

Tipo de artículo: Artículo original
Temática: Ingeniería y gestión de software.
Recibido: 22/01/2018 | Aceptado: 04/07/2018

La mejora de procesos organizacionales para proyectos de desarrollo de software.

The improvement of organizational processes for software development projects.

Ing. Ismaray Socarras Ramírez*, Dra. Yaimí Trujillo Casañola, MSc. Roexcy Vega Prieto

Universidad de las Ciencias Informáticas. Km 2½ carretera San Antonio de los Baños, La Habana, Cuba. {[isocarras](mailto:isocarras@uci.cu), [yaimi_rprieto](mailto:yaimi_rprieto@uci.cu)}@uci.cu

*Autor para correspondencia: isocarras@uci.cu

Resumen

El desarrollo del software es una actividad que tiene impacto en todos los ámbitos de la sociedad, la calidad del software es un factor importante para la aplicación y puesta en marcha de los productos y su inserción en la práctica. La mejora de procesos de software se centra en mejorar la madurez del proceso y como consecuencia, la calidad del producto, permite tener procesos institucionalizados y mejorados continuamente. La mejora continua abarca la planificación, implementación y despliegue de las oportunidades de mejoras, basadas en una comprensión completa de las fortalezas y debilidades actuales de los procesos. En el presente trabajo se reflejan las dificultades que presentan las organizaciones para asegurar que los esfuerzos de mejora continua en toda la organización se gestionen e implementen adecuadamente. Se describe el proceso de mejora de procesos organizacionales en el desarrollo del software obtenido a partir del análisis del Modelo de Capacidad y Madurez Integrado, el Modelo de Mejora de Procesos Brasileños (MPS.Br) y la experiencia de expertos de la Universidad de las Ciencias Informáticas. La propuesta contiene un conjunto de políticas, roles, subprocesos, actividades, artefactos, listas de verificación e indicadores que en su conjunto permiten la descripción del proceso para su institucionalización. La implementación del proceso facilita la mejora continua de las buenas prácticas a partir de las oportunidades identificadas a los procesos existentes, obtiene de los expertos y de los evaluadores criterios positivos de su aplicabilidad.

Palabras clave: mejora, oportunidades, organización, procesos, software.

Abstract

Software development is an activity that has an impact on all areas of society and software quality is an important factor for the application and implementation of products and their practical use. The improvement of software processes is focused on improving process maturity and, as a consequence, product quality, allowing for institutionalized and continuously improved processes. Continuous improvement involves planning, implementation and deployment of improvement opportunities, based on a comprehensive understanding of the current strengths and weaknesses of the processes. This paper refers to the difficulties organizations face in ensuring that continuous improvement efforts throughout the organization are properly managed and implemented. It describes organizational process improvement in the development of the software obtained from the analysis of the Integrated Capability and Maturity Model, the Brazilian Process Improvement Model (MPS.Br) as well as the experience of experts from the University of Informatics Sciences. The proposal contains a set of policies, roles, sub-processes, activities, artifacts, checklists and indicators that describe the process for its institutionalization. The implementation of the process facilitates the continuous improvement of good practices based on the opportunities identified in the existing processes. It obtained positive criteria for its applicability from experts and evaluators.

Keywords: *improvement, opportunities, organization, processes, software.*

Introducción

El avance de las Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones (TICs) han impulsado el uso de los productos informáticos en todas las esferas de la sociedad. El uso acelerado y masivo de estos exige de los productores desarrollos más seguros, usables, adaptables y que evolucionen continuamente de acuerdo a su aplicación. Las organizaciones para mantenerse en el mercado deben ser cada vez más competitivas y necesitan lograr satisfacer las expectativas de sus clientes, quienes demandan elevados niveles de calidad. Sin embargo, los datos publicados *Standish Group* reflejan que la producción de software demanda mejoras en la institucionalización de las prácticas de ingeniería y gestión de software. (ZAPATA, 2018; GONZÁLES, 2017; Marín, 2018; Group, 2015)

Una de las vías para la institucionalización de las buenas prácticas de ingeniería y gestión de software de manera sistemática, disciplinada y cuantificable, teniendo como centro el proceso y como base un enfoque de calidad es la Mejora de procesos de Software (MPS) (Pressman, 2010). Según Clarke (2010), Dyba (2005) y Pino, la MPS es un proceso sistémico, con independencia del enfoque adoptado, requiere de cierto tiempo, recursos, medidas y las

iteraciones para su aplicación efectiva y exitosa. Su objetivo es mejorar el rendimiento del proceso de desarrollo de software, a partir de desarrollar acciones que se manifiestan en modificaciones en este (Trujillo, 2014).

La MPS abarca la planificación, implementación y despliegue de las mejoras de procesos en toda la organización (CMMI, 2010). Existen diferentes guías, modelos y normas que permiten conducir las mejoras, dentro de los cuales se destaca: CMMI (del inglés *Capability Maturity Model Integration*) (CMMI, 2010). Esta propuesta propone buenas prácticas para elevar la calidad de los productos de software mediante la institucionalización y mejora continua de los procesos. Estas buenas prácticas son importantes para saber "lo que se debe hacer", pero no suficiente para describir el "cómo se puede hacer" mediante un proceso organizacional (CMMI, 2010; ISO, 2015)

En la literatura consultada sobre MPS se encuentran experiencias regionales como la brasileña MPS. Brasil (Boas, 2010; Santos, 2012) y la mexicana MoProSoft (Naupac, 2010; García-Mireles, 2009). Ambos modelos permiten la mejora y evaluación del proceso de desarrollo de software para las micro, pequeñas y medianas empresas de la industria y se sustentan en las normas internacionales ISO/IEC 15504: 2008 y CMMI (Mesquida, 2012; Ragaisis, 2010; Peldzius, 2011). Como parte de las experiencias documentadas los participantes en la implantación han descritos en guías las principales tareas a llevar a cabo durante la mejora de procesos, las cuáles se agrupan en: la definición del alcance y la planificación, análisis de las debilidades de los procesos, la mejora de los procesos y la evaluación. Al respecto *Watts Humphrey* plantea que, aunque los modelos, las normas y las guías describen muchas prácticas no contienen todo, de ahí que, se pueden adaptar y mejorar continuamente los procesos en las organizaciones de acuerdo a su experiencia y sus objetivos de negocio (Humphrey, 2010).

Estudios de casos documentados de la MPS indican las mejoras más significativas en la calidad del producto (Sulayman, 2012; Dounos, P. and G. Bohoris, 2010), la productividad (Valtierra, 2013), la reducción de los costos, (Valtierra, 2013) el tiempo de desarrollo (Boas, 2013) y la competitividad (Valtierra, 2013). En estos casos se reflejan las dificultades que presentan las organizaciones para asegurar los esfuerzos de mejora continua y que los directivos desean orientación sobre "cómo se puede hacer" la mejora que proponen los modelos, normas y guías. Esto implica la necesidad de contar en las organizaciones con un proceso para garantizar el tratamiento a las oportunidades mejoras y el despliegue de estas en la organización.

Para la investigación se asume que un proceso es el conjunto de actividades mutuamente relacionadas que siguiendo políticas establecidas utilizan las entradas para proporcionar un resultado previsto (CMMI, 2010), para lo cual se definen roles, artefactos y actividades, se involucran recursos, se apoya en herramientas y es evaluado mediante listas de verificación e indicadores. Los autores de la investigación formalizan "cómo se puede hacer" la mejora continua de

los procesos, teniendo en cuenta el Modelo CMMI, la Guía de MPS.Br y la experiencia de expertos de la UCI en la mejora de procesos, a través de un proceso (Puello, 2003).

Métodos

En la investigación primeramente se utilizó el análisis y la síntesis para el análisis los modelos internacionales: CMMI y MPS. Br y los estudios de casos, los cuales sustentan la investigación. En conjunto con esto se hizo uso de la inducción-deducción para llegar a los puntos de contacto de la investigación con los referentes teóricos. Los métodos de consulta de expertos como el método Delphi y la técnica de grupo focal permitieron explicitar el conocimiento de expertos y de miembros de la UCI, para incorporarlo a la propuesta, la que fue validada mediante una evaluación de procesos, se utilizó el método de evaluación estándar para la Mejora de Procesos CMMI SCAMPI B.

Proceso de mejora de procesos organizacionales

El proceso de mejora de procesos organizacionales se sustenta en las metas y prácticas específicas del área de proceso de Enfoque de Procesos Organizacionales y en las metas y prácticas genéricas del nivel 2 y 3 del modelo CMMI y en las tareas de las guías y atributos de procesos de MPS. Br. La política del proceso es: El propósito de la Mejora de Procesos Organizacionales es la mejora continua de los procesos organizacionales mediante la planificación, implementación y despliegue de las mejoras en toda la organización.

El proceso de mejoras organizacionales tiene como entradas fundamentales los objetivos de negocio y los resultados de la medición de procesos, las lecciones aprendidas en la implementación de procesos, los resultados de las evaluaciones de proceso, los resultados de las actividades de evaluación de productos y servicios, los resultados de las evaluaciones de satisfacción del cliente, los resultados de benchmarking frente a procesos de otras organizaciones, y las recomendaciones de otras mejoras en la organización. Cuenta de tres subprocesos: *determinar las necesidades de proceso de la organización*: en él se determinan los referentes para los procesos, los objetivos de rendimiento, las características, las necesidades y los objetivos de los procesos; *diagnosticar los procesos de la organización*: evaluar los procesos de la organización para identificar las oportunidades de mejora candidatas, las cuales son analizadas y priorizadas; *planear y ejecutar las acciones de mejora*: se centra en planear, ejecutar, desplegar y monitorear las acciones para resolver y cerrar las oportunidades de mejora, se define el alcance de la evaluación, así como los métodos y criterios que serán utilizados para planificar, programar y preparar la evaluación, luego se documentan y entregan los hallazgos de dicha evaluación. Como resultado de los procesos se obtienen: lista de oportunidades de mejora, criterios para la priorización y la lista de mejoras a ejecutar, plan de mejora de proceso y los hallazgos de la

evaluación. El proceso puede ser ejecutado anualmente o por evento, los eventos pueden ser: como resultado de modificar los objetivos del negocio, los requisitos legales y reguladores, nuevo proceso y como resultado de estudios de benchmarking.

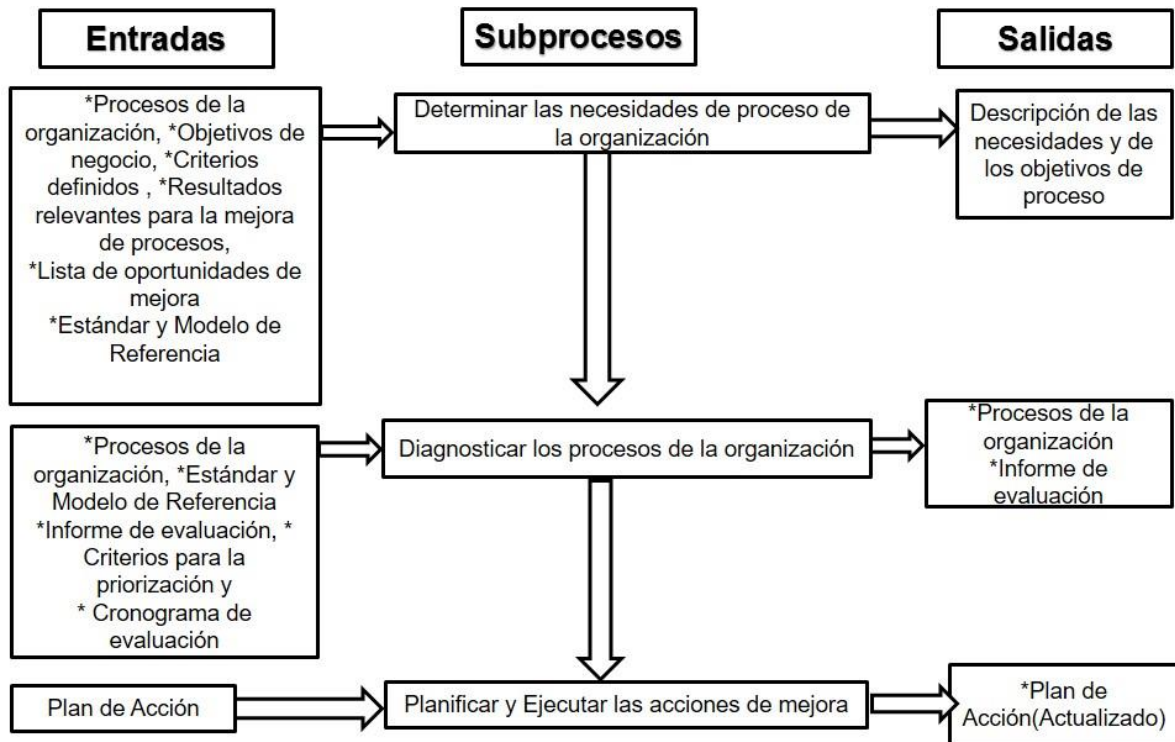


Figura 1: Proceso de mejora en procesos organizacionales

Para la aplicación del proceso es necesario que se cumplan las siguientes condiciones:

- Contar con la información de la organización que constituyen entrada al proceso.
- Contar con procesos organizacionales institucionalizados.
- Contar con un modelo de referencia.
- Contar con los directivos de la organización para la toma de decisiones.

Para realizar un proceso es necesario asignar los roles y comprometer a los miembros de la organización con sus responsabilidades, la cuales se deben tener bien delimitadas. Toda organización que desee ejecutar el proceso debe conformar los siguientes equipos de trabajo:

- Grupo de Dirección de la Mejora de Procesos: tiene como principal prioridad alinear el esfuerzo de la mejora con la visión y la misión de la organización y los objetivos de negocio. Proporcionar los recursos para la mejora de procesos. Se encarga de conformar los equipos de trabajo, aprobar las mejoras priorizadas, el plan de acción de mejora, las mejoras y el informe de resultados de la evaluación de los procesos. Da seguimiento a los resultados y dirige las acciones correctivas. Participa en el despliegue de los procesos. Facilita y gestiona las actividades de mejora de procesos de la organización, incluyendo la coordinación de la participación de otros, se asigna normalmente a un grupo de procesos.
- Grupo de ingeniería de procesos: se enfoca en lograr la armonía entre los procesos organizacionales y los estándares de la organización. Alinea el trabajo de los grupos de trabajo técnico a través de la capacitación y la participación en la descripción y documentación del proceso mejorado. Monitorea los resultados obtenidos comparado con los planes.
- Grupo de trabajo técnico: su responsabilidad es definir y mejorar los procesos a partir de las oportunidades de mejora, realiza la investigación de los problemas y genera soluciones. Verifica los cambios en proyectos pilotos. Desarrolla planes de implantación. Participa en el despliegue de los procesos.
- Equipo evaluador: se encarga de evaluar los procesos. Documentar y entregar las actividades y los hallazgos de la evaluación. Comunicar los hallazgos de la evaluación. Facilitar la comunicación con los equipos de trabajo para la evaluación. Planificar, programar y preparar la evaluación.

En todo proceso existen entradas y salidas, son los elementos del proceso que constituyen la evidencia de su ejecución. En la investigación se definen los artefactos que contienen la información necesaria para la mejora del proceso y puede ser utilizada en la toma de decisiones. A continuación, se especifican los artefactos de entrada y salida:

Entrada

- Los objetivos de negocio: constituyen una entrada fundamental, a partir de ella es que se puede analizar cuál oportunidad de mejora se hará primero o después.

- Resultados relevantes para la mejora de procesos: los resultados de la medición de procesos, las lecciones aprendidas en la implementación de procesos, los resultados de las evaluaciones de proceso, los resultados de las actividades de evaluación de productos y servicios, los resultados de las evaluaciones de satisfacción del cliente, los resultados de benchmarking frente a procesos de otras organizaciones, y las recomendaciones de otras mejoras en la organización
- Estándar y modelo de referencia: se deben analizar, según las características de la organización, los modelos, normas, estándares y guías internacionales que encapsulan buenas prácticas y seleccionar cual sería mejor aplicar.
- Procesos de la organización: son los procesos estándares de la organización.
- Lista de oportunidades de mejora: listados de las oportunidades de mejora identificadas, analizadas y priorizadas.

Salida

- Descripción de las necesidades y de los objetivos de proceso: recoge los modelos de referencia para los procesos y los objetivos de rendimientos de los procesos, así como su caracterización.
- Planes de acción: recoge todas las acciones relacionadas con el proceso de la mejora.
- Cronograma de evaluación: refleja cronológicamente las acciones para la evaluación.
- Informe de evaluación: describe los hallazgos de los procesos evaluados, se enuncian las oportunidades de mejora a ejecutar y los procesos involucrados para ejecutarlas.
- Criterios para la priorización: definición de los criterios para priorizar oportunidades, por ejemplo: esfuerzo, costo e impacto.

Para poder brindar a la dirección de una organización una visión objetiva de estado de las oportunidades de mejora, se hace necesario contar con un sistema de indicadores capaz de mostrar el progreso a partir del monitoreo, con los planes establecidos en la organización. El análisis de resultados históricos permitirá conocer el avance alcanzado, así como identificar los procesos con más oportunidades de mejora que apoyen las prioridades. Este sistema permite valorar la utilidad del proceso de mejora de procesos organizacionales.

Indicador#1:

Objetivo: determinar los procesos más críticos en función de los que tengan mayor cantidad de oportunidades de mejora.

Para ello se necesita:

- Conocer el impacto en alto, medio o bajo de las oportunidades de mejora por proceso.

Preguntas

- ¿Cuáles son los procesos críticos en cuanto a las oportunidades de mejora?
- ¿Cuáles son los procesos que deben ser mejorados a corto, mediano y largo plazo?

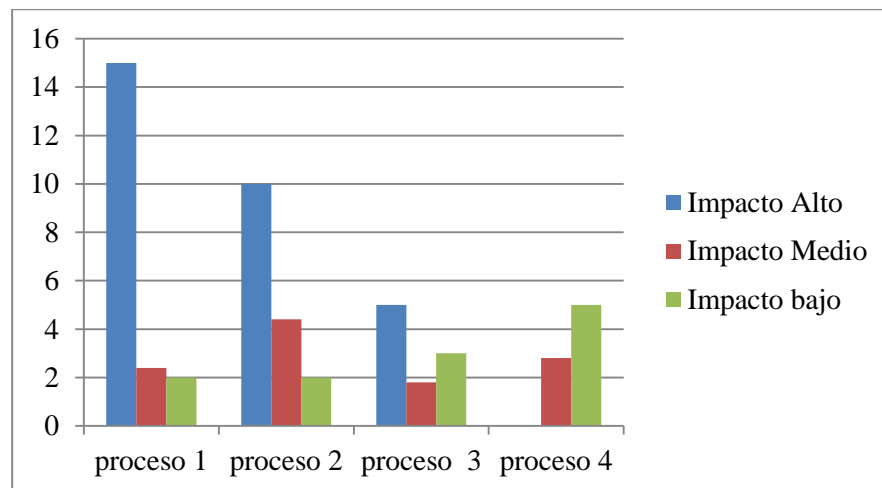


Figura 2: Indicador procesos más críticos.

Indicador#2:

Objetivo: conocer el avance en la resolución de las oportunidades de mejoras.

Para ello se necesita:

- Los estados de las oportunidades de mejora: identificadas, planificadas y priorizadas, en proceso, en piloto, cerradas.

Preguntas

- ¿Cuáles son los procesos de oportunidades de mejora identificadas?
- ¿Cuáles son los procesos de oportunidades de mejora planificadas y priorizadas?

- ¿Cuáles son los procesos de oportunidades de mejora en proceso?

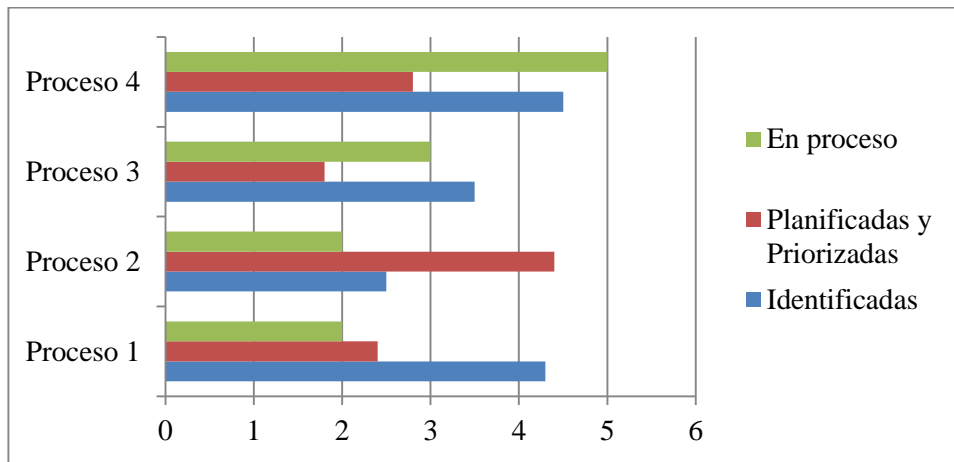


Figura 3: Indicador para reconocer el avance de las oportunidades de mejora.

Indicador#3:

Objetivo: evaluar el proceso mejoras en procesos organizacionales.

Para ello se necesita:

- Conocer cantidad de oportunidades de mejoras por cada año, según los estados, identificadas, en procesos y cerradas.

Preguntas

- ¿Cuál es la mayor cantidad de oportunidades de mejora identificadas?
- ¿Cuál es la mayor cantidad de oportunidades de mejora en proceso?
- ¿Cuál es la mayor cantidad de oportunidades de mejora cerradas?

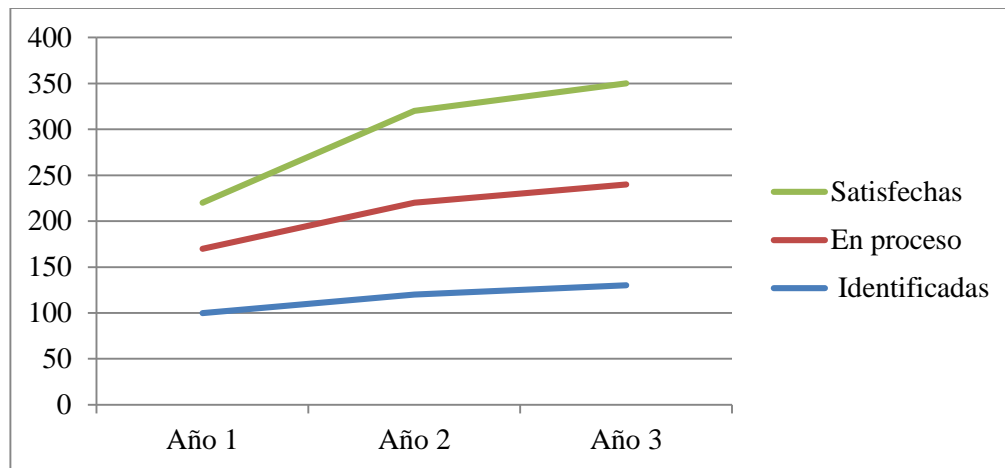


Figura 4: Indicador para evaluar el proceso de mejora.

Resultados

Para valorar la contribución del proceso en la solución del problema de investigación, se utilizó el método de criterio de expertos. En una primera etapa se utilizó la técnica de Grupo focal que permitió evaluar los elementos que componen la propuesta y finalizar con una encuesta que permite conocer la opinión de un grupo de expertos. Se comprueba la coherencia, comprensión, completitud, utilidad y pertinencia del proceso en correspondencia con todos sus componentes (actividades, roles y responsabilidades, productos de trabajo e indicadores). Para la selección de los expertos se tomaron en consideración los siguientes aspectos: título universitario, categoría científica, nivel de dominio sobre el tema y los años correspondientes de experiencia en la mejora de procesos organizacionales, así como sus publicaciones y participación de evento.

Para la técnica del Grupo focal se diseñó una guía de preguntas para conducir el debate y se complementó con una presentación del proceso donde pudieran subrayar, realizar anotaciones y aportes. Esta actividad propició el debate en base a las experiencias personales y al conocimiento que poseen los expertos sobre la temática analizada. A continuación, los criterios que permitieron refinar algunos elementos de la propuesta:

- ✓ Incorporar en la representación gráfica de los subprocesos, el estado por el que van transitando los productos de trabajo a medida que van sucediendo las actividades, de manera que puedan entender de forma visual lo que deben hacer al ejecutar la actividad.

Al culminar todas las sesiones de trabajo, de manera general, los integrantes del Grupo focal concordaron en lo siguiente:

- ✓ Amplias descripciones de los subprocesos.
- ✓ Claridad visual en la representación gráfica de los subprocesos.
- ✓ Amplias descripciones de las actividades de los subprocesos.
- ✓ Amplia representación gráfica de los productos de trabajo generados durante la ejecución de las actividades del proceso.
- ✓ Coherencia en la definición de los subprocesos, sus actividades y productos de trabajo.
- ✓ Diseño flexible de los subprocesos que permita adaptar las actividades a diferente contexto.

Para comprobar la aplicabilidad y efecto del proceso se realizó una evaluación al proceso con el objetivo de:

- ✓ Comprender las prácticas y el proceso actual implementado en la UCI.
- ✓ Identificar las principales fortalezas y debilidades del proceso.
- ✓ Identificar las áreas prioritarias a abordar en el programa de mejora de procesos.
- ✓ Determinar el grado de cumplimiento de las áreas de proceso evaluadas con respecto al modelo CMMI.

METAS	
V	SG1: Determinar las Oportunidades de la Mejora de Procesos
A	SG2: Planear e Implementar las Mejoras de Proceso
A	SG3: Distribuir Estratégicamente los Activos de Procesos de la Organización e Incorporar las
A	GG2: Institucionalizar un Proceso Administrado de OPF
A	GG3: Institucionalizar un Proceso Definido de OPF

AP	Metas	Prácticas										
OPF	SG 1	SP 1.1	SP 1.2	SP 1.3								
		F	F	F								
	SG 2	SP 2.1	SP 2.2									
		L	F									
	SG 3	SP 3.1	SP 3.2	SP 3.3	SP 3.4							
		L	F	L	L							
	GG 2	GP 2.1	GP 2.2	GP 2.3	GP 2.4	GP 2.5	GP 2.6	GP 2.7	GP 2.8	GP 2.9	GP 2.10	
		L	L	F	F	F	F	F	L	L	F	
	GG 3	GP 3.1	GP 3.2									
L		L										

Completamente Implementada	F
Ampliamente Implementada	L
Parcialmente Implementada	P
No Implementada	N

Figura 5: Representación de las prácticas de CMMI adoptado al proceso.

Conclusiones

- ✓ Los modelos internacionales analizados proponen, desde diferentes perspectivas, la inclusión de buenas prácticas para la mejora de procesos para garantizar la calidad de sus procesos y productos durante todo el ciclo de desarrollo del software, pero no especifican actividades, roles, artefactos e indicadores que facilitan su implementación a través de procesos.
- ✓ El proceso establece las políticas, las actividades, los roles involucrados y sus responsabilidades, artefactos e indicadores para su institucionalización en las organizaciones.
- ✓ El grupo focal y la evaluación permitió recibir criterios positivos de expertos y evaluadores y mejorar la descripción del proceso.
- ✓ Estos resultados reafirman la necesidad de establecer en las organizaciones un proceso para tratar las oportunidades de mejora y crear las bases para impulsar la mejora de proceso de software.

Referencias

ZAPATA YÁNEZ, Tania Lorena. *Inversión en aplicaciones y dispositivos relacionados con las tecnologías de información y comunicación (TIC). Perspectiva gerencial de las empresas del sector industrial, provincia de Cotopaxi para el período, 2014-2016.* 2018. Tesis de Licenciatura. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga. Carrera de Ingeniería en Finanzas y Auditoría.

GONZÁLES VELÁSQUEZ, Claudia Fiorella; PACHECO MONTESINOS, Fanny María. Políticas públicas de tecnologías de la información y comunicación para la internacionalización de las empresas peruanas de software: estudio de caso del período 2003-2013. 2017.

Aymara Marín Díaz, Y.T. (2018). Marco de Trabajo para gestionar actividades de calidad. Revista Cubana de Ciencias Informáticas.

Standish Group. (2015). Chaos Report. 2016, About The Standish Group. From <http://www.standishgroup.com/about> Clarke, P. and R. O'Connor, Harnessing ISO/IEC 12207 to examine the extent of SPI activity in an organisation, in Systems, Software and Services Process Improvement. 2010, Springer. p. 25-36. ISBN 3642156657.

Clarke, P. and R. O'Connor, Harnessing ISO/IEC 12207 to examine the extent of SPI activity in an organisation, in Systems, Software and Services Process Improvement. 2010, Springer. p. 25-36. ISBN 3642156657.

Dyba, T., An Empirical Investigation of the Key Factors for Success in Software Process Improvement. IEEE Trans. Softw. Eng., 2005. Vol. 31, núm. 5, p. 410-424. ISSN 0098-5589.

Trujillo Casañola, Y., A. Febles Estrada, and G. León Rodríguez, Modelo para valorar las organizaciones al iniciar la mejora de procesos de software. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 2014. Vol. 22, núm. 3, p. 412-420. ISSN 0718-3305.

CMMI.: Colectivo de autores de. CMMI-DEV V1.3, Madrid, 2010.

ISO 9001: 2015: Sistema de Gestión de la Calidad. Requisitos.

Boas, G.V., A.R.C. da Rocha, and M. Pecegueiro do Amaral. An Approach to Implement Software Process Improvement in Small and Mid-Sized Organizations. Actas del Proceedings of the 2010 Seventh International Conference on the Quality of Information and Communications Technology. Celebrado en Porto (2010), IEEE Xplore Digital Library. p. 447 - 452 ISBN 9781424485390.

Santos, G., et al. MPS.BR Program and MPS Model: Main Results, Benefits and Beneficiaries of Software Process Improvement in Brazil. Actas del Eighth International Conference on the Quality of Information and Communications Technology. Celebrado en Lisbon, Portugal (2012), IEEE Computer Society. p. 137-142. ISBN 9781467323451.

Santos, G., et al. MPS.BR: A Tale of Software Process Improvement and Performance Results in the Brazilian Software Industry. Actas del Proceedings of the 2010 Seventh International Conference on the Quality of Information and Communications Technology. Celebrado en Porto (2010), IEEE Xplore Digital Library. p. 412-417. ISBN 9781424485390.

Naupac, V., R. Arisaca, and A. Dávila. Software process improvement and certification of a small company using the NTP 291 100 (moprosoft). Actas del Proceedings of the 13th international conference on Product-Focused Software Process Improvement. Celebrado en Madrid, España (2012), Springer-Verlag. p. 32-43. ISBN 978-3-642-31062-1.

García-Mireles, G.A. and I. Rodríguez-Castillo. Software Engineering Area Curricular Evaluation Method Based in MoProSoft. Actas del Proceedings of the 2009 Mexican International Conference on Computer Science. Celebrado en México City, México (2009), IEEE Computer Society. p. 272279. ISBN 978-0-7695-3882-2.

Oktaba, H., et al., Modelo de Procesos para la Industria de Software MoProSoft. 2005.

Mesquida, A.L., et al., IT Service Management Process Improvement based on ISO/IEC 15504: A systematic review. Inf. Softw. Technol., 2012. Vol 54, núm 3, p. 239-247. ISSN 0950-5849.

Ragaisis, S., S. Peldzius, and J. Simenas. Mapping CMMI-DEV maturity levels to ISO/IEC 15504 capability profiles. Actas del Proceedings of the 9th WSEAS international conference on Telecommunications and informatics. Celebrado en Catania, Italia (2010), World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS). p. 13-18. ISBN 978-954-92600-2-1

Peldzius, S. and S. Ragaisis. Comparison of maturity levels in CMMI-DEV and ISO/IEC 15504. Actas del Proceedings of the 2011 American conference on applied mathematics and the 5th WSEAS international conference on Computer engineering and applications. Celebrado en Puerto Morelos, Mexico (2011), World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS). p. 117-122. ISBN 978-960-474-270-7

Sulayman, M., et al., Software process improvement success factors for small and medium Web companies: A qualitative study. Information and Software Technology, 2012. Vol 54, núm 5, p. 479500. ISSN 0950-5849.

Dounos, P. and G. Bohoris. Factors for the Design of CMMI-Based Software Process Improvement Initiatives. Actas del Proceedings of the 2010 14th Panhellenic Conference on Informatics. Celebrado en Tripoli, Greece (2010), IEEE Computer Society. p. 43-47. ISBN 9781424478385.

Valtierra, C., M. Muñoz, and J. Mejia. Characterization of Software Processes Improvement Needs in SMEs. Actas del Proceedings of the 2013 International Conference on Mechatronics, Electronics and Automotive Engineering. Celebrado en Cuernavaca, Morelos, México (2013), IEEE Computer Society. p. 223-228. ISBN 9781479922543

Mesquida, A.L., et al., IT Service Management Process Improvement based on ISO/IEC 15504: A systematic review. Inf. Softw. Technol., 2012. Vol. 54, núm 3, p. 239-247. ISSN 0950-5849.

Allison, I. Organizational Factors Shaping Software Process Improvement in Small-Medium Sized Software Teams: A Multi-Case Analysis. Actas del Proceedings of the 2010 Seventh International Conference on the Quality of Information and Communications Technology. Celebrado en Porto (2010), IEEE Xplore Digital Library. p. 418-423. ISBN 9781424485390.

Babar, M.A. and H. Zhang. Systematic literature reviews in software engineering: Preliminary results from interviews with researchers. Actas del Proceedings of the 2009 3rd International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement. Celebrado en Lake Buena Vista, Florida, USA (2009), IEEE Computer Society. p. 346-355. ISBN 1424448425.

Valtierra, C., M. Muñoz, and J. Mejia. Characterization of Software Processes Improvement Needs in SMEs. Actas del Proceedings of the 2013 International Conference on Mechatronics, Electronics and Automotive

Engineering. Celebrado en Cuernavaca, Morelos, México (2013), IEEE Computer Society. p. 223-228. ISBN 9781479922543.

Habib, Z. The Critical Success Factors in implementation of Software Process Improvement Efforts: CSFs, Motivators & Obstacles, Tesis de maestría, Tutor F. Agahi, desarrollada en Department of Applied Information Technology, 2009, Universidad de Goteborg y Universidad Tecnológica de Chalmers: Gotemburgo. p. 73.

Boas, G.V., A.R.C. da Rocha, and M. Pecegueiro do Amaral. An Approach to Implement Software Process Improvement in Small and Mid-Sized Organizations. Actas del Proceedings of the 2010 Seventh International Conference on the Quality of Information and Communications Technology. Celebrado en Porto (2010), IEEE Xplore Digital Library. p. 447 - 452 ISBN 9781424485390.

al-Tarawneh, M.Y., M.S. Abdullah, and A.B.M. Ali, A proposed methodology for establishing software process development improvement for small software development firms. Procedia Computer Science, 2011. Vol. 3, p. 893-897. ISSN 1877-0509.

Santos, G., et al. MPS.BR Program and MPS Model: Main Results, Benefits and Beneficiaries of Software Process Improvement in Brazil. Actas del Eighth International Conference on the Quality of Information and Communications Technology. Celebrado en Lisbon, Portugal (2012), IEEE Computer Society. p. 137-142. ISBN 9781467323451

Pressman, Roger S. 2010. Ingeniería del Software un enfoque práctico, Séptima edición. 2010.

Humphrey, W.S., A Discipline for Software Engineering. 1995: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc. p. 816. ISBN 0201546108.

Puello, O. (2013). "Model verification and validation based on CMMI." Investig.innov.ing 1 Nro 1: 21-27.