

## CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE DESARROLLO DE SOFTWARE EN COLOMBIA: UNA MIRADA DESDE LAS PYMES PRODUCTORAS\*

*Software development process characterization in Colombia: A view from SMEs producers*

*Luis Eduardo Peláez Valencia\*\**

*Alonso Toro Lazo\*\*\**

*José Fernando López Restrepo\*\*\*\**

*Alejandro Ramírez Medina\*\*\*\*\**

\* Artículo de investigación resultado del proyecto denominado "Formulación de un modelo propio que permita a las pymes colombianas mejorar la calidad del proceso de desarrollo de software"

\*\* Profesor asistente de la Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería UCP. Contacto: luis.pelaez@ucp.edu.co

\*\*\* Ingeniero de sistemas y telecomunicaciones UCP. Joven Investigador Grupo de investigación TICS. Contacto: alonso.toro@ucp.edu.co

\*\*\*\* Ingeniero de sistemas y telecomunicaciones. CARDER Corporación Autónoma Regional del Risaralda (2011-2012). Contacto: chepe492@hotmail.com

\*\*\*\*\* Ingeniero de sistemas y telecomunicaciones. SOCÓ desarrolladores (2011-2012). Contacto: alejandroramirez@hotmaill.com

## **SÍNTESIS:**

Actualmente los países se sumergen cada vez más en la globalización, creándose una necesidad por mejorar los procesos de las organizaciones para llevar sus productos a un grado internacional; sin embargo, para que esto ocurra su producto final debe tener un alto nivel de calidad. El presente trabajo de tipo investigativo, pretende socializar los resultados obtenidos al caracterizar la calidad del proceso de desarrollo de software en Colombia, donde se encontraron grandes falencias en la aplicación de buenas prácticas de Ingeniería que permitan a los productores nacionales alcanzar mejores calificaciones frente a modelos de calidad ampliamente reconocidos. Su análisis busca servir como referente a futuras propuestas locales, nacionales o internacionales de ingeniería del software para el desarrollo de proyectos relacionados.

## **DESCRIPTORES:**

Ingeniería de software, Estándares de calidad, IEEE, CMMI.

## **ABSTRACT:**

Countries today are being more immerse in globalization, creating a necessity for companies to improve their processes in order to take their products to an international level; however, to achieve this goal, the final product must have a high quality level. This research aims to share the results obtained for the software development quality characterizing process in Colombia, where great difficulties were found when applying good engineering practices that enable domestic producers to achieve better scores compared to widely recognized quality models. The analysis is intended to be considered as a future model for local, national or international software engineering development projects.

## **DESCRIPTORS:**

Software engineering, Quality standards, IEEE, CMMI.

## CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE DESARROLLO DE SOFTWARE EN COLOMBIA: UNA MIRADA DESDE LAS PYMES PRODUCTORAS

*Para citar este artículo: Peláez V., Luis Eduardo et al. (2012). "Caracterización del proceso de desarrollo de software en Colombia: una mirada desde las pymes productoras". En: Revista Académica e Institucional, Páginas de la UCP, N° 92 (Julio-Diciembre, 2012); p.89-98.*

*Primera versión recibida el 27 de noviembre de 2012. Versión final aprobada el 23 de julio de 2013*

La ingeniería de software es una disciplina que ofrece métodos y técnicas para el desarrollo y mantenimiento de software de calidad, que pueda resolver problemas de diversa índole (Pressman, 2002, p. XXIX). En el mundo globalizado de hoy, la carrera por el mejoramiento continuo en los procesos de las organizaciones ha llevado a que se tenga un interés más amplio en los resultados de un producto final, que se espera sea competente en un mercado tan exigente como el actual. La anterior concepción lleva inmersa la necesidad de adoptar prácticas que acompañen las fases de una metodología para el desarrollo de software, de tal forma que las empresas que se dedican a este objeto, lo hagan bien y resulten competentes entre ellas y para el país. Dicha necesidad de estar preparadas a la hora de llegar al usuario final con el mejor resultado, hace que las empresas soliciten y adquieran aplicaciones que les permitan agilizar y optimizar sus procesos.

En el ámbito internacional se han visto grandes progresos en la creación de estándares para desarrollar software de calidad. Metodologías como Métrica<sup>6</sup>, de España, PSP y TSP<sup>7</sup> del SEI (Software Engineering Institute), Moprosoft<sup>8</sup> de México, entre otras, han emergido como modelos adecuados para acompañar el proceso de

desarrollo de software. Sin embargo, Colombia aún no formaliza su modelo propio para la construcción de software, pero ha logrado avances significativos a través de apuestas como COMPETISOFT<sup>9</sup>, PRATI<sup>10</sup>, entre otros.

Con este proyecto, se plantea como propósito el diagnóstico de la calidad del proceso de desarrollo de software según los fabricantes, de tal forma que dicho estudio se convierta en un insumo relevante a la hora de proponer un modelo propio.

### Desarrollo del proyecto

Mediante una investigación aplicada estructurada como macroproyecto, se proponen los siguientes proyectos específicos:

- Exploración del estado del arte, a nivel nacional e internacional, en ingeniería del software<sup>11</sup>.
- Caracterización de la calidad del software del lado de los productores, a nivel nacional.
- Caracterización de la calidad del software del lado del usuario, a nivel nacional.
- Formulación de un modelo propio con base en los modelos existentes y en las falencias de calidad encontradas en los procesos de desarrollo actuales a nivel nacional.

6 MÉTRICA Versión 3. Metodología de Planificación, Desarrollo y Mantenimiento de sistemas de información del Ministerio de Administración Pública (MAP) de España. <http://www.csi.map.es/csi/metrica3/>

7 Team Software Process (TSP) y Personal Software Process (PSP) son metodologías desarrolladas por el Software Engineering Institute (SEI) en la Carnegie Mellon University. <http://www.sei.cmu.edu/tsp/tools/index.cfm>.

8 MOPROSOFT. Modelo de Procesos para la industria del Software desarrollado por la Secretaría de Economía de México, dentro del Programa Nacional para el Desarrollo de la Industria del Software (PROSOFT). <http://www.comunidadmoprosoft.org.mx/>

9 COMPETISOFT. Proyecto de cooperación internacional para la Mejora de Procesos para Fomentar la Competitividad de la Pequeña y Mediana Industria del Software de Iberoamérica.

10 PRATI. Programa de Apoyo a las Tecnologías de la Información presentado por Ministerio de Comunicaciones de Colombia en el año 2008.

11 Resultado del proyecto de investigación "Estado del Arte de la Ingeniería del Software en el Ámbito Nacional e Internacional de Acuerdo a Organizaciones que Tratan la Disciplina", investigación avalada por el centro de investigaciones de la Universidad Católica de Pereira.

Para el caso que ocupa este artículo, se tratará el proyecto relacionado con la calidad del proceso de desarrollo de software a nivel nacional. Para lograr el propósito, se formulan las siguientes fases:

### Fase 1

Para establecer si el proceso de desarrollo de software que se hace en Colombia es de calidad o no, fue necesario desarrollar una herramienta (encuesta) que permitiera establecer unos parámetros iniciales en los cuales pudiera basarse la emisión de un juicio. Así, y a manera de preguntas orientadoras, se consideran los siguientes cuestionamientos: ¿Cómo establecer la calidad del proceso de desarrollo de un software? ¿Qué parámetros han de ser tenidos en cuenta para decir que un proceso no es de buena calidad? ¿A quién se debe acudir en estos casos?

Por tal motivo, y teniendo en cuenta tanto su trayectoria como la veracidad de sus conclusiones, se eligió como referente a la IEEE<sup>12</sup> (Institute of Electrical and Electronics Engineers), una de las organizaciones más importantes en el campo y que posee una cantidad muy relevante de normas emitidas hasta la fecha. Sin embargo, luego de revisarlas, los autores de este estudio decidieron hacer uso de las cuatro partes de la norma ISO/IEC 9126<sup>13</sup> (Norma para la calidad del producto software emitida por la IEEE.), pues reúne de una forma muy específica y clara a la mayoría de las demás normas que al respecto del tema han sido emitidas por la misma autoridad.

La norma contiene determinadas características que describen la calidad de un software en todas sus etapas, tanto de forma interna como externa;

estas fueron tomadas para la elaboración de la encuesta. Por otro lado, se tomaron determinadas características propias de una metodología de desarrollo de software en general, es decir, se adjuntaron las actividades que se deben realizar en un proceso de desarrollo para que el software resultante sea un producto de alta calidad; algunas de ellas fueron el plan de sistemas de información, la toma de requerimientos y las pruebas, entre otras.

### Fase 2

En esta fase se eligió una muestra por conveniencia de la cantidad de empresas a las cuales se les haría el estudio, partiendo de que el mismo se hizo a empresas adscritas a la base de datos de FEDESOF T<sup>14</sup> (Federación Colombiana de la industria del Software y Tecnologías Relacionadas), de la cual 103 cumplen con los parámetros establecidos por los autores. De esta manera, la muestra fue constituida por las casas desarrolladoras de software comercial o a la medida, empresas que desarrollan software para uso propio, grandes, pequeñas y medianas empresas en el territorio colombiano.

Durante esta fase, se le aplicó la encuesta a las empresas elegidas por medio de visitas, de manera telefónica y por medio de la plataforma SurveyMonkey.com.<sup>15</sup>

### Fase 3

Una vez aplicadas las encuestas a la muestra de la población mencionada anteriormente, se sistematizaron los datos arrojados por el estudio.

12 IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers, inc) es un desarrollador líder de las normas internacionales y a menudo la fuente principal para la normalización en una amplia gama de tecnologías emergentes. <http://www.ieee.org>

13 ISO/IEC 9126 es un estándar internacional para la evaluación de la calidad del software en el cual se indican las características de calidad que el mismo debe tener.

14 La Federación Colombiana de la Industria del Software (FEDESOF T), es la entidad gremial con mayor representatividad del sector de las Tecnologías de la Información, que agremia a la Industria de Software y Tecnologías Informáticas Relacionadas, con el objetivo de representar sus intereses ante entidades públicas y privadas, a nivel nacional e internacional. <http://www.fedesoft.org/>

15 SurveyMonkey es una herramienta en línea que permite crear y enviar correos electrónicos personalizados con el enlace de la encuesta. También permite realizar un seguimiento de las respuestas y enviar recordatorios. [www.surveymonkey.com](http://www.surveymonkey.com)

Luego de esto, se presentan los resultados por características agrupadas que se relacionan entre sí, para facilitar la siguiente etapa que consistió en el análisis de los resultados, de donde se desprenden las conclusiones y recomendaciones.

### **Análisis y presentación de resultados**

El instrumento de medición utilizado en investigación para determinar la calidad del software de las empresas colombianas, consistió en una encuesta que se le aplicó a 103 de ellas, la mayoría ubicadas en las principales ciudades del país.

A continuación se analizarán los resultados más relevantes obtenidos, de acuerdo con las respuestas de los encuestados:

### **Información de contacto**

Los campos a diligenciar en este punto son: Nombre, Compañía, Dirección, Ciudad/Municipio, Dirección de correo electrónico y cargo que ocupa en la organización. Esto para llevar un registro geográfico de las empresas que participaron y de quién fue el encargado de responder la encuesta. Este estudio es meramente académico, por lo cual la información estará disponible solo para casos de verificación de autenticidad de la información.

### **Antigüedad de las empresas**

El 39% de las empresas participantes en el estudio sobrepasa 8 años de antigüedad en la industria del software, mientras que el 30% tienen entre 4 y 8 años de estar en el sector.

### **Cantidad de empleados**

- El 86% de las empresas con no más de 10 empleados, tienen al menos entre 1 y 5

colaboradores dedicados al desarrollo de software.

- El 45% de las empresas que tienen una cantidad total de empleados no mayor a 50, tienen entre 6 y 10 colaboradores dedicados al desarrollo de software. Otros rangos importantes en estas empresas son entre 1 y 5 y entre 11 y 25, que corresponden respectivamente al 21% y 24% de las empresas.
- De las empresas con una cantidad de empleados no mayor a 200, se puede evidenciar un gran porcentaje de ellos dedicados exclusivamente al desarrollo de software, de tal forma que el 43% de las empresas tienen entre 41 y 75 personas realizando ésta labor, seguida de un 29% que representa entre 76 y 110 empleados.
- El 72% de las empresas con más de 200 empleados, tienen a su disposición más de 111 colaboradores dedicados exclusivamente al desarrollo de software.

### **Respecto a las actividades que realizan las organizaciones**

- La importancia de hacer un plan de sistemas de información cada año es muy alta, pues de allí se priorizan las actividades de mayor importancia que la empresa realizará durante el transcurso del mismo. El 59% de las empresas participantes en el estudio lo hacen.
- Utilizar un modelo o una metodología de desarrollo es una de las actividades más importantes en la ingeniería de software, pues a partir de esta es que se hace un desarrollo estructurado de los proyectos relacionados con el mismo. El 85% de las empresas utilizan un modelo o metodología.



- El 64% de las empresas tienen entre sus empleados profesionales posgraduados en ingeniería o desarrollo de software.
- El 76% de las empresas consultadas desarrollan software comercial.
- El 84% de las empresas encuestadas se dedican a realizar software a la medida.
- La mayoría de las empresas consultadas, el 85%, consideran a la ingeniería de software como una disciplina de trabajo.

### Actividades generales o particulares al momento de desarrollar software a la medida

- Más de la mitad de las empresas que hacen software a la medida consultan el plan de sistemas de información con el cliente; sin embargo, un 37,2% no lo hace.
- Solo un 15,1% de las empresas no eligen una metodología/Modelo/Guía apropiada para cada proyecto, en general las empresas consultadas sí lo hacen.
- Realizar un estudio comparativo con proyectos similares puede ahorrar trabajo, tiempo y costos. Al menos la mitad de las empresas que hacen software a la medida, realizan esta actividad.
- En general, las empresas consultadas se apoyan en personal especializado en el tema tratado en cada proyecto que realizan, con el fin de llegar al producto deseado.
- En casos en los que las empresas no cuentan con personal especializado para desarrollar el tema de algunos proyectos en especial, tienen

que capacitar su personal, el 79,1% de las empresas lo hace.

### Metodologías, modelos o guías usadas por las empresas

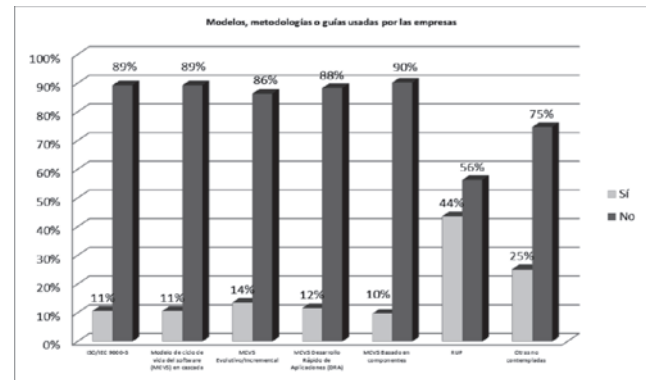


Figura 1: Modelos, metodologías o guías usadas por las empresas

En su mayoría, las empresas hacen una mezcla de varias metodologías creando una propia, casi todas apoyadas por RUP<sup>16</sup>. Elegir un modelo, metodología o guía le permite a las empresas tener un conjunto de etapas parcialmente ordenadas con la intención de lograr un objetivo en el menor tiempo posible, haciendo uso eficiente de sus recursos. Al mezclar metodologías, pueden acoplar etapas de diferentes metodologías para trabajar de una manera más cómoda (Figura 1).

### Etapas del desarrollo de un proyecto de software

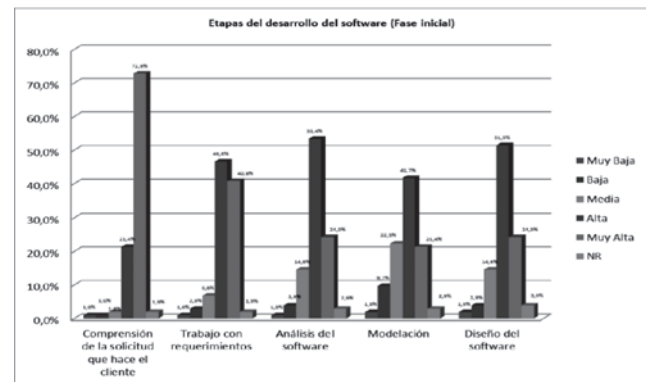


Figura 2: Etapas del desarrollo del software (Fase inicial)

16 *Rational Unified Process (RUP)*, es un proceso de desarrollo de software desarrollado por la empresa Rational Software de IBM y es una de las metodologías estándar más utilizada para el análisis, diseño, implementación y documentación de sistemas orientados a objetos junto con el Lenguaje Unificado de Modelado (UML). <http://www-01.ibm.com/software/awdtools/rup/>

Para esta fase inicial, se puede notar una tendencia hacia una importancia alta y muy alta en las diferentes etapas en el desarrollo de software, con un porcentaje de alrededor del 80% para estas calificaciones (Figura 2).

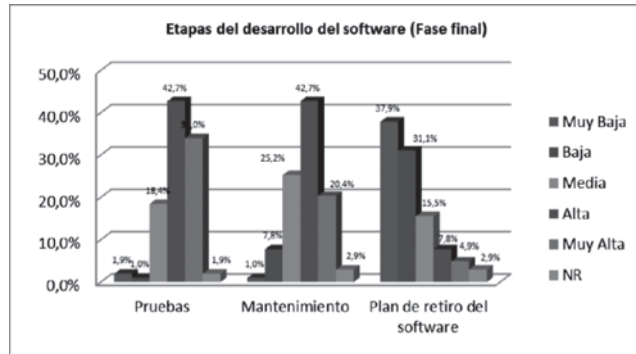


Figura 3: Etapas del desarrollo del software (Fase de desarrollo)

Para la fase de desarrollo, se nota una tendencia hacia una importancia baja y muy baja, sobre todo en las cuatro últimas etapas del desarrollo de software, donde alrededor del 20% de las empresas encuestadas arrojan dichas calificaciones, sin embargo, alcanzan más de un 40% en la última etapa.

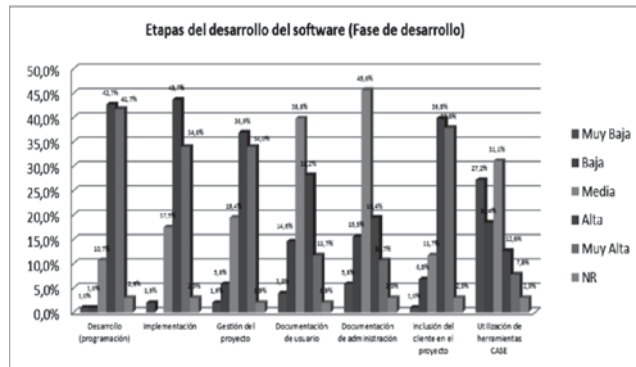


Figura 4: Etapas del desarrollo del software (fase final)

Para la fase final en el desarrollo de software, no se observa una tendencia clara, dado que alrededor del 65% de las empresas encuestadas consideran de alta y muy alta importancia las dos primeras etapas; sin embargo, más del 60% creen que la última etapa tiene una importancia baja y muy baja.

## Etapa de gestión del proyecto

Esta es una de las etapas más importantes, ya que mediante ella las empresas pueden prepararse de manera apropiada para desarrollar el proyecto, teniendo en cuenta factores de tiempo, recursos monetarios y humanos.

Tabla 1: Etapas de gestión del proyecto

Tareas	Etapa de gestión del proyecto			
	Importancia			
	Baja	Media	Alta	NR
Planificación	3	23	75	2
Gestión de la planificación	12	34	55	2
Gestión de incidencias	20	37	43	3
Gestión del costo (estimación del proyecto)	10	30	61	2
Gestión del recurso humano	12	34	55	2
Gestión del tiempo	5	34	62	2
Gestión del riesgo	30	43	27	3
Gestión de la documentación	19	48	34	2
Gestión de la calidad	10	28	63	2
Gestión de la configuración	19	35	47	2
Gestión de los requisitos (requerimientos)	2	24	75	2

En general, las empresas le dan una calificación alta a las etapas de gestión de proyecto; sin embargo, hay una pequeña tendencia a una calificación media en la gestión del riesgo y la gestión de la documentación.

## Pruebas de software

Esta etapa es otra a la cual se le debe prestar mucha atención al momento de desarrollar un proyecto, pues es donde se evalúa el software desarrollado, se detectan y corrigen errores.

Tabla 2. Pruebas de software

Tipos de pruebas	Pruebas de software			
	Importancia			
	Baja	Media	Alta	NR
Pruebas Unitarias	3	19	79	2
Pruebas de Funcionamiento	2	11	88	2
Pruebas de Integración	10	23	68	2
Pruebas de Regresión	36	34	31	2
Pruebas de Aceptación	15	14	72	2
Pruebas propias	9	12	77	5

Más de la mitad de las empresas le dan una calificación alta a las pruebas del software, a excepción de las pruebas de regresión, donde se puede notar una opinión dividida.

## Conclusiones y recomendaciones

El 84,5% de las empresas consideran la ingeniería de software como una disciplina de trabajo y destinan al menos la mitad de sus empleados en estas prácticas; los métodos de esta disciplina indican cómo construir de manera técnica un software abarcando una gran variedad de tareas que incluyen actividades de modelado y otras más descriptivas.

El 82% de la industria desarrolladora de software en Colombia, elige un modelo, metodología o guía apropiada para cada proyecto en especial, y como lo afirma Pressman, (2002, p. 19), “Para resolver los problemas reales de una industria, un ingeniero del software o un equipo de ingenieros debe incorporar una estrategia de desarrollo que acompañe el proceso, métodos y capas de herramientas”.

Las empresas buscan una metodología ágil, sin dejar atrás las principales etapas de una metodología estandarizada a nivel internacional, razón por la cual al menos el 44% de las empresas utilizan RUP mezclada con métodos para la gestión de proyectos ágiles como SCRUM<sup>17</sup>, y Programación Extrema (XP)<sup>18</sup>.

En el ámbito colombiano, las etapas del desarrollo del software son muy significativas, se puede ver una tendencia a que las etapas van perdiendo importancia a medida que va

transcurriendo el tiempo en el proyecto, es decir, las etapas finales no tienen tanta importancia como las primeras.

En la gestión del proyecto, se puede observar que las empresas le dieron una calificación muy alta a cada uno de los procesos, a excepción de la Gestión del riesgo y de la Gestión de la documentación. La primera es muy importante porque, según las encuestas, se ha observado que el éxito de los proyectos radica en un adecuado seguimiento y control de los mismos. De la segunda, la gestión de la documentación, se puede afirmar como lo menciona (Cuevas, 2002), que “el establecimiento preciso, desde el comienzo de las actividades del proyecto, de las tareas a realizar, sus características (duración, elementos a entregar, restricciones, etc.) y organización son fundamentales para asegurar el adecuado desarrollo del software.”

A excepción de la prueba de regresión, las pruebas del software son muy aceptadas actualmente por la industria colombiana. El hecho de que esta tenga una importancia baja a diferencia de las otras, puede deberse al tiempo y esfuerzo que la realización de la misma representa para la organización, considerando el número y complejidad de sus procesos. Las pruebas están correlacionadas con el mantenimiento, proceso que normalmente representa ciertos inconvenientes para las organizaciones, como lo menciona (Lehman, 1980), al señalar que

los problemas del mantenimiento del software se presentan, en gran medida, [por] factores relacionados con la continuidad del cambio, el incremento de

17 SCRUM es una metodología de desarrollo ágil creada por Ken Schwaber, Jeff Sutherland y Mike Beedle en 1986 y formalizada en 1995. Se caracteriza principalmente por definir un marco para la gestión de proyectos y utilizar un método de desarrollo iterativo e incremental mediante iteraciones denominadas *sprints*, con una duración de 30 días.

18 eXtreme Programming (XP) es una metodología de desarrollo ágil creada por Kent Beck y Ward Cunningham en 1999, quienes hacían parte de la comunidad de desarrolladores de *SmallTalk*. Consiste en una programación rápida o extrema, cuya particularidad es tener como parte del equipo al usuario final, pues es uno de los requisitos para llegar al éxito del proyecto.



la complejidad, la evolución del programa, la conservación de la estabilidad organizacional y la conservación de la familiaridad.

En general, la industria del software calificó bien cada una de las características propuestas en la encuesta que aplicada, y a partir de los resultados analizados, los autores de este estudio podrían aventurarse a decir que la calidad del proceso de desarrollo de software en Colombia se encuentra en la transición entre el nivel 2 y 3 en la escala de madurez de CMMI<sup>19</sup>. Actualmente, la industria tiene procesos del nivel 2 referentes a la administración; para esto tiene determinada una serie de tareas que son planeadas y ejecutadas de acuerdo con cómo estas se establecieron. Cada proyecto utiliza gente capacitada en el tema del cual se tratará el proyecto, se involucran cada una de las partes interesadas, se le hace un

seguimiento y control a las tareas, las cuales son evaluadas según la descripción del proceso. Al mismo tiempo, tiene algunos procesos que involucran el nivel 3: las tareas son descritas en estándares, procedimientos, tareas y métodos, los proyectos establecen el método en el que serán desarrollados, adaptando el conjunto de procesos estándares de la organización de acuerdo con la necesidad.

Para que estas condiciones mejoren, se sugiere que la industria siga escalando en los niveles propuestos por CMMI, estableciendo métricas propias que se manejen como criterios de calidad en la región, para así mejorar la predicción de la realización del proceso de desarrollo de software con uso de técnicas estadísticas y cuantitativas, así como optimizar los procesos a través de mejoras continuas, incrementales y tecnológicas.

## Referencias

- Arboleda, F. H. (2005). *Modelos de ciclo de vida en desarrollo de software en el contexto de la industria colombiana de software* (9 ed.). Bogotá: ACIS.
- Boehm, W. B. (1986). A spiral model of Software development and enhancement. *ACM SIGSOFT Software Engineering*, 11, 14-24.
- CEPAL; Bastos Tigre, A; Silveira Marquez, F. (2009). *Desafíos y oportunidades de la industria del Software en América Latina*. Bogotá: Mayol Ediciones.
- Cuevas, G. (2002). *Gestión del proceso de software*. Madrid: Editorial Centro De Estudios Ramón Areces.
- IBM (s.f.). *IBM Rational Unified Process (RUP)*. Recuperado de IBM Rational Software <http://www-01.ibm.com/software/awdtools/rup/>
- International Organization for Standardization (ISO) (2001). *ISO/IEC 9126-1 Software Engineering - Product Quality*. Ginebra: Autor.

<sup>19</sup> CMMI es un marco de trabajo creado por el SEI (Software Engineering Institute) y perteneciente a la Carnegie Mellon University en el cual se especifican guías para organizaciones de software y se propone un conjunto de mejores prácticas que pueden emplearse para evaluar y mejorar los procesos de una organización, proporcionándole los elementos esenciales para mejorar su rendimiento

- ISO (2010). *ISO/IEC TR 9126-2:2003*. Recuperado de International Organization for Standardization, [http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=22750](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=22750)
- ISO (2010). *ISO/IEC TR 9126-3:2003*. Recuperado de International Organization for Standardization, [http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=22891](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=22891)
- ISO (2010). *ISO/IEC TR 9126-4:2004*. Recuperado de International Organization for Standardization, [http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=39752](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=39752)
- ISO/IEC (2003). *ISO/IEC 9126: Software Engineering. Software Product Quality*. En ISO/IEC. Estados Unidos.
- Joyanes Aguilar, L., Lopez Trujillo, M., y Cuesta Mesa, A. (2010). Caracterización de la industria del Software en el Triángulo del Café - Colombia. *Revista Entre Ciencia e Ingeniería* No. 7, 76-87.
- Ministerio de Administración Pública (MAP) (2001). *Métrica. Versión 3. Metodología de Planificación, Desarrollo y Mantenimiento de sistemas de información*. Recuperado de Consejo Superior de Administración Electrónica de España, <http://www.csi.map.es/csi/metrica3/>
- Ministerio de Comunicaciones de Colombia (2008). *Planificación Programas de Apoyo a las Tecnologías de Información (PRATI)*. Recuperado de Ministerio de Comunicaciones, <http://www.mincomunicaciones.gov.co>
- Pressman, R. (2002). *Ingeniería del software, un enfoque práctico*. Madrid: MC Graw Hill
- Secretaría de Economía, México. (2005). *Modelo de Procesos para la industria del Software - MoProSoft*. Recuperado de [http://www.comunidadmoprosoft.org.mx/COMUNIDAD\\_MOPROSOFTADM/Documentos/V1.3\\_MoProSoft.pdf](http://www.comunidadmoprosoft.org.mx/COMUNIDAD_MOPROSOFTADM/Documentos/V1.3_MoProSoft.pdf)
- Software Engineering Institute (SEI) (Noviembre de 2012). *Personal Software Process (PSP)*. Recuperado de <http://www.sei.cmu.edu/tsp/tools/bok/?location=tertiary-nav&source=5784>
- Software Engineering Institute (SEI) (Noviembre de 2012). *Team Software Process (TSP)*. Recuperado de <http://www.sei.cmu.edu/tsp/tools/index.cfm>
- Universidad del Cauca (2006). *COMPETISOFT*. Recuperado de Universidad del Cauca: [http://afrodita.unicauca.edu.co/~ecaldon/docs/spi/COMPETISOFT\\_v02\\_27-11\\_2315.pdf](http://afrodita.unicauca.edu.co/~ecaldon/docs/spi/COMPETISOFT_v02_27-11_2315.pdf)