

# INTRODUCCIÓN A LA CALIDAD DE SOFTWARE

## Introduction to software quality

### RESUMEN

La creciente preocupación por la calidad en la industria del software tiene como objetivo principal el desarrollo sistemático de productos y servicios de mejor calidad y el cumplimiento de las necesidades y expectativas de los clientes. En el presente artículo se hace una introducción a la calidad y al modelo de calidad adoptado por Colciencias, CMMI. Pretendemos unir esfuerzos con esta iniciativa y motivar a la comunidad académica a trabajar en calidad con las empresas desarrolladoras de software para mejorar la competitividad y la calidad global de esta industria.

**PALABRAS CLAVES:** Calidad, calidad de software, industria de software, CMMI, niveles CMMI.

### ABSTRACT

*The growing concern for quality in the software industry have as its main objective the systematic development of products and services of better quality and fulfilling the needs and expectations from customers. This article provides an introduction to quality and the quality model adopted by Colciencias, CMMI. We seek to join forces with this initiative and motivate the academic community to work out quality in software development companies to improve competitiveness and overall quality of this industry.*

**KEYWORDS:** *Quality, software quality, software industry, CMMI, CMMI levels.*

**ANA MARIA LÓPEZ ECHEVERRY**

Ingeniera Electricista.  
Profesora Asistente,  
Universidad Tecnológica de Pereira.  
anamayi@utp.edu.co

**CESAR CABRERA**

Ingeniero de Sistemas y Computación.  
Profesor Auxiliar,  
Universidad Tecnológica de Pereira.  
cace@utp.edu.co

**LUZ ESTELA VALENCIA AYALA**

Ingeniera Industrial  
Candidata a M. Sc. en Investigación de Operaciones y Estadística.  
Profesora Asistente,  
Universidad Tecnológica de Pereira.  
levayala@utp.edu.co

## 1. INTRODUCCIÓN

En un mundo globalizado, en donde las organizaciones se ven enfrentadas a competencia de nivel mundial, la calidad se convierte en un importante punto diferenciador, además de aumentar la satisfacción general del cliente, disminuir costos y optimizar los recursos. Los productos o servicios que ostentan certificados de calidad son preferidos por los compradores porque transmiten seguridad y confianza. Esto también constituye un atributo de valor para las estrategias de comercialización en el exterior.

Si bien la industria del software es nueva, ha tenido que madurar rápidamente, tal como lo exigen los avances tecnológicos y su alta participación al interior de las empresas. Esta industria comparte con las demás industrias el interés por la calidad y la competitividad.

## 2. DEFINICIÓN DE LA CALIDAD

Pero, para empezar, ¿Qué es la calidad? A continuación presentamos algunas definiciones:

- **La Real Academia Española**, define la calidad, como: “Propiedad o conjunto de propiedades

*inherentes a algo, que permiten juzgar su valor”. Esta definición esta orientada al mercado<sup>1</sup>.*

- **La International Standards Organization**, ISO en la norma 8402:1994, la define como la “*Totalidad de propiedades y características de un producto, proceso o servicio que le confiere su aptitud para satisfacer unas necesidades expresadas o implícitas.*” En la actualización de la Norma ISO, la 9000:2000, la definición quedó “Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos”. En esta definición se hace especial énfasis en cumplir los requerimientos de los consumidores<sup>2</sup>.

En las definiciones siguientes, el concepto se extiende para abarcar las características que influyen en la calidad hacia el interior de las empresas o hacia el consumidor.

<sup>1</sup> Real academia de la Lengua; búsqueda por calidad en <http://buscon.rae.es/draeI/html/cabecera.htm>, visitada en Mayo de 2008

<sup>2</sup> *Sistemas de gestión de calidad – Conceptos y vocabulario (Traducción certificada)*, ISO 9000:2000, ISO 2000.

Para Deming la calidad esta más relacionada con los procesos internos de la empresas, orientada hacia la producción y para Juran con las necesidades y exigencias de los consumidores.

- **Edwards Deming**, la comenta en su libro "Out of the Crisis", publicado en 1982: "El control de calidad no significa alcanzar la perfección. Significa conseguir una eficiente producción con la calidad que espera obtener en el mercado."<sup>3</sup>
- **Joseph Juran**. En 1986, escribió La trilogía de Juran, esta trilogía es Planificación de la Calidad, Control de Calidad y Mejora de la Calidad. Se amplía el enfoque de la calidad más allá del producto y la satisfacción del cliente hacia lo que significa calidad en los procesos y el papel de la mejora de procesos en la calidad final de la producción en general: producto, satisfacción del cliente y procesos involucrados. La Planificación de la Calidad, se definió como el "rendimiento del producto que da como resultado la satisfacción del cliente; libertad de deficiencias en el producto, que evita la falta de satisfacción del cliente". El Control de la Calidad se entiende "como un proceso que debe seguir toda empresa para asegurarse que sus productos o servicios mantengan un nivel mínimo de Calidad, el cual es definido por la propia empresa, de acuerdo a las características de lo que genera, de las características de sus clientes y de los objetivos de eficiencia que se hayan planteado y que deban alcanzar con regularidad". La Mejora de la Calidad es el proceso de elevarse a niveles de rendimiento sin precedente. Un programa de este tipo incluye demostrar las necesidades de las mejoras, identificar proyectos específicos para la mejora, organizar el apoyo para los proyectos, diagnosticar las causas, dar remedios para las causas, demostrar que los remedios son efectivos bajo las condiciones de operación y proporcionar el control para mantener las mejoras.<sup>4</sup>

De lo anterior se observa que todas las definiciones incluyen la participación del cliente y que en el contexto actual, la calidad persigue, grosso modo, los siguientes objetivos:

- ✓ Satisfacción de los consumidores.
- ✓ Eficiencia en la utilización de los recursos humanos
- ✓ Reducción en el costo de las operaciones.

## 2.1 Evolución de la calidad

La calidad en las empresas ha evolucionado, si lo analizamos desde los inicios de los procesos de industrialización a mediados del siglo XIX hasta cerca de 1940, la calidad se relacionaba con la inspección en los productos con el propósito de detectar errores, de ésta fecha hasta los años 80's el control de calidad se convirtió en un ejercicio de control estadístico cuyo propósito era impedir que el producto defectuoso llegara al cliente y a partir de los 80's se inician procesos de gestión de calidad total, que busca garantizar la calidad por medio de la planificación y la creación de modelos de calidad de forma permanente. Esta evolución se ilustra en la figura 1.

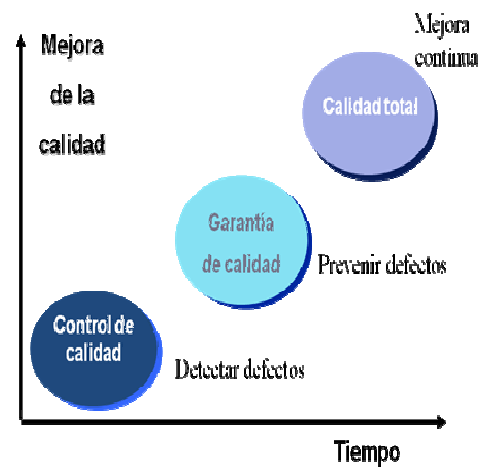


Figura 1. Evolución de calidad

## 3 CALIDAD DE SOFTWARE

En la industria del software se pueden evidenciar necesidades de satisfacción del cliente de productos o servicios de software, de reducción de recursos invertidos en proyectos de software y de la efectiva asignación de recursos humanos. Si hablamos de la calidad del software, una de las primeras definiciones aseguraba que "la calidad de un programa o sistema se evaluaba de acuerdo al número de defectos por cada mil líneas de código. (KLOC: Kilo Lines Of Code)".<sup>5</sup>

La definición de la calidad del software según la IEEE, Std. 610-1990, es "el grado con el que un sistema, componente o proceso cumple los requerimientos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario"<sup>6</sup>.

<sup>3</sup> Deming, Edwards, *Out of the Crisis*, Cambridge University Press, 1986.

<sup>4</sup> Juran, Joseph, *Juran's Quality Handbook*, Ed. McGraw Hill, 1998

<sup>5</sup> Pressman, Roger, *Ingeniería de Software 3ª Ed.*, McGraw Hill, 1993.

<sup>6</sup> *Standard Glossary of Software Engineering Terminology*, IEEE STD 610-1990, IEEE 1990

En el libro *Ingeniería del Software* de Pressman, 1998, se afirma que la calidad es la “Concordancia del software producido con los requerimientos explícitamente establecidos, con los estándares de desarrollo prefijados y con los requerimientos implícitos no establecidos formalmente, que desea el usuario”<sup>7</sup>

El profesor Vidal Alonso Secades, de la Facultad de Informática de la Universidad Pontificia de Salamanca, afirma <sup>8</sup> que las definiciones de calidad están orientadas a las facilidades que ofrece el software una vez esté terminado, éste debe contener las siguientes capacidades:

- **Fiabilidad:** Capacidad de operar sin errores.
- **Modificable:** Capacidad de hacer los cambios necesarios de una forma sencilla.
- **Comprensible:** Capacidad de comprender el software operativo, de cara a un cambio o arreglo.
- **Rendimiento:** Velocidad y compacidad del software.
- **Utilizable:** Capacidad de uso sencillo del software.
- **Probable:** Capacidad de construir y ejecutar fácilmente casos de prueba.
- **Portable:** Capacidad de mover el software fácilmente de un entorno de trabajo a otro.

### 3.1 Aplicación de la calidad en software

En el desarrollo de software, el control de la calidad es realizado por el mismo desarrollador, que dispone de poco tiempo, cuando lo tiene. En otros casos, está ligado a las etapas del ciclo de vida del desarrollo del software o bajo un conjunto de rígidos patrones (listas de chequeo o check list en inglés) cuya revisión suele consumir demasiado tiempo.

La garantía de calidad se inicia con las acciones que se realizan durante la planificación como el conjunto de procedimientos, técnicas y herramientas durante el ciclo de vida, las actividades de auditoría tales como revisiones técnicas o inspecciones, optimizando los criterios de correctitud y completitud y las funciones de información de la gestión, más orientadas a la documentación y al desarrollo de pruebas.

La calidad total depende de la calidad con la cual se lleve a cabo todo el proceso - las cinco etapas del ciclo de vida de un desarrollo de software (análisis, diseño, implementación, pruebas e implantación)- y cada subproceso o fase o etapa del proyecto, adicionalmente, es indispensable contar con los siguientes componentes: claridad, involucración, planeamiento, estándares,

entrenamiento, experiencia, controles, documentación, soporte y finalización. Es importante resaltar que en el proceso de mejora continua se realizan actividades técnicas (aplicación de la ingeniería del software), organizativas (aplicación de modelos de proceso o planes) y humanas (formación del personal y motivación).

En la actualidad, según Secades<sup>9</sup>, la construcción de software presenta dificultades tales como insuficiencia en la especificación de requisitos, diseño poco profundo, mala gestión de la configuración, poca flexibilidad para la incorporación de cambios, prolongado tiempo de duración y aumento en los costos. Si bien es preciso aclarar que “la demanda de software y la complejidad del producto en sí, parecen crecer a mayor velocidad que las metodologías, el personal capacitado y las herramientas para automatizar la producción. A pesar de la incorporación de herramientas CASE (del inglés Computer Assisted Software Engineering o Ingeniería de Software Asistido por Computadora), la producción de software continúa siendo una actividad con alta participación de recursos humanos, cien por cien intelectual y en cierto sentido, sin insumos ni materias primas.”<sup>10</sup>

Es por ello que se hace necesaria la adopción de un estándar de calidad, basado en la experiencia de otras industrias con más tiempo de madurez, aunque basado en las características particulares del software como producto y como servicio. En este artículo se hace referencia al diseñado por la Universidad Carnegie Mellon (EUA) en el Instituto de Ingeniería de Software – SEI (por sus siglas en inglés Software Engineering Institute), llamado Capability Maturity Model Integration, mejor conocido como CMMI, orientado a mejora de procesos en diferentes niveles de madurez de la empresa. Este modelo fue el adoptado por Colciencias<sup>11</sup>, para el fortalecimiento de la Capacidad Nacional en Calidad de Software, por ser el principal referente internacional de calidad exigido por las compañías que contratan software a nivel mundial.

### 3.2 CMMI

Éste es un modelo para la mejora de procesos que proporciona a las organizaciones los elementos esenciales para procesos de desarrollo y mantenimiento de software. Durante los 90, SEI desarrolló modelos para la mejora y

<sup>7</sup> Pressman, Roger, *Ingeniería de Software 3ª Ed.*, McGraw Hill, 1993.

<sup>8</sup> Secades, Vidal. “Gestión del Conocimiento: Modelos de transferencia del conocimiento y Calidad en los Medios de Comunicación, Organizaciones y empresas” en Curso nivelatorio de Doctorado, Universidad Pontificia de Salamanca, España, 2007.

<sup>9</sup> Ibid

<sup>10</sup> Calidad Total en Informática,

<http://www.inei.gob.pe/biblioineipub/bancopub/inf/Lib5042/cap15.htm>,

Visitada en Abril de 2008

<sup>11</sup> *Colciencias, Convenio Interadministrativo de Cooperación No. 055-2005 SENA – No. 030-2005, Colciencias, Agosto de 2005.*

medición de la madurez (CMM o Capability Maturity Model) específicos para varias áreas:

- CMM-SW: CMM for software
- P-CMM: People CMM.
- SA-CMM: Software Acquisition CMM.
- SSE-CMM: Security Systems Engineering CMM.
- T-CMM: Trusted CMM
- SE-CMM: Systems Engineering CMM.
- IPD-CMM: Integrated Product Development CMM.

Luego del uso y aplicación individual de éstos modelos de madurez, SEI desarrolló **CMMI** para facilitar y simplificar la adopción de forma simultánea de CMM-SW (CMM for Software), SE-CMM (Systems Engineering Capability Maturity Model) e IPD-CMM (Integrated Product Development)<sup>12</sup> y de ahí la palabra *Integración* en la sigla. Antes de CMMI el modelo más común era CMM-SW y se puede ver CMMI como la evolución de éste último.

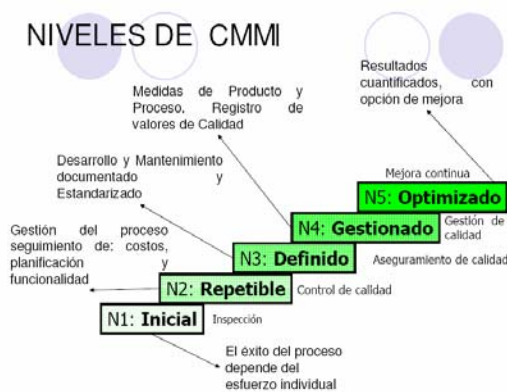


Figura 2. Niveles de madurez del Modelo CMMI

Éste modelo presenta una estructura de cinco niveles de madurez, en los cuales una organización puede determinar su madurez en la producción de software en función de la consecución de los objetivos establecidos en cada nivel.

Según el nivel de madurez en que se encuentre la empresa, las medidas se enfocarán más al grupo de objetivos del nivel correspondiente, para que mejore la capacidad de producir software y pueda avanzar hacia el siguiente nivel.

Los niveles de madurez de una organización en CMMI son:

1. Inicial.
2. Gestionado.
3. Definido.
4. Gestionado cuantitativamente.
5. Optimizando o en Optimización Continua.

**Inicial o Nivel 1 CMMI.** En los procesos de una empresa en éste nivel, la transición desde las entradas hasta las salidas está mal definida y descontrolada, provocando que proyectos similares puedan tener una gran variación en cuanto a su productividad y en su calidad debido a la ausencia de una estructura y control adecuados. Las empresas en este nivel deben comenzar por definir y recoger datos, estableciendo una serie de medidas de líneas base. El objetivo principal es proporcionar un punto de partida para medir, a través de comparación, las mejoras según se incremente la madurez

**Gestionado o Nivel 2 CMMI.** En este nivel la característica de los procesos es ser intuitivos, coexistiendo unos costos y calidad altamente variables, junto con un razonable control de la planificación y con unos métodos o procedimientos informales efectuados en el mismo instante. De esta forma, se identifican las entradas y las salidas del proceso, las restricciones, como presupuesto o calendario y los recursos utilizados para obtener el producto final.

En la definición de CMM, éste nivel de madurez se denomina repetible. El proceso es repetible en el sentido de que las mismas entradas producen las mismas salidas, pero todavía no es posible observar cómo se generan las salidas.

**Definido o Nivel 3 CMMI.** Éste pasa a ser un nivel cualitativo, donde se comienza a gestionar correctamente tanto los costos como la planificación dentro de unos límites razonables. Ahora sí se conoce la forma de construcción del sistema, ya que se conocen las actividades intermedias y cuáles son las entradas y salidas para las mismas. Por tanto, es posible examinar y medir estas actividades, dado que los productos intermedios están bien definidos.

Esta definición afecta tanto a los procesos de administración como a los de ingeniería, que están documentados de una forma estándar dentro del proceso de software de la organización. De esta forma, todos los proyectos utilizan en el desarrollo y mantenimiento del software una versión del proceso documentada.

**Gestionado cuantitativamente o Nivel 4 CMMI.** A diferencia del nivel anterior, este cuarto nivel pasa a ser un nivel cuantitativo. Ahora se tienen medidas detalladas del proceso del software y de la calidad del producto,

<sup>12</sup> CMMI Transition Plan,

<http://www.sei.cmu.edu/cmmi/background/trans-plan.html>, visitada en Mayo de 2008



habilitando la presencia de un cierto control estadístico sobre la calidad del producto.

Una vez definido el proceso, se le añade la gestión del mismo.

**Optimizado o Nivel 5 CMMI.** En este último nivel de optimización continua, las bases cuantitativas se utilizan para una inversión continua de capital en el proceso de automatización y mejora de manera que la organización alcanza el nivel superior de la madurez de procesos.

Las medidas en este nivel, se utilizan para mejorar el proceso, quitando o añadiendo actividades e incluso cambiando su estructura en función de las medidas obtenidas. Resumiendo se trata de aportar nuevos aspectos, ideas y tecnologías que permitan mejorar el proceso del software.

En el objetivo de determinar la madurez de una organización en los niveles mencionados, se considera la calificación de la capacidad de los procesos en niveles con nombres y características muy similares al nivel de madurez de la organización (Incompleto, Ejecutado, Gestionado, Definido, Gestionado Cuantitativamente y Optimizado), adicionando un nivel de capacidad *incompleto* o *nivel 0*, en el que un proceso no consigue sus objetivos o no se termina.<sup>13</sup>

### Niveles de Capacidad de CMMI

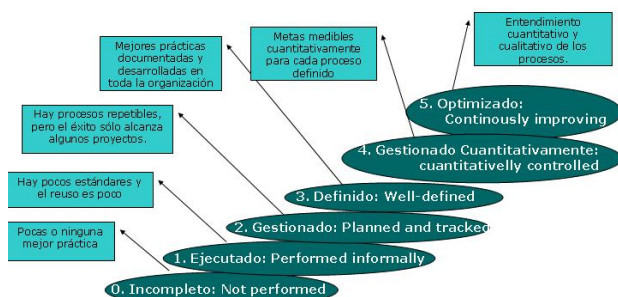


Figura 3. Niveles de Capacidad del modelo CMMI

#### 4. CONCLUSIONES

Lo que hemos visto en éste artículo son unas bases simplificadas del concepto de calidad y cómo se aplica al Software. De ello nos viene a la cabeza la idea de evolución de la necesidad de diferenciación de las industrias y cómo ésta necesidad lleva al desarrollo de estándares de calidad a través de los años. El estadio actual de la industria del software requiere la aplicación

de los estándares y de los modelos y propuestas que se han venido desarrollando en el mundo, Colombia ha adoptado el modelo CMMI que hemos ilustrado en éste artículo.

El desarrollo de estándares y modelos de calidad en el mundo ya lleva varios años de desarrollo y lo que nosotros vemos en Colombia es la necesidad imperiosa de que la academia incluya el análisis de la calidad en sus programas y permita que los estudiantes valoren y practiquen los procesos de implementación de modelos de calidad en su formación. La adopción de un modelo de calidad por parte del Estado colombiano es un importante indicador de que ésta nueva habilidad ya no es opcional sino obligatoria.

CMMI es un modelo de calidad basado en procesos, que ayuda a recorrer el camino hacia la optimización de los mismos y se desarrolla en un contexto internacional que permite a las empresas nacionales adquirir un importante factor de competitividad, eficiencia y diferenciación. Lo anterior, de vital importancia cuando se tiene el interés particular de exportar productos o servicios.

#### 5. BIBLIOGRAFÍA

[1] Real academia de la Lengua; búsqueda por calidad en <http://buscon.rae.es/drae/html/cabecera.htm>, visitada en Mayo de 2008

[2] *Sistemas de gestión de calidad – Conceptos y vocabulario (Traducción certificada)*, ISO 9000:2000, ISO 2000.

[3] Deming, Edwards, *Out of the Crisis*, Cambridge University Press, 1986.

[4] Juran, Joseph, *Juran's Quality Handbook*, Ed. McGraw Hill, 1998

[5] Pressman, Roger, *Ingeniería de Software 3ª Ed.*, McGraw Hill, 1993.

[6] *Standard Glossary of Software Engineering Terminology*, IEEE STD 610-1990, IEEE 1990.

[7] Secades, Vidal. “Gestión del Conocimiento: Modelos de transferencia del conocimiento y Calidad en los Medios de Comunicación, Organizaciones y empresas” en Curso nivelatorio de Doctorado, Universidad Pontificia de Salamanca, España, 2007.

[8] Calidad Total en Informática, <http://www.inei.gob.pe/biblioineipub/bancopub/inf/Lib5042/cap15.htm>, Visitada en Abril de 2008

<sup>13</sup> Sinopsis de de los modelos CMM y CMMI, <http://www.navegapolis.net/content/view/330/60/> visitado en Mayo de 2008

[9] Colciencias, Convenio Interadministrativo de Cooperación No. 055-2005 SENA – No. 030-2005, Colciencias, Agosto de 2005.

[10] CMMI Transition Plan, <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/background/transplan.html>, visitada en Mayo de 2008

[11] Sinopsis de de los modelos CMM y CMMI, <http://www.navegapolis.net/content/view/330/60/> visitado en Mayo de 2008

[12] CMMI. Calidad. Ingeniería del Software, <http://www.ingenierosoftware.com/calidad/cmm-cmmi.php>, visitada en Mayo de 2008