignaturas relacionadas con la IS, pero en general no se incluye una asignatura que permita profundizar todos los aspectos relacionados con la calidad con el rigor y la extensión necesaria. Por ello, en este artículo se proponen los contenidos que deberían incluir las asignaturas sobre calidad en la IS, en concreto una asignatura sobre “Calidad en el Software” que podría ofertarse como optativa de segundo ciclo de 4,5 o 6 créditos. También se proponen los contenidos de una asignatura sobre “Calidad en los SI” que englobaría la calidad del software junto a otras dimensiones de calidad.

## Referencias

- [1] Arthur, L. J. *Improving Software Quality: An Insider's Guide to TQM*, John Wiley & Sons, 1993.
- [2] ASQ, American Society for Quality. En <http://www.asq.org/cert/types/csqe/bok.html>
- [3] Fenton, N. and Pfleeger, S. *Software Metrics: A Rigorous & Practical Approach*, Second ed, International Thomson Computer Press, 1998.
- [4] Horch, J. W. *Practical Guide to Software Quality Management*, Artech-House Publishers, 2003.

- [5] Houston, D. Software Quality Professional, *ASQC*, 1(2), 1999.
- [6] Humphrey, W. *Introduction to Personal Software Process*. Addison Wesley, 1997.
- [7] Humphrey, W. *Introduction to Team Software Process*. Addison Wesley, 2000.
- [8] ISO/IEC 15504 TR2:1998, Software Process Assessment - Part 2: A reference model for processes and process capability. International Organization for Standardization, 1998.
- [9] ISO/IEC 14598-1 Information Technology-Software Product Evaluation-Part 1: General overview, 1999.
- [10] ISO/IEC 9126-1: Software Engineering - Product quality - Part 1: Quality model, 2001.
- [11] ISO/IEC, ISO 15939: Software Engineering - Software Measurement Process, 2002.
- [12] ISO/IEC 90003:2004, Software and Systems Engineering-Guidelines for the Application of ISO9001:2000 to Computer Software: ISO and IEC, 2004.
- [13] Jarvis, A., Crandall, V. *Inroads to Software Quality: "How to" Guide and Toolkit*, Prentice-Hall, 1997.
- [14] Juran, J. *Juran's Quality Handbook*, 5th ed., New York: McGraw-Hill, 1999.
- [15] Kahn, B.K. and Strong, D. Where is Information Quality in Information Systems Education?. *Data and Information Quality*, Calero et al. (eds.), 199-222, 2002.
- [16] Kan, S. H. *Metrics and Models in Software Quality Engineering*, Second ed, Addison-Wesley, 2002.
- [17] McCall, J.A. Factors in Software Quality - General Electric, June, 1977.
- [18] McFeeley, R. IDEAL: A User's Guide for Software Process Improvement. Handbook CMU/SEI-96-HB-001, 1996. En: <http://www.sei.cmu.edu/publications/documents/96.reports/96.hb.001.html>
- [19] McGarry, J., Card, D., Jones, C., Layman, B., Clark, E., Dean, J., and Hall, F. *Practical Software Measurement. Objective Information for Decision Makers*. Addison-Wesley, 2002.
- [20] National Institute of Standards and Technology (NIST). "Balridge National Quality Program," 2003. En <http://www.quality.nist.gov>
- [21] Okes, D., Organize Your Quality Tool Belt, *Quality Progress*, 25-29, 2001.
- [22] Oktaba, H., Ibarguengoitia, G. Calidad en Procesos de Software: Ejemplo de TSP. En *Calidad en el desarrollo y mantenimiento del software*, Piattini, M., García, F. (eds), 251-271, 2002.
- [23] Parasuraman, A., Zeithaml, V.A. y Berry, L. SERVQUAL: A Multiple-Item Scale for Measuring Customer Perceptions of Service Quality. Marketing Science Institute, 86-108, 1986.
- [24] Piattini, M., Calero, C. y Ruiz, F. Análisis del tratamiento de las bases de datos en los currícula internacionales: comparación con el currículum de Blesa et al. (1999), *JENUI'2002*, 155-162, 2002.
- [25] Piattini, M. y García, F. *Calidad en el Desarrollo y Mantenimiento del Software*, Rama, 2002.
- [26] Software Engineering Institute, "The Capability Maturity Model: Guidelines for Improving the Software Process", Carnegie Mellon University, 1995.
- [27] Software Engineering Institute, "Capability Maturity Model Integration for Software Engineering (CMMI), Carnegie Mellon University CMU/SEI-2002-TR-028, ESC-TR-2002-028, 2002.
- [28] Standish Group, Extreme Chaos 2001. En [http://www.standishgroup.com/sample\\_research/PDFpages/extreme\\_chaos.pdf](http://www.standishgroup.com/sample_research/PDFpages/extreme_chaos.pdf)
- [29] Stylianou, A.C., Kumar, R.L. An integrative framework for IS quality management. *Communications of ACM*, 43(9), 99-104, 2000.
- [30] Schulmeyer, G.C and McManus, J.I. *Handbook of Software Quality Assurance*, 3rd ed, Prentice Hall, 1999.
- [31] Sunders, J., Curran, E. *Software Quality: A Framework for Success in Software Development and Support*, Addison-Wesley, 1994.
- [32] SWEBOOK. Guide to the Software Engineering Body of Knowledge. IEEE Computer Society, 2004.
- [33] Wilkin, C. y Castleman, T. Development of an Instrument to Evaluate the Quality of Delivered Information Systems. *Proceedings of the 36th Hawaii International Conference on System Sciences*, IEEE Computer Society, 1-10, 2003.