

ANALISIS DESCRIPTIVO DEL IMPACTO DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CMMI-DEV EN PROYECTOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE EN EMPRESAS COLOMBIANAS

Daniel Oswaldo Garcia Vargas
Ing. en Multimedia, Ingeniero de desarrollado
de software, Plástico LAB SAS,
Bogotá, Colombia,
daosgava.garcia@gmail.com

RESUMEN

Debido al crecimiento de la industria del desarrollo de software en Colombia, se evalúan y analizan casos documentados de empresas que apliquen el CMMI-DEV, un modelo de referencia para mejorar áreas de procesos en los proyectos de desarrollo y mantenimiento de software, este permite a las empresas aumentar su capacidad competitiva en el mercado global. En el caso colombiano las empresas con mejores resultados obtenidos en los proyectos son las que tienen cierto grado de madurez y además adaptan el CMMI-DEV a las condiciones específicas de la empresa.

Palabras claves:

CMMI-DEV, Industria colombiana de software, empresas emergentes del sector, desarrollo de software.

INTRODUCCIÓN

La industria del desarrollo de software ha venido creciendo vertiginosamente debido al rápido desarrollo y avance tecnológico, por lo que muchos países han acogido esta industria como fuente de crecimiento económico. Las empresas que realizan software han evolucionado en la forma de crear y mantener sus productos y servicios, para esto han recopilado una serie de buenas prácticas obtenidas de la experiencia de desarrollos culminados y las han documentado y agrupado en diferentes modelos que facilitan, mejoran y organizan los procesos que se llevan a cabo tanto en el área producción como en la organización en general, consiguiendo aumentar la eficiencia en la realización de los proyectos y disminuyendo los esfuerzos, como por ejemplo el MODELO DE MADUREZ Y CAPACIDADES [1].

Este modelo tiene elementos esenciales para mejorar los procesos de producción en sistemas de software, fue concebido por primera vez por el Software Engineering Institute [1] que luego de un proceso de evaluación e integración de conceptos, se llegó a lo que hoy en día se conoce como CMMI (INTEGRACIÓN DE MODELOS DE

MADUREZ Y CAPACIDADES), este tiene diferentes enfoques y se pueden aplicar a diferente áreas [2].

Muchas empresas han adoptado los modelos de madurez y capacidades logrando mejorar los resultados obtenidos en los proyectos, aumentando la calidad de los productos, el volumen de producción y por tanto su competitividad en el mercado global [3].

En Colombia la industria del desarrollo del software ha venido creciendo debido a muchos factores, entre ellos el apoyo por parte del gobierno, el cual selecciono este campo dentro de los sectores nuevos y emergentes para estar en el programa de transformación productiva, actualmente este sector constituye entre el 1,5% y el 2% del PIB total del país, en el 2009 la industria del Software creció 7.7% frente al 8.9% de Latinoamérica [4].

Las empresas de desarrollo de software colombianas en especial las más pequeñas y con equipos muy reducidos llevan sus procesos de producción de una manera muy autónoma, no siguen un modelo o metodología estándar con la que optimicen sus procesos y por tanto los resultados en los proyectos, esto genera mala calidad en los productos, retraso en los tiempos, sobrecarga laboral, software poco reutilizable, entre otras deficiencias [5] [6], en este artículo se presentan y analizan varios casos documentados de pequeñas empresas de software colombianas que han implementado la metodología CMMI / CMMI-DEV.

1. METODOLOGÍA Y CONCEPTOS

Este artículo es una investigación explorativa, descriptiva, la cual está apoyada de fuentes secundarias, como el manual CMMI-DEV en donde se describe el modelo y sus estándares, adicional los artículos publicados con información y antecedentes de la aplicación de la metodología CMMI en empresas colombianas.

A continuación expongo diversos términos y opiniones necesarios para comprender y aplicar esta metodología estándar.

1.1 Conceptos

El modelo CMMI entiende por organización inmadura aquella que lleva adelante sus proyectos sin una definición previa de los procesos a seguir. Estos proyectos frecuentemente sobrepasan sus presupuestos y tiempos de terminación debido a que son iniciados con estimaciones poco realistas, sin una planificación adecuada, y son llevados adelante sin ningún tipo de gestión [6].

1.2 ¿Qué es CMMI?

CMMI ayuda a integrar funciones tradicionalmente separadas de la organización, establecer objetivos de mejora de procesos y prioridades, proporcionar orientación

en cuanto a procesos de calidad, y proporcionar un punto de referencia para la evaluación de los procesos actuales [4].

1.2.1 ¿Qué es CMMI-DEV?

CMMI para Desarrollo (CMMI-DEV) consta de buenas prácticas que tratan las actividades de desarrollo aplicadas a productos y servicios. Aborda las prácticas que cubren el ciclo de vida del producto desde la concepción hasta la entrega y el mantenimiento. CMMI para Desarrollo contiene prácticas que cubren la gestión de proyectos, la gestión de procesos, la ingeniería de sistemas, la ingeniería de hardware, la ingeniería de software y otros procesos de soporte utilizados en el desarrollo y mantenimiento [2].

1.3 Áreas de proceso base y los modelos CMMI

Todos los modelos CMMI contienen las 16 áreas de proceso base. Estas áreas de proceso cubren los conceptos básicos que son fundamentales para la mejora de procesos en cualquier área de interés Como por ejemplo: Análisis Causal y Resolución, Gestión de Configuración, Análisis de Decisiones y Resolución, Gestión Integrada del Proyecto, Medición y Análisis [1].

1.4 Panorama

Entre las razones comúnmente argumentadas para no motivar el estudio de la aplicabilidad de CMMI en empresas pequeñas se encuentran los costos para establecer una adecuada infraestructura, CMMI es un modelo de referencia de procesos de software que fue inicialmente diseñado por y para equipos de trabajo grandes [7].

Pero por otro lado el CMMI posibilita la normalización y control de los procesos productivos, la obtención de cronogramas con planificaciones más reales, calendarios predecibles, fomenta el trabajo disciplinado, distribuido y colaborativo al mismo tiempo, la detección de riesgos desde etapas tempranas y la correcta mitigación de estos [8].

En Colombia el sector de software fue seleccionado dentro de los sectores nuevos y emergentes que apoya el programa de transformación productiva del gobierno nacional y se debió principalmente a diferentes factores, la evolución de este mercado en estos últimos años, las cifras en ventas, exportaciones y empleos que ha generado este sector en nuestro país. La Industria TI requirió cumplir con estándares de calidad, soportados en certificaciones mundialmente reconocidas. Contar con la certificación CMMI [4].

2. ANÁLISIS DE CASOS DE APLICACIÓN Y ESTUDIOS RELACIONADOS

2.1 CASO UNO

CALIDAD DE SOFTWARE: “APLICACIÓN EN LAS INDUSTRIAS DESARROLLADORAS DE COLOMBIA” [4]

Los sectores donde se han encontrado los mayores nichos del mercado Colombiano en el área de desarrollo de software son en su orden, las telecomunicaciones, los sectores financieros, las instituciones gubernamentales, la industria manufacturera y por último las PYME.

En Latinoamérica son seis las empresas certificadas con el máximo nivel CMMI, de las cuales tres son colombianas: Intergrupo, PSL y Asesoftware.

Conclusiones

- Colombia le está apostando al sector TI como un sector que contribuye al desarrollo del país, ya que la inversión en este sector tiene incrementos significativos en la productividad.

2.2 CASO DOS

ESTADO ACTUAL DE LA ESTIMACIÓN DE SOFTWARE EN COMPAÑÍAS COLOMBIANAS QUE HAN ADOPTADO CMMI [9].

La estimación es importante en las compañías de software, ya que permite estimar adecuadamente el tiempo, los costos y los recursos requeridos para realizar el desarrollo y mantenimientos de los proyectos. Las empresas de software tanto las grandes, como las pequeñas empresas, deben seleccionar el método de estimación más adecuado a su contexto y por otra parte, adoptar mejores prácticas que permitan reducir la desviación entre los valores estimados en la planeación del proyectos y los obtenidos en el desarrollo.

En Colombia 51 empresas han adoptado el modelo CMMI-DEV y 18 de esas empresas han recibido apoyo económico para realizar el proceso de valoración oficial SCAMPI.

Las 51 empresas fueron encuestadas, de las cuales solo 13 respondieron las preguntas. Las encuestas demostraron que las empresas colombianas con mejor desempeño en la estimación de sus proyectos son aquellas que hacen una combinación de prácticas y métodos de estimación.

Conclusiones

- Es importante enfocar los esfuerzos a fortalecer la base de datos sobre antecedentes de proyectos terminados, para luego integrar con modelos estadísticos de predicción que permitan una mayor precisión en las estimaciones.

- Priorizar el proceso de estimación en la planeación de los proyectos.
- Capacitar y entrenar a los directores de proyecto en técnicas de estimación.
- Dar mayor participación en la estimación a las personas responsables de la tarea.
- El uso intensivo del método de juicio de experto y el bajo uso de métodos de tipo paramétrico.
- Las empresas reconocen que aún se tienen muchos aspectos por mejorar en cuanto a la estimación. Las PYMES con mejor desempeño en la estimación de sus proyectos son aquellas que presentan madurez más alta y hacen una combinación de prácticas y métodos de estimación.

2.3 CASO TRES

CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE DESARROLLO DE SOFTWARE EN COLOMBIA: UNA MIRADA DESDE LAS PYMES PRODUCTORAS [12]

Colombia aún no formaliza su modelo propio para la construcción de software, pero ha logrado avances significativos a través de apuestas como COMPETISOFT, PRATI, entre otros.

El desarrollo de software en Colombia presenta muchas falencias, al no contar con un modelo explícito para la construcción de software, se formula un modelo propio basado en los modelos existentes disminuyendo las falencias encontradas.

Para establecer si el proceso de desarrollo de software que se hace en Colombia es de calidad o no, fue necesario desarrollar una encuesta, basada en la norma ISO/IEC 9126 (Norma para la calidad del producto software emitida por la IEEE.), de esta se sacaron las preguntas para realizar encuestas.

Las empresas escogidas para diligenciar dicha encuestas son las adscritas a la base de datos de FEDESOFTE (Federación Colombiana de la industria del Software y Tecnologías Relacionadas), estas encuestas se realizan de manera personal, por teléfono y por medio de la plataforma SurveyMonkey.com.

Resultados obtenidos

- Las empresas en un 84.5% consideran la ingeniería de software como una disciplina de trabajo y tienen designado por lo menos la mitad de sus empleados en estas prácticas.
- El 82% de la industria de software implementa una metodología para desarrollar cada proyecto.

- 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 y Programación Extrema (XP).
- La gestión de riesgo y gestión de la documentación son muy importantes. La primera es muy importante porque se ha observado que el éxito de los proyectos radica en un adecuado seguimiento y control de los mismos. La segunda la adecuada documentación desde el comienzo de las actividades (duración, elementos a entregar, restricciones, etc.) son fundamentales para asegurar el adecuado desarrollo del software.
- Las empresa de software en Colombia clasificaron bien a las características propuesta en la encuesta, esto quiere decir que Colombia se encuentra en la transición entre el nivel 2 y 3 en la escala de madurez de CMMI. Las del nivel 2 referentes a la administración, seguimiento y control de las tareas, las cuales son evaluadas según la descripción del proceso. Las del nivel 3 son referentes a las tareas 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.

2.4 CASO CUARTO

DIAGNÓSTICO DE LA MADUREZ DE LOS PROCESOS EN EMPRESAS MEDIANAS COLOMBIANAS [11]

Se estudian un grupo de empresas medianas colombianas para determinar su estado respecto al grado de estandarización, el mejoramiento de los procesos y el uso de metodologías, medios y herramientas que se aplican e implementan para tal fin. Basados en el proceso de madurez CMM, Actualmente la aplicación de este modelo no sólo se limita a empresas de desarrollo de *software*, sino también a empresas de diversos sectores, como son la manufactura y los servicios, dicho proceso de evaluación se diseñó en una encuesta que fue aplicada a los gerentes de 61 empresas medianas colombianas distribuidas en las ciudades de Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla y Cartagena. El resultado de esta encuesta arrojó que dichas empresas no están cumpliendo con los niveles de estandarización.

Para realizar el estudio se seleccionaron 61 empresas medianas que cumplieran con el requisito fundamental de acuerdo con la ley 905 de 2004, la cual establece como mediana compañía aquella con una planta de personal entre 51 y 200 trabajadores y activos totales por un valor entre 5.001 y 30.000 salarios mínimos mensuales legales vigentes.

De las empresas encuestadas, un 57% corresponde al sector manufacturero, distribuido en sectores como alimentos, calzado, industria química, farmacéutico, eléctrico, ganadería, artes gráficas, entre otros. El 23% corresponde a empresas comerciales de los sectores como el textil, floricultor, telecomunicaciones, auto-

motor, entre otros. El 20% restante corresponde a empresas de servicios, distribuidas en sectores como logística, inversiones, construcción, desarrollo de software, educativo, cooperativas, entre otros.

Geográficamente, las empresas que participaron en el estudio se distribuyen en un 69% en la ciudad de Bogotá, 11% en Medellín, 10% en Cali, 8% en Barranquilla y 2% en Cartagena.

Conclusiones y resultados

- Los resultados evidencian un bajo grado de madurez de los procesos en el grupo de empresas medianas encuestadas. Esto implica que están documentados y caracterizados, pero en muy pocos casos se llega al entendimiento cuantitativo del proceso a través de indicadores.
- Los procesos en los cuales se llega a un nivel cuantitativamente manejado y optimizado se consideran críticos, principalmente, como los procesos de ventas y los de producción/operaciones, en estos se encontró una relación directa entre aplicación de mejoramiento de procesos y grado de madurez, evidenciado por el número de empresas que señaló aplicar el mejoramiento de los procesos.
- Los principales objetivos para implantar el mejoramiento y el rediseño son el de obtener mayor calidad y un mejor servicio al cliente; sin embargo, la mayor parte de las empresas no busca reducir costos o rediseñar los procesos para implantar las tecnologías informáticas y utilizar herramientas como internet para mejorar la comunicación con clientes y proveedores, esto se relaciona con el grado de madurez alcanzado, dado que todavía las empresas enfocan sus esfuerzos en mejorar calidad y servicio y no consideran en su gran mayoría, la aplicación de herramientas de tecnología.
- Las herramientas utilizadas para el mejoramiento son principalmente las asociadas al aseguramiento de calidad, como son los diagramas de Pareto, causa-efecto y control estadístico.
- Se evidenció poca o ninguna aplicación de metodologías como seis sigma o BPM, a pesar de que el 30% de las empresas de manufactura encuestadas señaló haber usado manufactura esbelta.
- Únicamente el 7% de las empresas encuestadas señaló tener un proceso de investigación y desarrollo formal, lo que influye directamente en la baja capacidad de innovación de este tipo de empresas a través de nuevos productos, servicios o procesos.
- Estos procesos de investigación y desarrollo son vitales para garantizar la viabilidad futura de la empresa. Por ello es importante destinar recursos para que se puedan implantar formalmente.

- Para que las pymes colombianas puedan alcanzar mayores grados de madurez en sus procesos es necesario implantar un enfoque por procesos, donde la medición y el mejoramiento continuo tengan la mayor prioridad.
- Una vez se alcancen la calidad y el servicio adecuados en las pymes, estas deben utilizar metodologías y herramientas para reducir costos y ser más eficientes, como es el rediseño de procesos, la tecnología informática y el internet.
- Esto va a contribuir al mejoramiento de la productividad de este grupo de empresas y las va a preparar para competir en la globalización.

2.5 CASO QUINTO

ESTADO DEL ARTE QUE SOPORTA EL PROCESO DE DESARROLLO DE SOFTWARE EN LAS PYMES COLOMBIANAS: UNA MIRADA DESDE LAS ORGANIZACIONES NACIONALES QUE TIENEN QUE VER CON LA DISCIPLINA

[10]

La aplicación de métodos y técnicas es necesaria para mantener un software de la mejor calidad y que resuelva problemas de todo tipo. En Colombia se han utilizado técnicas extranjeras que no cumplen con las necesidades ya que han sido pensadas para otro tipo de ambiente, por tal motivo las PYMES reclaman una propuesta propia para cumplir con tal fin.

Según el libro “Desafíos y Oportunidades de la Industria del Software en América Latina” resultado de investigaciones realizadas en seis países – Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México y Uruguay – La industria de software en Colombia se encuentra bastante desarticulada.

La industria de software en Colombia está dominada por microempresas y pequeñas empresas que se dedican especialmente al desarrollo de software a medida, TI. Según lo expresado en el estudio “Colombia: Desafíos de una Industria en Formación” hasta el año 2009 habían 130 empresas con certificación ISO 9000, una empresa con certificación CMMI nivel 5 y otras cinco estaban en proceso de obtener esta certificación.

Conclusiones

- Poco a poco, Colombia se ha convertido en un país reconocido en el tema de desarrollo de software. Si bien, son escasas las organizaciones que logran reconocimiento nacional e internacional, cabe destacar casos como PSL de Medellín, que fue la primera en Iberoamérica en lograr la certificación CMMI nivel 5 otorgada por el SEI.

- Entre otros elementos, condiciones de organización y seguimiento de metodologías que fueron formuladas por entidades internacionales, llevan a las empresas nacionales a este reconocimiento. Sin embargo, según datos entregados por FEDESOFTE (FEDESOFTE, 2009), de más de 6000 afiliados, alrededor de 250 de ellos productores de software, solo cuatro a nivel nacional logran un tipo de certificación a este nivel.
- En la exploración nacional es difícil evidenciar algún modelo, metodología o guía que permita a los fabricantes de software, y en particular a las PYMES colombianas, aplicar un estándar de manera sistematizada, lo que obstaculiza a las organizaciones el cumplimiento de normas de calidad en el proceso y por consiguiente en el producto; se deduce que lo anterior ha sido factor clave para la falta de competitividad en el mercado internacional, es por este motivo, que en Colombia se hace necesario fomentar cada vez más una cultura investigativa, que permita a sus desarrolladores conocer las tendencias existentes en ingeniería del software y a su vez facilite la generación de una propuesta marco para el país, que garantice la creación de productos de calidad.
- Se recomienda tomar como punto de referencia las experiencias desarrolladas en países de América Latina como México y Brasil los cuales, según muestra el estudio, son los que llevan más tiempo trabajando alrededor del objeto investigado.
- Se sugiere que a la hora de llevar a cabo dichos proyectos, se tengan en cuenta las necesidades propias del entorno, sin desconocer las carencias existentes en el ámbito internacional.
- En la misma ruta, FEDESOFTE en alianza con el SENA y algunas organizaciones interesadas en impactar la calidad del software, están generando una estrategia que busca implementar PSP y TSP del SEI como modelo de desarrollo de software para las PYMES.
- Los resultados de estas apuestas podrán convertirse en motivo de reflexión y contraste Entre Ciencia e Ingeniería frente a lo expuesto en este artículo a manera de hipótesis: “se mejoraría la calidad del software, si se logra una propuesta de desarrollo propia que respete las metodologías internacionales, pero también la idiosincrasia cultural”

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Es importante que las empresas de desarrollo de software que no tengan implementado ningún estándar en sus procesos de producción o de gestión, acojan un modelo que se ajuste al escenario y condiciones en las que la empresa se encuentra.

2. La adopción de un modelo estándar como el CMMI-DEV y su recopilación de buenas prácticas contribuyen a la mitigación y control de riesgos, esto por medio de herramientas que facilitan el correcto seguimiento de las actividades que se llevan a cabo en los proyectos.
3. Toda empresa productora software debe disponer de esfuerzos para la documentación tanto de sus procesos como de los proyectos realizados, esto permite alcanzar un mayor grado de madurez independiente de si acoge o no el modelo CMMI-DEV.
4. Antes de decidir implementar un modelo estándar como el CMMI-DEV es importante conocer sus características fundamentales y verificar si responde a las necesidades y falencias de la empresa.
5. Las empresas pequeñas con pocos recursos que consideren implementar este estándar internacional, deben trabajar en la adaptación del modelo y adecuarla a la estructura organizacional de la empresa, esta es la mejor forma de acoger el CMMI-DEV ya que este es un modelo robusto que requiere grandes esfuerzos y costos para establecer una adecuada infraestructura.
6. A pesar de la poca adopción de modelos internacionales como el CMMI-DEV en las empresas Colombianas de desarrollo de software y en especial las pequeñas con recursos limitados, el sector ha tenido un crecimiento significativo en la economía del país en los últimos años, es por ellos que en Colombia debemos trabajar en la creación de un modelo que responda a las necesidades de nuestras empresas, así como lo han trabajado países como Brasil y México que han creado sus propios modelos estándar.
7. El crecimiento de una empresa es directamente proporcional a su capacidad competitiva no solo local si no también internacional, de ahí la importancia de implementar y acoger estándares internacionales, pero además adquirir las certificaciones puede ser llegar a ser una herramienta importante para introducirse en estos mercados, ya que las entidades contratantes cada día están exigiendo productos y servicios de mayor calidad.
8. Otro camino que pueden seguir las empresas pequeñas con recursos limitados es mezclar modelos robustos como el CMMI-DEV con metodologías para la gestión de proyectos ágiles como SCRUM o Programación Extrema (XP), ya que esto puede ser mucho más fácil de adoptar y además se obtienen resultados más rápidos.
9. Las empresas Colombianas que han acogido el modelo estándar CMMI-DEV han evolucionado en la calidad de sus productos y servicios, en especial la que han conseguido un mayor grado de madurez, estas ya cuentan con un reconocimiento y posicionamiento en el mercado internacional, como lo es el caso de PSL de Medellín.
10. La adopción del CMMI-DEV podría contribuir a la mejora de las insuficiencias en las que incurren las pequeñas empresas colombianas desarrolladoras de software, siempre y cuando se adopte el modelo y sus características a las necesidades identificadas, en lugar implementarlo como una medida de mejora y no justificada.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Team, C. P. (2010). CMMI for Development Version 1.3 (CMMI-DEV, V. 1.3) CMU. SEI-2010-TR-033, SEI Carnegie-Mellon University.
- [2] Pons, C., & Esterkin, V. (2012). Análisis y Evaluación del MDD (Model Driven software Development) desde la Perspectiva del Nivel 2 del CMMI-DEV 1.3. In XVIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación.
- [3] Palacios, H., & Porcell, N. (2012). Diffculties when implementing the CMMI organizational model. *Revista EAN*, (72), 110–127.
- [4] Paternina Palacio, K., & Ribón, D. (2011). Calidad de software:“aplicación en las industrias desarrolladoras de Colombia”. *INGENIATOR*, 2(2).
- [5] Ardila, C. A., & Pino, F. J. (2013). Panorama de gestión cuantitativa de procesos de desarrollo de software en pequeñas organizaciones. *Sistema y Telemática*.
- [6] Díaz, F., Rodríguez, G., Valencia, A., Saldaña, H., & González, M. Implementación del modelo CMMI para la creación de fábrica de software de la UTSJR. *De Cuerpos Académicos*, 140.
- [7] Arboleda, H., Paz, A., & Casallas, R. (2013). Metodología para implantar el Modelo Integrado de Capacidad de Madurez en grupos pequeños y emergentes. *Estudios Gerenciales*, 29(127), 177-188.
- [8] Blanco, K. R., Batista, A. S., Montalván, D. P., Agüero, D. N., Estrada, A. F., Martínez, R. D., & Roja, M. M. (2011). Experiencias del programa de mejora de procesos en la Universidad de las Ciencias Informáticas. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 5(2).
- [9] Páez, I. D., Anaya, R., & Travassos, G. H. Estado actual de la estimación de software en compañías colombianas que han adoptado CMMI.
- [10] Valencia, Luis Eduardo Peláez, Lorena Cardona Benjumea, and Alonso Toro Lazo. "ESTADO DEL ARTE QUE SOPORTA EL PROCESO DE DESARROLLO DE SOFTWARE EN LAS PYMES COLOMBIANAS: UNA MIRADA DESDE LAS ORGANIZACIONES NACIONALES QUE TIENEN QUE VER CON LA DISCIPLINA." *REVISTA ENTRE CIENCIA E INGENIERÍA* 10 (2012).
- [11] Aguirre Mayorga, Hugo Santiago, and Nazly Bibiana Córdoba Pinzón. "Diagnóstico de la madurez de los procesos en empresas medianas colombianas." *Ingeniería y Universidad* 12.2 (2010).

[12] Valencia, Luis Eduardo Peláez. "CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE DESARROLLO DE SOFTWARE EN COLOMBIA: UNA MIRADA DESDE LAS PYMES PRODUCTORAS." REVISTA PÁGINAS 92 (2012).