

Certificación de la calidad del proceso y producto: ruta para pymes colombianas que fabrican software^{*1}

[Certification process and product quality: route colombian SME manufacturing software]

**LUIS EDUARDO PELÁEZ-VALENCIA², RICARDO ALONSO HURTADO-MOSQUERA³
JORGE ALBERTO FRANCO-ESCOBAR⁴**

RECIBO: 20.08.2011 - AJUSTE: 22.10.2011 - AJUSTE: 15.11.2011 - APROBACIÓN: 17.12.2011

Resumen

En el contexto del desarrollo del software, se hace relevante implementar modelos de reconocimiento internacional que busquen lograr la calidad que tienen los procesos y productos de las grandes industrias. Así, si las MiPymes productoras de software de Colombia se quieren comparar con el mercado mundial de su sector, deben comprender la importancia de las certificaciones de calidad que estas últimas ya han logrado. Sin embargo, lograr determinado nivel de certificación, exige seguir modelos reconocidos

* Modelo para citación de este artículo científico:

PELÁEZ VALENCIA, Luis Eduardo; HURTADO MOSQUERA, Ricardo Alonso y FRANCO ESCOBAR, Jorge Alberto (2011). Certificación de la calidad del proceso y producto: Ruta para pymes colombianas que fabrican software. En: Ventana Informática. No. 25 (jul. – dic., 2011). Manizales (Colombia): Facultad de Ciencias e Ingeniería, Universidad de Manizales. p. 41-61. ISSN: 0123-9678

- 1 Artículo proveniente de la investigación titulada *Propuesta de aseguramiento de la calidad del software para que las pymes colombianas puedan medir su proceso y producto*, desarrollada desde la Universidad Católica de Pereira.
- 2 Magister en Ingeniería del Software, Especialista en Propiedad Intelectual: Propiedad industrial, Derechos de autor y Nuevas tecnologías, Ingeniero de Sistemas. Líder del Grupo de Investigación TICs. Docente Investigador, Universidad Católica de Pereira, Pereira (Colombia). Correo electrónico: luis.pelaez@ucp.edu.co
- 3 Estudiante de Magister en Ingeniería de Sistemas y Computación, Ingeniero de Sistemas y Telecomunicaciones. Integrante Grupo de Investigación TICs. Docente Investigador, Universidad Católica Popular del Risaralda, Pereira, Colombia). Correo electrónico: ricardo.hurtado@ucp.edu.co
- 4 Ingeniero de Sistemas y Telecomunicaciones. Gerente de Ingecol Internacional, Pereira (Colombia). Correo electrónico: gerencia@ingecolint.com

en la industria del software, aunque su adopción represente altos riesgos por la inexperiencia en el campo para una MiPyme colombiana. Lo anterior se debe a que las principales propuestas fueron desarrolladas principalmente para ser implantadas por empresas con una trayectoria marcada, experiencia notable, disponibilidad de recursos económicos, entre otras características, que imposibilitan que una pyme en el contexto colombiano pueda aspirar fácilmente a la implementación de un modelo de calidad. Con lo anterior, es necesario explorar el estado de las propuestas enfocadas a la calidad en el software, existentes y más reconocidas en el contexto y las certificaciones y organizaciones enfocadas en el mejoramiento de la calidad en el software colombiano.

Palabras Clave: Mejora de Procesos de Software (SPI), CMMI, ITMark, ISO/IEC 15504, Agile MECPDS.

Abstract

In the context of software development, it becomes very important to implement models internationally recognized, whose aim might be to reach the quality that processes and products have in large industries. Thus, if the SMEs from Colombia which produce software want to be compared to those of the same sector included in the worldwide market, they must consider the importance of quality certification these have already achieved. However, reaching a certain level of certification requires the consideration of recognized models in the software industry, although its adoption represents high risk due to inexperience in the field for a Colombian SME. This is because the main proposals were developed primarily to be implemented by companies with a strong track record, remarkable experience, and availability of financial resources, among other conditions, which limits a SME in the Colombian context to implement a quality model. With this, it is necessary to explore the status of proposals focused on the software quality which exist and are the most recognized in our context and also the certifications and organizations focused on improving software quality in Colombia.

Keywords: Software Processes Improvement (SPI), CMMI, ITMark, ISO/IEC 15504, Agile MECPDS.

Introducción

La dependencia generada por parte de la sociedad a las tecnologías de la información, la demanda generada por usuarios que reclaman servicios que den solución a sus necesidades y las exigencias de un entorno cambiante, han impulsado un número significativo de compañías desarrolladoras de software a buscar soluciones enfocadas en mejorar organizacional y estratégicamente sus procesos para desarrollar productos software de mayor calidad.

En Colombia, muchas de las soluciones propuestas por pymes desarrolladoras de software no cumplen con los requerimientos mínimos que satisfagan las necesidades puntuales de sus clientes, ni mucho menos que les permita competir a nivel de calidad del software en mercados internacionales, provocando problemas de diversa índole que pueden acarrear no solo grandes costos de inversión si no de mantenimiento, administración, adecuación y reparación de las soluciones software implantadas.

Es por este motivo que surge la necesidad de hacer uso de propuestas, metodologías y guías avaladas por organismos reconocidos en el área de la calidad del software en el ámbito internacional, que se enfoquen principalmente en el contexto y la idiosincrasia Colombiana, cuyo objetivo se centre en auditar y certificar la forma como se emplean métodos organizados y sistemáticos que contribuyan a mejorar los procesos de las empresas enfocadas en el desarrollo del software y por ende lograr productos de mayor calidad.

El artículo inicia con la presentación y evolución del concepto de calidad en el contexto del proyecto de investigación; seguidamente, el significado de la calidad en la industria del software. Se continúa con las propuestas de evaluación y certificación de calidad del software explicando la metodología seguida en el proyecto para clasificarlas y sistematizarlas y finalmente algunas conclusiones, a manera de recomendaciones, para las MiPymes⁵ de Colombia.

1. Marco teórico

1.1 Importancia y evolución del concepto de calidad

Existe calidad cuando las necesidades del cliente son cubiertas y el mismo está dispuesto a pagar y contratar a la misma empresa en otras

⁵ La pequeña y mediana empresa, conocida también como PYME, es una empresa con características distintivas. Las pymes son agentes con lógicas, culturas, intereses y un espíritu emprendedor específicos. Usualmente se ha visto también el término MiPyME (acrónimo de "micro, pequeña y mediana empresa"), que es una expansión del término original, en donde se incluye a la microempresa.

ocasiones por el mismo u otro servicio. La calidad ha sido un tema de constante evolución que, según Clarke (2000), se ha hecho cada vez más importante en el último siglo, el mismo se evidencia en las siguientes etapas:

- **Primera etapa:** La calidad se relaciona con el proceso de producción que parte de la década de 1920, mediante la inspección, el control estadístico y el concepto de calidad como principio de productos sin defectos.
- **Segunda Etapa:** La calidad se integra como objetivo de la administración a partir de la mitad de la década de 1940, con el aseguramiento de la calidad, como un concepto necesario para el desarrollo adecuado de las áreas funcionales de las empresas. La meta es evitar productos defectuosos, y su responsabilidad se centra en el conocimiento sobre el control estadístico de la calidad. En el aseguramiento de la calidad, la administración involucra a todos los integrantes de la empresa.
- **Tercera etapa:** Se inicia en la década de 1970 e implica la interpretación de la calidad como una estrategia fundamental para alcanzar la competitividad, y como un símbolo organizacional que trasciende las fronteras a través de la propuesta de calidad. Aparece un cambio paulatino en la actitud de la alta gerencia, surgen nuevos paradigmas en la administración representados por la cultura corporativa, la reingeniería de procesos y el aprendizaje organizacional. La doctrina de la calidad involucra a la empresa, coordinándose los esfuerzos de la dirección y de los empleados para favorecer la calidad de productos y servicios y así responder a los requerimientos del consumidor y ser competitivos en los mercados internacionales.
- **Cuarta etapa:** A partir de 1980, la calidad es sinónimo de cliente, en donde todas las entidades de una compañía deben trabajar en conjunto por llenar las expectativas de su cliente final y como único fin desarrollar productos y soluciones que cubran sus necesidades directas. Como describe Barba Álvarez (2001), el concepto de la calidad asume un alto contenido simbólico al constituirse como un compromiso interiorizado y compartido por la empresa y sus integrantes, que implica cambio de actitudes y mejora continua en todos los niveles, actividades y procesos de la empresa, con un punto focal hacia la satisfacción de necesidades y expectativas del cliente.

Con esta visión, muchas empresas mundiales empezaron a ver la calidad como la forma de acceder a las expectativas del cliente lo que ha aunado a rebajar costos, lograr el compromiso de los empleados y asegurar la mejora continua. De esta forma se generó una cultura de la calidad, que

buscaba siempre el beneficio del usuario final, pero que de esta forma beneficiaba directamente a la empresa que producía dicho producto o servicio, tal y como lo describía Clarke (2000), se enmarcaba en la consecución de una cultura de calidad y una administración activa y eficiente.

Según la norma ISO 8402:1994, descrita por Peach (1999), «*calidad es el total de las características de una entidad que atañe a su capacidad para satisfacer necesidades explícitas e implícitas de un usuario o cliente*»; al estudiar la calidad como una estrategia total, amplía un poco más la definición el introducir el factor proceso. De esta forma lo ha definido Feigenbaum (1986): «*La calidad es la suma de los valores agregados que se incorporan al producto y/o servicio a lo largo del proceso; es el valor final a través del cual los clientes satisfacen sus necesidades y expectativas*». El mencionado autor, a estos elementos, les une el factor económico y da una definición sobre la meta de la industria competitiva respecto a la calidad del producto, que es «*Proporcionar un producto o servicio en el cual su calidad haya sido diseñada, producida y conservada, a un costo económico y que satisfaga por entero al consumidor*».

Con estas definiciones, la calidad se puede dividir en dos agregados: - el primero habla sobre eficiencia de la producción, que obliga a las organizaciones a mejorar los procesos de producción y cuidar el diseño del producto final, con el personal y los recursos técnicos y económicos necesarios; - el segundo, definido por Espinosa y Pérez (1994), da cuenta de los valores, la cultura y la filosofía que apoya a la calidad entendiéndola como un valor, con actitudes y comportamientos en el trabajo y en la vida privada de los trabajadores y con estándares deseables.

También es importante entender las diferentes perspectivas desde las cuales se puede definir la calidad:

- Enfoque basado en el juicio, con calidad como sinónimo de excelencia.
- Enfoque hacia los productos, que reflejan la diferencia en algún atributo.
- Enfoque hacia el usuario, de acuerdo con lo que el cliente quiere.
- Enfoque hacia el valor: la relación entre el uso o la satisfacción con el precio.

En la actualidad existen definiciones por parte de autores reconocidos con respecto a la calidad, pero es importante reconocer que la calidad en la industria de software es diferente a la de otras industrias, como lo definen Fairley, Aguilar y Rangel (1987), al afirmar que «*la calidad en el software es diferente al de la manufactura ya que el producto de un*

proyecto de software es intangible, flexible; el proceso de desarrollo no es estandarizado, muchos proyectos se hacen una sola vez y no son parecidos a otros proyectos». Con base en lo anterior, el empresario de software considera su trabajo como una labor de servicio más que de manufactura, por lo que:

- Es difícil identificar y medir las necesidades de los clientes y los estándares de desempeño.
- La producción de servicios requiere de un mayor grado de personalización y su calidad sólo se puede medir comparándola con las expectativas de los clientes.
- Es necesario prestar mucha atención a la capacitación y la integración de la calidad en el servicio, como medio de asegurar la calidad.

Por lo anterior, es importante definir un concepto de calidad único enfocado principalmente a la calidad para el desarrollo de soluciones y productos software. IEEE (2003), en su estándar 610-1990, considera que *«el concepto de calidad en el software es el grado con el que un sistema, componente o proceso cumple los requerimientos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario».* Y al igual que consideran Espinosa y Pérez (1994), puede englobarse en las dimensiones del producto y el servicio:

- Calidad del producto: Es el resultado de actividades o procesos que comprende servicio, hardware, materiales procesados, software o una combinación de ellos y está en función de aspectos como los requerimientos del cliente, proyecto, diseño de la solución tecnológica, entrega a tiempo, etc.
- Calidad en el servicio: El servicio se define como el resultado generado por actividades en la interrelación entre proveedor y cliente. Diversos autores señalan ciertas proposiciones acerca de la calidad y del trabajo del software, así Sanders y Curran (1994), indican que la calidad es la llave del éxito en el negocio de software y el modo más barato de mejorar la productividad, es visualizar la gente y la cultura como entes tan o más importantes que la tecnología, pero es necesario mejorar el proceso de software que incluye personal, instalaciones, equipo, tecnología y metodología, esto quiere decir que las personas deben trabajar de la mano con la tecnología para simplificar el trabajo y llegar a productos de mejor calidad; la dirección debe de mostrar un mando y un compromiso genuino, la calidad debe adaptarse a las necesidades y circunstancias de la empresa o no será ni eficaz ni eficiente.

Un buen proceso de desarrollo de software debe permitir la entrega de productos de calidad económicamente y de modo oportuno, a través de una práctica eficaz, base de los principios de calidad siguientes: prevención y corrección de defectos y trabajo de conformidad con estándares y procedimientos, consideran Sanders y Curran (1994), quienes expresan que un programa de mejora de calidad debe tener aspectos técnicos y culturales; el aspecto técnico implica desarrollar estándares y procedimientos para poner en práctica la calidad en todas las actividades y en el aspecto cultural la calidad es el valor central de la compañía, con conciencia de responsabilidad personal y un programa de capacitación permanente.

A diferencia de los anteriores, Pulido (2005), menciona que los factores principales del funcionamiento de la industria del software son *«el apoyo gubernamental, el uso de la lengua inglesa, su cultura organizacional, exportaciones, disponibilidad de mano de obra especializada, estándares de calidad y disponibilidad de recursos humanos en cantidad y calidad»*. Por su parte, Verdines (1992), indica que para determinar el estado actual de los productos de software en una organización, hay que situarse en alguno de los niveles de la escala de calidad:

- Nivel inferior. La responsabilidad del producto terminado recae totalmente en la persona que tiene que crear, revisar y probar el producto. El proceso de desarrollo es una actividad individual, enfatizando la solución de problemas en un contexto puramente técnico y con una nula confiabilidad en los productos.
- Nivel intermedio. Se cuenta con métodos y procedimientos de desarrollo, ordenados y consistentes, pero no tomados en cuenta en cada una de las etapas del ciclo de desarrollo del producto de software. Ya existe cierta interacción entre los equipos de desarrollo y el usuario del producto y ya se considera la capacitación del personal y una visión de cambio hacia la filosofía de calidad.
- Nivel superior. Existe un grupo de aseguramiento de calidad del software responsable de establecer estándares, existe la actitud de creatividad individual compatible con el espíritu de equipo necesario.

1.2 Descripción de la calidad en la industria del software

El software es una industria relativamente nueva, su origen puede situarse en 1955. Algunas de las características de esta fase inicial son la elaboración y distribución gratuita de programas por parte de los fabricantes de hardware y el intercambio de programas e información entre usuarios expertos.

Sin embargo, a medida que crecía la venta de computadores, aumentaba la demanda insatisfecha entre los usuarios pequeños y medianos que no contaban con recursos o capacidades tecnológicas para producir software internamente. En la línea de los planteamiento de Hoch et al. (1999), durante la segunda mitad de los años 1950, algunas empresas darían el primer paso en el cubrimiento de estos requerimientos demandados por los usuarios y las mismas organizaciones; más tarde, *«en los años 70's, factores como el incremento de la relación precio desempeño, el surgimiento de la ingeniería de software y en especial la decisión de IBM de vender separadamente hardware y software, contribuyeron a la consolidación de la industria de productos de software»* (Hoch et al., 1999).

Este desarrollo dio lugar a importantes economías de escala en la producción de software empaquetado para un mercado masivo. Por otro lado, la demanda y la variedad de aplicaciones requeridas por un número creciente de usuarios reforzaron la especialización de los productores de software independientes, *«provocando y creando una mayor división del trabajo entre productores de software. Y aunque la historia demuestra la importancia de la industria, en términos generales sigue teniendo características artesanales y poco especializadas. Lo anterior se ve reflejado en los problemas de calidad, confiabilidad, cumplimiento de tiempos que aún se presentan en actividades como el desarrollo de software»* (Torrise, 1998).

Esto ha llevado, entre otras cosas, a crear nuevos modelos para la producción de software, implementar nuevas técnicas y herramientas de programación⁶ (CASE, UML, programación orientada a objetos, etc.), optar por el diseño y módulos reusables de software, emplear herramientas específicas para la adecuada gestión de los proyectos de software e implantar certificaciones, debido a *«la importancia de introducir estándares de calidad y gestión propios de esta industria, como normas, modelos y metrologías reconocidas a nivel internacional, por ejemplo, el modelo CMMI o SPICE»* (López, 2003).

Infortunadamente, todas las estrategias ya planteadas para evitar que la industria del software siga llevando a cabo procesos artesanales, están presentes en muchos países solo en el papel. Según uno de los reportes de la consultora Cooper y Fisher (2002), el caso colombiano es desalentador, ya que la cantidad de empresas de software reportadas ante el SEI (*Software Enhineering Institiute*) con posibilidad de certificación en CMMI (*Capability Maturity Model Integrated*) es muy baja, y las certificaciones logradas no superan las 35 evaluaciones, en

6 Como CASE (*Computer Aided Software Engineering*), UML (*Unified Modeling Language*), y Programación orientada a objetos, entre otras.

comparación con países, como Estados Unidos, que cuentan con 718 evaluaciones reportadas.

1.3 Clasificación del producto en la industria del software

La industria de software es una actividad relacionada con la codificación del conocimiento y la información, siendo sus entradas de información y sus salidas de información de carácter virtual o inmaterial. Según la forma en que se generan dichas salidas, puede considerarse la calidad del producto o servicio.

Bitzer (1997), así como otros autores, introduce una clasificación de productos software basada en el grado de estandarización, que se da en función del número de usuarios que pueden resolver sus problemas o necesidades con el mismo software, al considerar que *«en un grupo estaría el software totalmente personalizable o adaptable, que es desarrollado por petición de un solo usuario o empresa. En la otra rama de la clasificación estaría el software de tipo “universal”, que puede ser utilizado prácticamente sin cambios por cualquier usuario»*.

Los productos de software universal o estandarizado se pueden clasificar en dos grandes grupos: soluciones empresariales y productos de mercado masivo. La distinción entre ambos va más allá del mercado al cual se dirigen (en este sentido, un procesador de texto como Microsoft Word, puede apuntar tanto al mercado empresarial como al masivo). Una diferencia sustancial entre un producto de mercado masivo y una solución empresarial radica en que esta última, aunque haga parte de los productos estandarizados, siempre exige, en mayor o menor medida de acuerdo a su complejidad, algún grado de configuración o personalización a los requerimientos específicos de la organización en la cual va a ser implementada.

En este último caso, la puesta en marcha de la aplicación (es decir, su instalación y los ajustes necesarios para su correcto funcionamiento), suele implicar una inversión importante en términos de tiempo y dinero. Desde el punto de vista de su aplicación, el software puede ser de tres tipos, según describe López (2003):

- Software de sistema y utilitarios: En este grupo se encuentran los sistemas operativos, lenguajes de programación, herramientas de medición de *performance*, programas de mantenimiento y seguridad, convertidores, sistemas para el manejo de redes, etc.
- Herramientas de aplicación: Aquí están incluidos todos los programas que le permiten al usuario recuperar, organizar, administrar y manipular datos y bases de datos. Este grupo se divide en cuatro grandes categorías: recuperación y acceso a datos, administración

de datos, manipulación de datos y por último, diseño y desarrollo de programas. Como ejemplos de este grupo se tienen: sistemas de administración de bases de datos, sistemas de soporte e información para la toma de decisiones, planillas de cálculo, herramientas CASE, entre otras aplicaciones.

- Soluciones de aplicación: Son programas diseñados para ofrecer soluciones a problemas propios de una industria, o bien para desempeñar una función específica del negocio. En este grupo se encuentran aplicaciones para manejo de contabilidad, recursos humanos, administración de proyectos, procesamiento de texto y otras actividades de oficina. También se involucran aquí soluciones para mercados verticales (por ejemplo, bancos y sector financiero, manufactura, salud, exploración y explotación de recursos naturales, entre otros).

En cuanto a los servicios asociados a la industria del software, se pueden incluir diversas actividades: consultoría, capacitación, instalación y mantenimiento de productos de software, migración de sistemas, adaptación y/o personalización de aplicaciones, diseño de soluciones a medida, seguridad y recuperación de información, integración de sistemas y aplicaciones, diseño de páginas web, entre otras.

1.4 El concepto de Sistema de Calidad en el Software

Se entiende por Sistema de Calidad a *«la estructura organizacional, las responsabilidades, los procedimientos, procesos y recursos que se requieren para la gestión de la calidad. En este contexto la definición de la política de calidad establece la relación entre la estrategia de la empresa y su visión de la calidad. Esto debe a su vez corresponder con la estructura organizacional, las responsabilidades, procedimientos, procesos y recursos que se definan para el sistema de calidad»* (Sanders y Curran, 1994).

Dentro del campo de la evaluación de la calidad del software, se han realizado múltiples estudios, análisis y metodologías. En su mayoría, estos estudios tienden hacia enfoques formales, en donde los modelos estadísticos basados en métricas de software son la base para el aseguramiento, control y evaluación de la calidad de un producto o proceso de software. Grandes compañías, como IBM, Hewlett Packard, Motorola y Siemens, han adoptado este enfoque en su marco de producción, para implementar atributos de calidad y así llegar a su sistema de gestión de calidad.

El objetivo principal del proceso de evaluación es lograr el control del proceso de desarrollo y del producto de software. Esto se logra mediante el monitoreo y la medición de los atributos de las actividades que inter-

vienen en el coste, calidad y todas aquellas características que afectan la producción de software. Para mejorar la calidad se necesita verificar el software y sus defectos, para disminuirlos a medida que avanza el desarrollo del proyecto. Este proceso de evaluación es posible mediante la medición del software. Sin embargo, el software no es fácil de medir, es posible medir algunos atributos del software, y estos sólo pueden ser medidos de manera indirecta. Las métricas pueden utilizarse para controlar tanto el proceso de desarrollo como el producto de software, de ahí la importancia de la certificación.

Evaluar la calidad del proceso y el producto software, puede variar dependiendo del número de líneas de código o de la complejidad del software en medición. Las métricas no son simples valores, sino que dependen de la magnitud del sistema y del tiempo estimado que se tiene para su obtención. Una vez que se ha obtenido el conjunto de valores de las evaluaciones, se procede a modelar los resultados para obtener un estimado del comportamiento del sistema de acuerdo a la tendencia que manifiestan los resultados.

2. Metodología para la revisión general de propuestas de certificación

El proyecto de investigación propuso la realización de una revisión general y un estudio exploratorio sobre la situación actual de la certificación de calidad en las empresas productoras de software colombianas, los entes de certificación existentes y las normas, modelos y metodologías implantadas por pymes y empresas de gran tamaño que les ha servido de guía y apoyo para ser competitivos en mercados nacionales e internacionales.

Para llevar a cabo la recolección de la información, se busca analizar la bibliografía y documentación relacionada con la calidad en el software en Colombia, sustentada con información, artículos y noticias recopiladas de Internet de los sitios web oficiales de cada uno de los entes de certificación más importantes y sus propuestas para el mejoramiento de la calidad en el software en el ámbito internacional, para de esta forma conocer los más importantes en la industria, y por consiguiente su acogida y nuevas soluciones que se encuentran aptas para las empresas productoras de software colombianas.

Para concluir lo anterior, se han desarrollado una serie de etapas que han permitido tener organización y control en el proceso de recolección de la información, permitiendo llegar a conclusiones claras y concisas sobre el estado del software colombiano:

Etapas 1: Analizar el estado socioeconómico de Colombia con relación al crecimiento de la industria del software en los últimos años, ingresos generados, acogida e importancia que representa la certificación del mejoramiento de la calidad en el software en la industria y el impacto que ha generado en la sociedad.

Etapas 2: Analizar las normas, modelos y metodologías de mejora de procesos más empleadas en el contexto internacional y que están siendo implantadas por pymes colombianas que buscan el mejoramiento de la capacidad y la madurez de los procesos en el software.

Etapas 3: Analizar nuevas iniciativas, modelos y metodologías ágiles de mejora de procesos de software que se encuentren desarrolladas principalmente para el entorno y el contexto de las pymes colombianas.

3. Resultados y discusión a partir de la revisión

Las MiPymes son una pieza muy importante en el avance económico nacional y mundial. La industria del software en la mayoría de los países se encuentra compuesta en gran parte por Pymes, según CEPAL (2009), y por ello se hace necesario fortalecer este tipo de organizaciones con prácticas eficientes de Ingeniería del Software adaptadas a su tamaño y tipo de negocio para sobresalir y ser competitivas en su mercado. Empresas pertenecientes a estas disciplinas han expresado en la última década especial interés en mejorar sus procesos de software con el fin de aumentar la calidad y productividad en el desarrollo de sus productos Software.

Sin embargo, hay una tendencia generalizada a resaltar que el éxito de los programas de mejora de calidad en los procesos de software sólo son posibles para empresas grandes, que cuentan con los recursos económicos necesarios y una estructura organizacional implantada y madura, que les permite alcanzar el éxito mucho más rápidamente de lo que lo podría realizar una Pyme con pocos recursos y poca experiencia, provocando en muchos casos que pequeñas y medianas empresas en el contexto Colombiano, no puedan seguir buenas prácticas de desarrollo de software y por lo tanto no alcanzar procesos eficientes de calidad.

En un mercado globalizado donde las empresas deben innovar y mejorar continuamente para crecer y ser más competitivas, es necesario tener acceso a certificaciones de calidad reconocidas que les den un respaldo y les ayuden a ser más productivas disminuyendo costos y tiempo en el desarrollo de sus actividades y productos. La improvisación de los

procesos, sobreestimación de tiempos y recursos de desarrollo son tan solo unos de los muchos inconvenientes que se pueden presentar cuando una organización no logra certificar o implantar un modelo que le permita mejorar sus procesos de calidad.

La calidad de un producto o servicio siempre es compleja de evaluar. La razón es simple, la medida de la calidad puede abordarse desde diferentes perspectivas y tiene multitud de posibles soluciones. Por esta razón, para hablar de calidad de la forma más objetiva posible, se debe primero definir qué se entiende por esa calidad, segundo especificar cómo proceder a evaluar esa calidad y tercero dejar claro qué nivel de calidad se desea lograr y, si de acuerdo al entorno o a la estructura organizacional de la empresa se puede alcanzar. Lo anterior se logra con un modelo, una norma o una metodología que disponga de una serie de pasos sistemáticos que orienten y guíen a la empresa a mejorar sus procesos y sus actividades que contribuyan a mejorar la forma como se desarrolla software.

Diferentes normas y modelos se han especializado en la disciplina de la calidad en la ingeniería del software, y se basan en los conceptos de capacidad del proceso y Madurez del proceso que les permite lograr mejores prácticas enfocadas en la Calidad. La capacidad del proceso corresponde a la habilidad para producir los resultados esperados en cada uno de los procesos individuales de una empresa y la madurez, al crecimiento en la capacidad general de los procesos de una organización que permite a la misma certificarse en niveles de 1 a 5 y por lo tanto competir en calidad con compañías del mismo sector.

Alcanzar un nivel de capacidad y madurez óptimo es una tarea ardua en la cual se debe gestionar un proceso de mejoramiento que permita tomar un camino de acciones para aplicar en cualquier proyecto, estas acciones a realizar vienen representadas por la SPI (Mejora de Procesos del Software), cuyo objetivo busca establecer las bases para que las organizaciones puedan adaptar el modelo a sus necesidades. Un SPI es un proyecto continuo⁷ que conduce el mejoramiento de los procesos de software de una organización.

Dentro de las iniciativas que se han generado en la última década, existen dos grandes grupos de modelos, normas y estándares que buscan mejorar la calidad en las prácticas llevadas a cabo por las empresas desarrolladoras de software. El primer grupo persigue la mejora de los procesos de producción de software (denominado modelo de calidad

⁷ Se dice que es un proyecto continuo porque tiene un inicio pero no tiene un fin, debido a que está constituido por ciclos de mejora y cada ciclo por fases, es decir, es un proyecto con ciclo de vida iterativo e incremental.

orientado a proceso), mientras el segundo grupo persigue la mejora de producción del producto software (denominado modelo de calidad orientado a producto).

El grupo de modelos orientados a procesos son los más usados por la industria del software en el ámbito mundial, ya que se encuentran diseñados principalmente para el mejoramiento en las capacidades de las organizaciones para alcanzar niveles de calidad aptos para la industria del software.

En Colombia, dentro del marco de los modelos de calidad enfocados en el proceso del software, se emplean algunas de las iniciativas de los organismos más reconocidos en materia de calidad del software, siendo los modelos de SEI y los estándares de ISO, los pilares básicos a seguir en la industria del software para la mejora de procesos. Dentro del grupo de modelos reconocidos internacionalmente orientados al mejoramiento de los procesos del software, los más destacados en Colombia son: CMMI (Desarrollado por el SEI) y la norma ISO/IEC 15504 (Desarrollada por la ISO).

En la actualidad, es posible encontrar pequeñas empresas del sector software que a pesar de no contar con certificaciones de calidad reconocidas, cuentan con sólidos procesos, muchas veces documentados y soportados por herramientas informáticas que les permite avanzar y lograr productos enfocados en la calidad. Entonces es importante preguntarse ¿Por qué muchas de estas Pymes, con procesos bien desarrollados, no avanzan masivamente hacia los modelos de ISO o CMMI que son los más reconocidos del mercado?

En los países con industrias de software emergente, como es el caso colombiano, la iniciativa de las Pymes por emprender proyectos de mejoramiento de procesos crece de manera acelerada. Sin embargo, diversos autores coinciden en que los estándares de ISO y modelos del SEI (considerados como estándares para grandes empresas) difícilmente pueden ser aplicados a empresas pequeñas debido a que un SPI supone gran inversión en dinero, tiempo y recursos. No obstante, gran parte de las Pymes desarrolladoras de software adaptan y utilizan estos estándares en la actualidad por propia decisión o por desconocimiento de otros modelos, para emprender sus esfuerzos de mejora causándoles grandes problemas para alcanzar el mejoramiento en sus procesos ya que su estructura empresarial no se acomoda a un modelo que ha sido diseñado para una empresa con mayor experiencia y mayores recursos.

A manera de hipótesis, se considera que las Pymes no certifican sus procesos de mejoramiento del software, debido a factores como:

- El cambio de filosofía de trabajo que implican los modelos y sus metodologías impulsa a una Pyme a actuar organizacionalmente como si fuera una empresa mucho mayor, propiciando en algunos casos la dilatación en tiempos de respuesta de muchos de sus procesos.
- El cambio de organización, así como la creación de un departamento o área de calidad y nuevas contrataciones o especialización de personal cualificado para el seguimiento y control en temas de calidad.
- Los altos costes que conlleva la adopción de cualquier modelo tiene inmerso entre otros las auditorías y certificaciones, costes en recursos humanos y formación, costes de adquisición de herramientas que los soporten, y muchos más costos adicionales que son muy altos para ser tenidos en cuenta por una Pyme colombiana.
- Escepticismo ante los beneficios que puede aportar una certificación.

Lo anterior, son tan solo algunos de los muchos factores existentes que impiden o no motivan la certificación o el mejoramiento de los procesos del software en las Pymes colombianas, y es por este motivo que se ha generado en los últimos años, una corriente opuesta formada por las llamadas metodologías ágiles, las cuales reclaman un mayor protagonismo de las personas sobre los procesos de desarrollo por sí mismos.

Los *Métodos Ágiles* son nuevas formas de permitir el acceso al mejoramiento de la calidad en los procesos del software a Pymes y empresas medianas con base en las metodologías formales reconocidas (como CMMI-DEV, ó ISO IEC 15504/SPICE) a las que se consideran excesivamente rígidas por su carácter normativo y fuerte dependencia de planificaciones detalladas previas al desarrollo. De estos se han desprendido nuevas iniciativas que buscan beneficiar a las Pymes del sector, como los modelos *ITMark* y *Light MECPDS*, que se muestran en la figura 1.

CMMI SEI (2011) es una de las normas de certificación de procesos de desarrollo de software más reconocidas en el mundo, que, en Colombia, se constituye como la más reconocida y con mayor implantación por parte de Pymes y empresas del sector software. Este modelo de calidad del software clasifica las empresas en niveles de madurez, los cuales permiten conocer la madurez de los procesos que se realizan para producir software y se encuentra en una escala de evaluación de 0 a 5, por lo que se ha convertido en una guía que ayuda a tener control sobre los procesos organizacionales y de desarrollo para así mantener y generar un software de mayor calidad.

CMMI presenta un conjunto de prácticas recomendadas en una serie de 22 áreas clave que permiten mejorar el potencial del proceso de

software, mediante la evaluación de procesos, que van desde la Gestión de la Configuración y de los Requisitos hasta la formación organizacional. Las mismas se encuentran diseñadas para ser evaluadas en cinco niveles enfocadas en la capacidad y madurez de los procesos de la empresa desarrolladora de software.

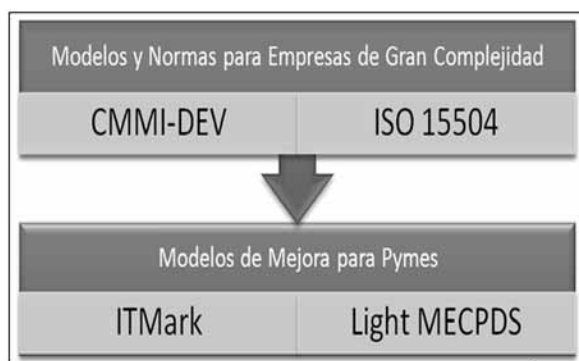


Figura 1. CMMI (Capability Maturity Model Integration)

3.1 ITMark

El modelo *ITMark*, basado totalmente en CMMI, según ESI (2008), es una guía de pasos sistemáticos y organizados que permite alcanzar niveles de capacidad y de madurez óptimos para competir en mercados globalizados mejorando la efectividad organizacional y el éxito mediante la mejora de los procesos de micro y pequeñas empresas que se dedican al desarrollo y mantenimiento de sistemas, aplicaciones y productos de software.

Es el primer modelo de calidad internacional diseñado en particular para las micro y pequeñas empresas que disponen de menos de 20 empleados y tiene por objetivo brindar un sello de calidad que acredita la madurez y capacidad de desarrollo de software, y su nivel de evaluación corresponde hasta al nivel 2 de los cinco de CMMI.

3.2 Norma ISO/IEC 15504 (SPICE)

De acuerdo con ISO (2011) es un estándar internacional para la evaluación y mejora de procesos software, en el cual se desarrolla un conjunto de medidas de capacidad estructuradas con el objetivo de evaluar el proceso de ciclo de vida del software. La norma fue creada con el objetivo de ser un estándar de certificación, cuyo objetivo es proveer un modelo conceptual y marco para la evaluación, validación, optimización y certificación del proceso de desarrollo o construcción de software de calidad.

Puede implementarse en empresas con departamentos de desarrollo a partir de 10 a 15 personas, suponiendo una difícil implementación en empresas con menor número de integrantes. Al igual que CMMI, requiere gran cantidad de herramientas, de las cuales muchas de ellas tienen un coste elevado. El retorno de inversión se obtiene a medio plazo, siendo este un tiempo elevado para la implementación en Pymes.

3.3 Modelo Ágil Light MECPDS

Considera Pino et al (2006), que es un modelo ágil de procesos de mejora del software basado principalmente en metodologías y principios ágiles, requerimientos livianos y adaptaciones de modelos internacionales enfocado en Pymes y medianas empresas, cuya finalidad es motivar la aplicación de proyectos de mejora de procesos en las empresas de desarrollo de software iberoamericanas con el objetivo de crear, aplicar y probar un sistema de mejora de procesos con base en otros modelos de calidad reconocidos internacionalmente.

Se encuentra desarrollado principalmente para ser implementado por las Pymes y microempresas colombianas con menos de 15 empleados, se basa en la norma ISO/IEC 15504:2003 y esta a su vez en ISO/IEC 12207:2002. Se encuentra respaldado bajo el proyecto Simep-Sw⁸ ejecutado conjuntamente entre Colciencias y la Universidad del Cauca.

A la vista de la situación expuesta hasta el momento en el presente artículo, apuntan al modelo de mejora de procesos de capacidad y madurez del software CMMI como el mejor modelo posible a la hora de mejorar los procesos de calidad en una compañía desarrolladora de software, inclusive porque se encuentra respaldado por la ESI, una organización con mucho peso, experiencia e importancia en cuanto a temas de calidad en el software.

Sin embargo, a pesar de existir normas, modelos y metodologías reconocidas, con renombre internacional, el desconocimiento palpable sobre otros modelos ágiles y certificaciones enfocadas a las micro y pequeñas empresas, o el afán por conseguir un sello reconocible como método de aumento de competitividad, llevan a la errónea idea de que CMMI o ISO/IEC 15504 deban ser los modelos a implantar, ya que su prestigio internacional es tan grande como su complejidad a la hora de obtenerlos, tanto por los costos humanos y monetarios, así como por los cambios organizativos y de mentalidad que implica su adopción, siendo estos no viables para ser implantados en empresas con menos de 20 empleados.

8 Sistema Integral de Mejoramiento de Procesos – Software.

Mientras que las grandes empresas pueden realizar implementaciones de modelos de calidad del software reconocidos de forma exitosa, la realidad en Colombia, es que el mayor porcentaje de empresas corresponde a micro y pequeñas empresas, lo que hace que esta visión sobre los modelos existentes más exitosos deba ser replanteada en las Pymes colombianas.

Por este motivo surgen además, las propuestas, normas o metodologías enfocadas en las Pymes, también denominadas metodologías ágiles, como lo son ITMark que se basa principalmente en CMMI, y en el cual su principal objetivo es preparar una pequeña o mediana empresa hacia la certificación de sus procesos de calidad en el software respaldada por una metodología y una empresa reconocida a nivel internacional como lo es el SEI. Y el modelo ágil Light MECPSD que se encuentra basado en la norma ISO/IEC 15504/SPICE, que busca brindar una metodología fácil y accesible a Pymes latinoamericanas, principalmente las colombianas.

La cuantificación de los beneficios obtenidos con la implementación de una metodología y/o un modelo de calidad ágil o no ágil, no puede ser realizada a corto plazo y las últimas iniciativas e implantaciones de modelos de mejora en Pymes Colombianas son suficientemente recientes como para no disponer de datos actualizados y de interés para las empresas interesadas. Es por ello que la sensación que tienen muchas empresas desarrolladoras de software y empresarios del sector, es que no se dispone de un beneficio claro en la implantación de un modelo; aunque, como se ha comentado anteriormente, sitúan el interés por la competitividad del mercado y el afán de distinguirse mediante el valor añadido que otorga un sello de calidad para el marketing de la empresa y los requerimientos de los grandes clientes.

Por lo anterior, es importante documentar, analizar y revisar cuales son las últimas tendencias en cuanto a calidad en el software, pero estos análisis deben estar enfocados directamente con el tamaño y la capacidad de una la compañía en donde se requiera mejorar la capacidad de sus procesos de software.

4. Conclusiones / recomendaciones

- Con la reciente aprobación del Tratado de Libre Comercio, TLC, con los Estados Unidos, en el que se encuentra relacionado el software como un producto/servicio en el que se competirá bajo las mismas reglas, pero no en las mismas condiciones, se hace necesario e inmediato que las empresas productoras de software en Colombia

asuman en sus procesos estándares internacionales que las permitan ser objeto de certificaciones de calidad, de tal manera que puedan llegar a la competencia con condiciones similares a las grandes multinacionales.

- A pesar de que el modelo ágil *Light MECPDS* busca apoyar a las pymes colombianas, en la actualidad, la Industria del Software no evidencia, no se informa o no se tiene claro concretamente un modelo, estándar, guía o metodología que permita fácilmente a las micro y pequeñas empresas desarrolladoras de software enmarcar sus procesos en un estándar de calidad definido.
- En los últimos años han sido consideradas propuestas como el modelo CMMI avalado por el SEI y la norma ISO/IEC 15504 avalado por la ISO, como referentes internacionales en el mejoramiento de la capacidad y madurez de procesos en el software. Sin embargo, si las MiPymes quieren enrutarse en estos modelos, deben seguir metodologías que les permitan aceptar evaluaciones y supervisiones de organizaciones internacionales.
- Pero también es necesario comprender que implantar una norma, modelo o metodología enfocada en empresas grandes, puede generar problemas de diversa índole para las Pymes colombianas, ya que los mismos han sido desarrollados principalmente para empresas grandes que cuentan con una trayectoria marcada, con los recursos económicos, la estructura organizacional y la disponibilidad de personal necesario para alcanzar la certificación de sus procesos.
- Finalmente, la competitividad generada en la industria de software en los últimos años ha propiciado que organismos de estandarización en diversos países estén implantando modelos de mejora de procesos que les permita el aseguramiento de la calidad. En el caso de Colombia, se ha implantado *ITMark* y *Light MECPDS* como las prácticas más recomendadas para el mejoramiento de calidad en los procesos del software que se adapta a la estructura y organización de las Pymes colombianas.

Bibliografía

- BARBA ÁLVAREZ, Anton (2001). Calidad total en las organizaciones: poder, ambigüedad y aspectos simbólicos [CD-ROM]. En: V Congreso Nacional de Investigación en Ciencias Administrativas: Los Desafíos de la Investigación Científica. Zapopan (Jalisco, México): Academia de las Ciencias Administrativas, Acacia, (28/02-02/03/2001) Memoria.
- BITZER, Eugen (1997). The computer software industry in East and West: Do Eastern European countries need a specific science and technology policy? In: DIW Discussion Paper No. 149 (may.). Berlin (Germany): Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, 50 p. ISSN: 1619-4535. <http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=68977> [consult: 13/08/2011]
- BASTOS TIGRE, Paulo y SILVEIRA MARQUES, Felipe (ed.) (2009). Desafíos y oportunidades de la industria del software en América Latina, Bogotá (Colombia): CEPAL & Mayol Ediciones. 316 p. ISBN 978-958-8307-56-5
- CLARKE, Thomas and CLEGG, Stewart (2000). Changing Paradigms: The transformation of Management Knowledge for the 21st Century. London (UK): Harper Collins Business, 512 p. ISBN 978-1861975225.
- CEPAL (2009). Desafíos y oportunidades de la industria del software en América Latina. Bogotá (Colombia): CEPAL. ISBN 978-958-8307-56-5.
- COOPER, Jack and FISHER, Matthew (ed.) (2002). Software acquisition Capability Maturity Model (SA-CMM) version 1.03 [on line]. Technical Report (mar.) 135 p. Pittsburgh (Pennsylvania, USA): Software Engineering Institute (SEI), University Carnegie-Mellon. <<http://www.sei.cmu.edu/reports/02tr010.pdf>> [consult: 19/08/2011].
- ESI (2008) Modelo IT Mark. [en línea]. Zamudio (Bizkaia, España): European Software Institute TECNALIA. <http://www.fedesoft.org/downloads/Sinertic/RESUMEN_MODELO_IT_MARK.pdf> [consulta: 22/04/2011]
- ESPINOSA INFANTE, Elvia Y PÉREZ CALDERÓN, Rebeca (1994) Calidad Total: Una Alternativa de Organización del Trabajo en México [en línea]. En: Revista Gestión y Estrategia. No. 5 (ene-jun.). México (D.F., México): Departamento de Administración, Universidad Autónoma de México. ISSN: 0188-8234. <<http://www.azc.uam.mx/publicaciones/gestion/num5/doc05.htm>> [consulta: 17/08/2011]
- FAIRLEY, Richard; AGUILAR SÁNCHEZ, Antonio y RANGEL GUTIÉRREZ, Raymundo (1987). Ingeniería de software. México: McGraw-Hill Interamericana, 390 p. ISBN: 9789684518544
- FEDESOF (2011). Informe de cifras del sector software y servicios relacionados 2005-2010 [en línea]. Bogotá (Colombia): Fedesoft. <<http://www.fedesoft.org/novedades/informe-de-cifras-del-sector-del-software-y-servicios-relacionados-2005-2010>> [consulta: 18/08/2011]
- FEIGENBAUM, Armand (1986). Control Total de la Calidad. México: CECSA. ISBN 9789682612589
- ISO (2011). La norma ISO 15504 SPICE [en línea] Las Rosa (Madrid, España): Calidad Software 15504.es, Kybele Consulting, S.L. <<http://www.iso15504.es/>> [consulta: 13/11/2011]
- HOCH, Deltiv J. (ed.); ROEDING, Cyriac R.; PURKERT, Gert; KINDNER, Sandro and RALPH, Muller (1999). Secrets of Software Success. Managements Insights from 100 Software Firms around the World. Boston (MA, USA): Harvard Business School. 312 p. ISBN: 9781578511051.
- KANER, Cem (2003). What is a good test case? [on line]. In: Software Testing Analysis & Review Conference (STAR) (12-16/05/2003). East, Orlando, (FL, USA): Software Quality Engineering, SQE. <<http://www.kaner.com/pdfs/GoodTest.pdf>> [19/08/2011]
- LÓPEZ, Andrés (2003). Estudio 1.EG.33.4. Estudios de competitividad sistémica: Componente B: la sociedad de la información, servicios informáticos, servicios de alto valor agregado y software [en línea]. Buenos Aires (Argentina): CEPAL. 122 p. <<http://www.eclac.org/argentina/noticias/paginas/3/12283/Informe334B.pdf>> [consulta: 18/08/2011].
- MINTIC (2010). Plan Vive Digital Colombia: Diagnóstico y punto de partida de Colombia [en línea]. Bogotá (Colombia): Ministerio de Tecnologías de Información y Comunicaciones, MinTIC. <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/file.php/681/Plan_Vive_Digital.pdf> [consulta: 17/08/2011]

- PEACH, Robert (1999). Manual de ISO 9000. México: McGraw-Hill. 926 p. ISBN: 970-10-2264-5.
- PINO, Francisco J.; GARCÍA, Félix; SERRANO, Manuel y PIATTINI, Mario (2006). Medidas para estimar el rendimiento y capacidad de los procesos software de conformidad con el estándar ISO/IEC 15504-5:2006 [en línea]. En: Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software, REICIS, Vol. 2 No. 3 (dic.). Barcelona (España): Asociación de Técnicos de Informática, ATI. p. 17-30. ISSN: 1885-4486 <<http://www.ati.es/IMG/pdf/Pino-Vol2Num3.pdf>> [consulta: 11/11/2011]
- PULIDO CUERVO, Zhoe (2005). Análisis Comparativo de las Estructuras Periféricas en Empresas de la Industria de Software India-México. Tesis de Maestría (Magíster en Administración de Tecnologías de Información). Monterrey (México): Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Campus Monterrey.
- SANDERS, Joc and CURRAN, Eugene (1994). Software Quality: A Framework for Success in Software Development and Support. Boston (MA, USA): Addison Wesley Longman. 196 p. ISBN 978-0201631982
- SARAVIA ARAMAYO, Roger (2007). Estándar ISO/IEC-14598 - Evaluación del Producto Software: ISO 14598 [en línea] La Plata (Argentina): Universidad Mayor de San Andrés. <<http://es.scribd.com/doc/14897492/Estandar-ISOIEC14598-Evaluacion-del-Producto-Software>> [consulta: 18/08/2011].
- SEI, SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE (2011). CMMI Overview [on line]. Pittsburgh (PA, USA): Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University. <<http://www.sei.cmu.edu/cmmi/>> [consult: 13/11/2011].
- TORRISI, Salvatore (1998). Industrial Organization and Innovation: An International Study of the Software Industry. Cheltenham (UK): Edward Elgar Pub. 197 p. ISBN: 978-1858988948
- VERDINES ARREDONDO, Martha Patricia (1992). La cultura de Calidad y los Ingenieros de Software [en línea]. En: Revista Transferencia, Vol. 5, No. 20, (oct.). Monterrey (México): Tecnológico de Monterrey. p. 23-24. ISSN: 1870-6835 (desde 11/2006). <<http://viewer.zmags.com/publication/95a389f8#/95a389f8/1>> [consulta: 15/08/2011].