

Indicadores para valorar una organización al iniciar la mejora de proceso de software

Yaimí Trujillo Casañola

Universidad de Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba, yaimi@uci.cu

Ailyn Febles Estrada

Universidad de Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba, ailyn@uci.cu

Giraldo León Rodríguez

Ministerio de Educación Superior, Vedado, La Habana, Cuba, giraldo@reduniv.edu.cu

Yadainy Betancourt Rodríguez

Empresa de Tecnologías de la Información para la Defensa, La Habana, Cuba, yadainy@uci.cu

Yixi Sanchez Osorio

Centro Nacional de Calidad de Software (Calisoft), La Habana, Cuba, ysosorio@uci.cu

ABSTRACT

It is useful to begin to diagnose the software process improvement. Diagnosis is a process step that includes evaluation of the organization in order to analyze and define how to improve software development practices in an organization. The techniques used in this area focus on identifying the state of the process and not the state of the organization and fully appreciate the conditions for starting the initiative, which represent a starting point that will determine the outcome. This proposal addresses this deficiency by making use of indicators, which can detect the strengths and weaknesses to undertake change and facilitates the analysis of risk. Finally we present the application of the proposed indicators in a software development center and analyzed the results.

Keywords: improvement, process, software

RESUMEN

Resulta muy útil realizar un diagnóstico al iniciar la mejora de procesos de software. El diagnóstico es una fase del proceso que incluye la evaluación de la organización con el objetivo analizar y definir cómo mejorar las prácticas del desarrollo software de una organización. Las técnicas aplicadas en esta área se centran en identificar el estado de los procesos y no el estado de la organización integralmente y valorar las condiciones para iniciar la iniciativa, el cual representan un punto de partida que condicionará el resultado final. Esta propuesta resuelve esta deficiencia, haciendo uso de indicadores, permite detectar las fortalezas y las debilidades para acometer el cambio, facilita el análisis de los riesgos y la comparación entre escenarios de mejora. Finalmente se presenta la aplicación de los indicadores propuestos en casos reales y se analizan los resultados obtenidos.

Palabras claves: Mejora, procesos, software

1. INTRODUCCIÓN

Diversas investigaciones reafirman la importancia de la mejora de proceso de software (Pino, 2008) (Zahran, 1998). Con respecto a este elemento se afirma: la institucionalización de una mejora de procesos aporta ventajas significativas respecto a la madurez organizacional de las empresas (Müller, Mathiassen, and Balshoj, 2010), (Niazi et al, 2010), (Mark, 1995). También se asegura que: numerosas universidades, comunidades científicas y organizaciones, así como los gobiernos invierten en función de identificar las buenas prácticas e influir en la

mejora de procesos, a través de normas, modelos y estándares (Brasileiro, 2012), (CYTED, 2012), (ESI, 2012), (PMI, 2012), (SEI, 2011), (ISO, 2012).

La mejora del proceso de software; tiene por cometido analizar y definir cómo mejorar las prácticas de desarrollo software de una organización, partiendo de una evaluación del proceso en uso (Mellon, 2009). Se centra en mejorar el rendimiento, la utilidad y la efectividad de los procesos de una manera disciplinada (Müller, 2010). Se parte del principio de mejorar la madurez del proceso software (Thomson and Mayhew, 1997) (Ashrafi, 2007) (Clarke and Connor, 2003) y como consecuencia la calidad del producto de software (Chen, et al, 2005), (Babar, and Niazi, 2008); incluso algunos autores consideran que incrementa la competitividad (Harter, et al, 2000). El objetivo de una iniciativa de mejora de proceso de software es alinear la empresa de software con el modelo de calidad deseado (Mellon, 2009).

En la actualidad, se destaca un auge en estas investigaciones, tanto desde el punto de vista teórico como en su ejercicio práctico, vinculado sobre todo con el fin de fortalecer la industria del software. Sin embargo, hoy existen dificultades en las organizaciones, los informes indican que la cantidad de fracasos es muy alta, llegando al 70 % (Mello, 2009). Buena parte de estas dificultades se deben a que las iniciativas de mejora no contemplan el estado real de las organizaciones, cada una posee características que la distinguen del resto, tienen sus propias peculiaridades que representan un punto de partida diferente para el programa y que condicionará sus resultados. A pesar de que se ha definido un conjunto de elementos que influyen en el resultado de un programa de mejora (Pino, 2008), (Müller, 2010), (Niazi, et al, 2010) (Mellon, 2009) (Clarke and Connor, 2010), (Babar and Niazi, 2008), (Montoni, and Rocha, 2007), (Bannerman, 2008), (Galinac, 2009) (Pino, et al, 2009), (Allison, 2010), (Boas, et al, 2010), (Dounos, and Bohoris, 2010), (Montoni, and Rocha, 2010, (Santos, 2010), (Wan, and Wang, 2010), (Khan, et al, 2011), (Mesquida, 2012) (Sulayman, 2012)

En el diagnóstico que se realiza como parte de la iniciativa en propuestas como el Modelo IDEAL (Mellon, 2000), resulta muy útil, en él se evalúa los procesos en uso con el objetivo de poner de manifiesto el estado actual y valorar como alinear la empresa de software con el modelo de calidad deseado. Pero no con el objetivo de identificar el estado de la organización integralmente y valorar las condiciones que presenta la organización para iniciar la mejora de proceso de software. En este aspecto, existe una carencia de procedimientos para la identificación de fortalezas y debilidades, que apoyen la estrategia a trazar y el análisis de los riesgos. Otra de las necesidades es poder comparar varias organizaciones en función de determinar cuál de los dos escenarios está en mejores condiciones para el éxito. Por su parte, los directivos de las organizaciones y los expertos en estas temáticas reconocen la importancia de esta valoración y pese a ello, no existen instrumentos de medición. Ante esta realidad surge el siguiente problema científico: ¿Cómo evaluar la organización al iniciar la mejora de proceso de software? Así, el objetivo de la investigación consiste en desarrollar un sistema de indicadores para el diagnóstico de las organizaciones al iniciar la mejora de proceso de software. Con la aplicación de la propuesta en un centro de desarrollo se pudo constatar que ésta permite identificar las oportunidades de mejora y las fortalezas que presentan una organización para acometer el cambio, y facilita el análisis de los riesgos. The Conference Proceedings will be produced directly from the camera-ready manuscripts received from authors. Therefore the authors should try to produce their paper, as closely as possible to this model paper.

2. MARGINS

Las insuficiencias de las técnicas aplicadas en la fase de diagnóstico en los modelos de mejora de proceso de software analizados y la carencia de estudios empíricos que justifiquen el “qué” y el “cómo” valorar una organización previo a la mejora de proceso de software integrando los factores críticos de éxito, fundamentan la necesidad del uso de métodos de consulta de expertos para complementar la propuesta. Para la definición de los indicadores se sigue la guía de GQ(I)M propuesta por el SEI en el Anexo 12 se muestra la representación gráfica de los pasos.

El primer paso de esta guía es representado por su primera letra es “Goal” que significa identificar los objetivos del negocio, respondiendo dos preguntas fundamentales: ¿Qué quiero alcanzar? ¿Qué necesito para alcanzar el objetivo?

Alineando este a la problemática abordada en la identificación queda formulado de la siguiente manera:

- Mejorar las condiciones que presenta la organización para enfrentar la mejora de procesos de software.

Para ello necesito:

- Valorar en qué medida las condiciones que presenta la organización influirán favorablemente en el éxito de la iniciativa de mejora del proceso de desarrollo de software.
- Detectar las fortalezas y las debilidades para acometer la mejora de proceso de software
- Identificar riesgos de la estrategia de mejora de proceso de software.

El segundo paso de la guía responde a “Question”, en este paso se debe identificar que se quiere conocer de la organización, para ello deben elaborarse las preguntas a responder por los indicadores y que se necesitan para alcanzar el objetivo.

- ¿La influencia de los factores críticos de éxito propicia el éxito de la mejora de proceso?
- ¿Cuáles son los factores críticos de éxito que más pueden afectar el éxito de la mejora de procesos?
- ¿Cuáles son los factores críticos de éxito que más pueden propiciar el éxito de la mejora de procesos?
- ¿Qué acciones se pueden realizar en la organización para mejorar los estados actuales sobre los factores críticos de éxito y las medidas consideradas?
- ¿Cuál de los departamentos de la organización tiene mejores condiciones para enfrentar la mejora de procesos de software?

El próximo paso responde a determinar el Indicador, para identificarlos se desarrollo un Grupo focal con el objetivo de determinar el diagrama causa – efecto asociado a la baja probabilidad de éxito en las iniciativas de MPS. La intención fue dirigida a convertir en un indicador cada variable causal y en objetivos de medición los factores críticos de éxito asociados a esa variable causal. Uniendo en este los pasos 3, 4,5 y 6 de la guía.

Para este método se seleccionaron 11 personas, expertos cubanos fundamentalmente, pues ninguno de los trabajos analizados en la búsqueda bibliográfica pertenece a autores nacionales. De las 11 personas 5 fueron expertos de los seleccionados para el diagnóstico de la investigación y 6 miembros de las organizaciones que desarrollaron la MPS en la UCI iniciativa que fue exitosa y culminó con la Evaluación CMMI nivel 2 en tres centros productivos y otros que inician un proceso de mejora. Se desarrollaron dos sesiones de dos horas cada una. Para la primera ronda se presentó por el moderador una propuesta inicial de diagrama causa-efecto (Anexo 13).

La técnica empleada se desarrolló en dos rondas lo que posibilitó un mayor consenso y profundidad en el análisis. Participaron 9 personas de ellas 5 expertos de los seleccionados anteriormente y 3 miembros de las organizaciones que desarrollaron la MPS en la UCI y 3 del Empresa de Tecnologías de la Información para la Defensa que se encuentra desarrollando una iniciativa. Como resultado del grupo focal se elaboró el diagrama causa-efecto que se muestra en la Figura 1, agrupándose las deficiencias e insuficiencias en 4 variables causales fundamentales que se describen a continuación y la relación entre las variables causales y los factores críticos de éxito en la Tabla 1.

- Influencia del personal: incluye las deficiencias relacionadas con la influencia del personal, tales como: las inadecuadas relaciones interpersonales, la poca experiencia del personal en la producción y preparación del personal, la falta de motivación y compromiso con la organización.
- Influencia de la alta gerencia: reflejan las insuficiencias relacionadas con la actividad de la alta gerencia, por ejemplo: el insuficiente apoyo y compromiso de la alta gerencia, la poca disponibilidad de recursos y efectividad del programa de reconocimiento y remuneración y la falta de atención al capital humano.
- Características de la organización: agrupó las insuficiencias relacionadas con el mal funcionamiento de la organización, la falta de comunicación, de orientación estratégica en función de la mejora de proceso y la alineación con los objetivos de negocio.
- Características de la mejora de proceso: las insuficiencias en la ejecución de la mejora de proceso, como la influencia negativa de la mejora de proceso en la producción como la baja en la productividad por el aumento de la curva de aprendizaje, el desgaste institucional en la mejora y la complejidad del modelo de referencia. The margins should be set as shown in the following sections.

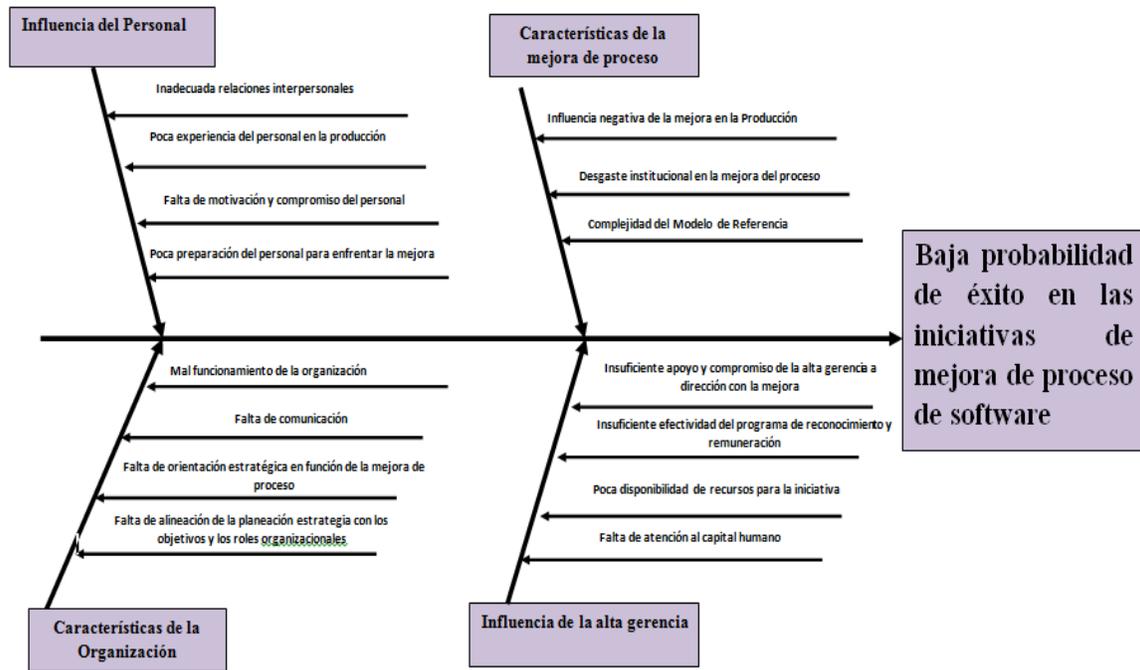


Figura1: Diagrama Causa- Efecto de la baja probabilidad de éxito en la mejora de proceso de software.

Tabla 1: Relación entre indicadores y factores críticos de éxito

Indicadores	Factores	Sub Factores
Influencia del personal	Relaciones Interpersonales	Colaboración – Competencia
		Relaciones individuo – individuo
		Relaciones intergrupales
	Formación del personal	Formación para la mejora de proceso
		Capacidad de Aprendizaje
		Capacidad de Adaptación y Autorrenovación
	Experiencia del personal	Experiencias en la producción
		Experiencias en roles
	Efectividad del programa de reconocimiento y remuneración	Reconocimientos y Castigos
		Satisfacción con la Política de Retribuciones
Satisfacción con la Política de Estimulaciones		
Motivación y compromiso del personal	Motivación por el Trabajo	
	Satisfacción con el Trabajo	
	Identificación con la Organización	
Influencia de la Alta	Orientación estratégica	Orientación a la mejora continúa

Gerencia		Orientación a la satisfacción del cliente
		Orientación a procesos
		Gestión del cambio
	Administración estratégica	Planeación estratégica
		Establecimiento y dominio de los objetivos organizacionales
		Establecimiento y delimitación de roles organizacionales
	Apoyo de la alta gerencia	Confianza en la dirección
		Competencia de los directivos
		Supervisión
		Estilo de Dirección
		Relaciones Jefe – Subordinados
	Atención al capital humano	Selección de personal e inducción a la organización
		Programas de Desarrollo y planes de superación
		Evaluación del desempeño
		Protección e higiene del trabajo
	Características de la organización	Disponibilidad de recursos
Disponibilidad de tiempo		
Disponibilidad de infraestructura		
Comunicación		Participación
		Información
		Comunicación
Funcionamiento		Perspectivas de la organización
		Eficiencia
		Eficacia
		Estabilidad interna de la organización
		Trabajo en Equipo

Las Medidas y los instrumentos utilizados para la recopilación de información son determinados por un equipo multidisciplinario de especialistas en medición y análisis, psicología, sociología, ingeniería industrial e informática.

Para conformar el indicador se representaron los datos de los factores críticos de éxito en un gráfico como los que se muestra en la Figura 2. En él se representó en el eje horizontal los factores críticos de éxito asociados a esa variable causal y el eje vertical los valores entre los cuales pueden oscilar estos factores (entre 0 y 1). Los valores de los factores críticos de éxito permitieron la comparación de los niveles que se cubren.

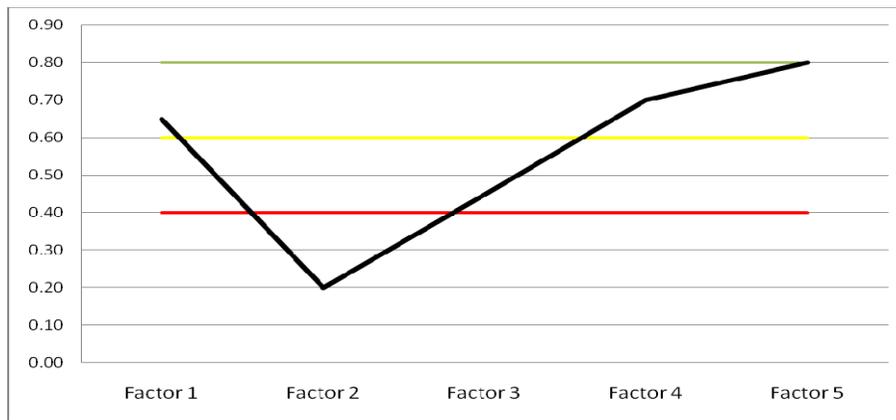


Figura2: Gráfico para el análisis de un Indicador.

Para su interpretación se analiza cada factor crítico de éxito de manera independiente y revisar los límites de cada uno y verificar en cuál de los rangos se encuentra, pues cada uno sugiere una atención diferenciada. La línea roja representa el valor mínimo (0.4), si algún valor de los factores críticos de éxito está por debajo de este valor, se infiere que es una barrera. La línea amarilla representa el valor intermedio (0.6), si los valores de los factores críticos de éxito están entre la línea roja y amarilla se infiere que se debe atender como una debilidad y un riesgo. La línea verde representa el inicio de los valores adecuados (0.8). Si los valores de los factores críticos de éxito están por encima de la línea verde, se infiere que es una fortaleza. La línea negra representa los valores de la organización objeto de valoración. La diferencia entre esta línea y la verde es el rango de mejora que debe alcanzarse. En caso de usar otras líneas para análisis evolutivos o comparativos se puede comparar las diferencias.

El escenario ideal es cuando todos los valores de los factores críticos de éxito se encuentran por encima de la línea verde se infiere que la organización dispone de las condiciones para alcanzar el éxito en la mejora de proceso de software.

Este gráfico facilita el análisis visual a realizarse, permitiendo con una rápida mirada, lograr un conocimiento elemental sobre el estado de los factores críticos de éxito. Para realizar un análisis minucioso es necesario ver el detalle mostrado de los valores de todos los factores críticos de éxito en una tabla (Ver tabla 2) y complementar con los datos de las medidas tomadas que responde a ese indicador.

Tabla 2: Tabla para el análisis de un Indicador.

Valor Indicador	Factores críticos de éxito	Valor Factor	Medidas	Valor medida
Valor indicador	Factor 1	Valor factor 1	medida 1	Valor medida 1
			medida 2	Valor medida 2
			medida 3	Valor medida 3
	Factor 2	Valor factor 2	medida 1	Valor medida 1
			medida 2	Valor medida 2
			medida 3	Valor medida 3

Para su interpretación se tuvo en cuenta que los indicadores y los factores críticos de éxito por encima de 0.8 están adecuados y entre 0.6 y 0.4 poco adecuados y por debajo de 0.4 no adecuado. Las medidas por encima de 0.8 son fortalezas y por debajo de 0.6 oportunidades de mejora. En el Anexo 14 se muestran los datos detallados del indicador. The margins should be set as shown in the following sections.

Para validar las propuestas previamente a su aplicación fue necesario realizar una valoración de expertos. La utilización del método de expertos es muy usada en las investigaciones pero siempre es importante la adecuada selección de los expertos a encuestar. En la literatura se identifican varias vías para hacer objetiva la selección de expertos, entre ellas se destacan: la autovaloración y el análisis de la síntesis curricular. Para la investigación se

decidió utilizar el análisis de síntesis curricular seleccionando expertos que se encuentren muy ligados a la mejora de procesos de software en su mayoría consultores, con más de 5 años de experiencia. La participación de los encuestados fue totalmente anónima y sólo se sostuvo comunicación vía correo electrónico. Para los indicadores se emplearon las siguientes categorías:

- Relevancia: es significativo el indicador para el problema considerado.
- Comunicación: se comunica a la persona quien tiene que tomar la decisión.
- Comprensión: es comprensible para el receptor de la información.
- Confiabilidad: la información debe brindar confianza y generar certeza sobre el tema evaluado.
- Accesibilidad: la información debe ser susceptible a ser consultada por varios usuarios.
- Exactitud: la información debe representar la situación o el estado como realmente es.
- Forma de presentación: la formas de presentación de la información según la situación, necesidades y habilidades de quien la recibe y procesa.
- Frecuencia: es la medida de cuán a menudo se requiere, se recaba, se produce o se analiza.
- Extensión: se refiere al alcance en términos de cobertura del área de interés. Además tiene que ver con la brevedad requerida, según el tópico que se trate. La calidad de la información no es directamente proporcional con su extensión.
- Integridad: una información completa proporciona al usuario el panorama integral de lo que necesita saber de una situación determinada.

Se aplicó la escala: Muy Adecuado, Adecuado, Medianamente Adecuado, Poco adecuado y No adecuado.

3. RESULTADOS

Para la valoración por expertos se seleccionaron dos consultores Mexicanos, uno de España y 5 del Grupo de Expertos Nacionales en temas de Calidad. Los resultados en cuanto a la relevancia del proceso, el criterio de los expertos para cada uno de los aspectos que se evalúan en el rango de Muy Alta y Alta fue: 100%. En el caso de la pertinencia del proceso las evaluaciones entre Muy Pertinente – Pertinente fue de 83.33 % y en la Coherencia, Muy Coherente y Coherente fue del 94.44%. Todos estos resultados han estado en el rango muy alto. Para los indicadores la evaluación de los expertos en el rango de Muy Adecuado y Adecuado fue el siguiente para cada uno de los aspectos evaluados: Relevancia (100%), Comunicación (77.78 %), Comprensión (100%), Confiabilidad (100%), Accesibilidad (61.11%), Exactitud (94.44%), Forma de presentación (66.67%), Frecuencia (61.11%), Extensión (66.67%), Integridad (83.33%). Adicionalmente a las favorables valoraciones obtenidas, se recibieron algunas sugerencias por parte de los expertos:

- En la frecuencia propuesta para los indicadores se propone: antes de iniciar el programa de mejora pero la frecuencia debe ser una vez al trimestre o al semestre o una vez al año. Esta debe coincidir con el tiempo que demanden implementar las acciones resultantes del diagnóstico y que establece una nueva iteración del diagnóstico.
- Es importante destacar que el éxito de la mejora se logra precisamente si se actúa proactivamente en función de cómo estén los indicadores. O sea, el objetivo de un indicador es poder medir cómo avanza o retrocede algo si se mide a lo largo del tiempo. Por ello no debe limitarse a una organización iniciar o no un proceso de mejora con los resultados sino establecer en términos de indicadores cuál es su situación y su estado después de realizar acciones.

Todas estas propuestas fueron aceptadas e incluidas en el diseño del proceso. Este indicador se aplica a todas las organizaciones desarrolladoras de software, se desarrollo de manera pilotos en 17 de organizaciones un periodo después se desarrollo un evaluación de la mejora y los resultados de la evaluación coincidieron con el pronóstico.

3.1 DISCUSIÓN

Analizando los datos antes expuesto se puede concluir que:

Existe un gran número de expertos que valoran la propuesta de manera muy adecuado y adecuado.

El piloto obtuvo resultados muy satisfactorios.

La propuesta se centró en identificar los elementos más significativos que inciden en el proceso y en aquellos que pueden afectar el éxito de la mejora.

4. CONCLUSIONES

Se desarrolló un sistema de indicadores que permiten un enfoque más completo de la organización centrandolo la valoración en las condiciones para iniciar la mejora de procesos. Esta no solo incluye el diagnóstico, sino que permite la creación de un plan de acciones concreto e implica la mejora basada en la retroalimentación de los resultados.

La propuesta construida incluye el "qué" y el "cómo" valorar en organización al iniciar el proceso, por primera vez, se incide en el punto de partida de la mejora de proceso y no en la ejecución de esta; siendo este el principal aporte de la misma.

Aunque se propone una valoración en el rango de muy adecuado, adecuado y poco adecuado para cada indicador, se hace necesaria una investigación de un método de pronóstico de los resultados para aplicar las medidas propuestas de manera más eficaz.

5. REFERENCES

- Allison, I., Organizational Factors Shaping Software Process Improvement in Small-Medium Sized Software Teams: A Multi-Case Analysis, in Proceedings of the 2010 Seventh International Conference on the Quality of Information and Communications Technology. 2010, IEEE Computer Society. p. 418-423.
- Ashrafi, N., The impact of software process improvement on quality: in theory and practice. *Inf. Manage.*, 2003. 40(7): p. 677-690.
- Babar, M.A. and M. Niazi, Implementing Software Process Improvement Initiatives: An Analysis of Vietnamese Practitioners' Views, in Proceedings of the 2008 IEEE International Conference on Global Software Engineering. 2008, IEEE Computer Society. p. 67-76.
- Bannerman, P.L., Capturing business benefits from process improvement: four fallacies and what to do about them, in Proceedings of the 1st international workshop on Business impact of process improvements. 2008, ACM: Leipzig, Germany. p. 1-8.
- Boas, G.V., A.R.C.d. Rocha, and M.P.d. Amaral, An approach to implement software process improvement in small and mid-size organizations, in Proceedings of the 2010 Seventh International Conference on the Quality of Information and Communications Technology. 2010, IEEE Computer Society: Porto. p. 447 - 452
- Brasileiro, M.d.P.d.S. Mps.Br - Melhoria de Processos do Software Brasileiro. 2012 [cited 2012 05/04/2012]; Available from: http://www.softex.br/mpsbr/ES/_home/default.asp.
- Chen, S.-H., H.-G. Chen, and D.-C. Yen, Empirical Study of Software Process Maturity, TQM Practices and Organizational Characteristics in Taiwanese Companies. *Total Quality Management & Business Excellence*, Web of Science, 2005. 16(10): p. 1091-1102.
- Desarrollo, P.I.d.C.y.T.p.e. Programa CYTED - Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. 2012 [cited 2012 05/04/2012]; Available from: http://www.cytex.org/cytex_investigacion/detalle_accion.php?un=9c838d2e45b2ad1094d42f4ef36764f6&lang=es.
- Dorenbos, D. and A. Combelles, Introduction: Lessons Learned around the World: Key Success Factors to Enable Process Change. *IEEE Softw.*, 2004. 21(4): p. 20-21.
- Dounos, P. and G. Bohoris, Factors for the Design of CMMI-Based Software Process Improvement Initiatives, in Proceedings of the 2010 14th Panhellenic Conference on Informatics. 2010, IEEE Computer Society. p. 43-47.

- Europeo, I.d.S. ESI - Tecnia. 2012 [cited 2012 05/04/2012]; Available from: <http://www.esi.es/index.php?op=15.1.2.>
- Galinac, T., Empirical evaluation of selected best practices in implementation of software process improvement. *Inf. Softw. Technol.*, 2009. 51(9): p. 1351-1364.
- Harter, D.E., M.S. Krishnan, and S.A. Slaughter, Effects of Process Maturity on Quality, Cycle Time, and Effort in Software Product Development. *Manage. Sci.*, 2000. 46(4): p. 451-466.
- ISO, Standardization, I.O.f. ISO - International Organization for Standardization. 2000; Available from: <http://www.iso.org/iso/home.htm>.
- Iversen, J.H., L. Mathiassen, and P.A. Nielsen, Managing risk in software process improvement: an action research approach. *MIS Q.*, 2004. 28(3): p. 395-433.
- Khan, S.U., M. Niazi, and R. Ahmad, Barriers in the selection of offshore software development outsourcing vendors: An exploratory study using a systematic literature review. *Inf. Softw. Technol.*, 2011. 53(7): p. 693-706.
- Li, E.-Y., H.-G. Chen, and T.-S. Lee, Longitudinal study of software process management in Taiwan top companies. *Total Quality Management & Business Excellence*, Web of Science, 2003. 14(5): p. 571-590.
- Mark, C.P., et al., The capability maturity model: guidelines for improving the software process, ed. C.C.M. University. 1995: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc. 441.
- Mathiassen, L., O.K. Ngwenyama, and I. Aaen, Managing Change in Software Process Improvement. *IEEE Softw.*, 2005. 22(6): p. 84-91.
- Mellon, I.d.I.d.S.d.I.U.C., Process maturity profile of the software community. 2009, Carnegie Mellon University: Pittsburgh.
- Mellon, U.C. Instituto de Ingeniería de Software. 2000 [cited 2011 5 de abril del 2011]; Available from: <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/index.cfm>.
- Mesquida, A.L., et al., IT Service Management Process Improvement based on ISO/IEC 15504: A systematic review. *Inf. Softw. Technol.*, 2012. 54(3): p. 239-247.
- Montoni, M. and A. Rocha, A Methodology for Identifying Critical Success Factors That Influence Software Process Improvement Initiatives: An Application in the Brazilian Software Industry, in *Software Process Improvement*, P. Abrahamsson, et al., Editors. 2007, Springer Berlin Heidelberg. p. 175-186.
- Montoni, M.A. and A.R. Rocha, Applying Grounded Theory to Understand Software Process Improvement Implementation, in *Proceedings of the 2010 Seventh International Conference on the Quality of Information and Communications Technology*. 2010, IEEE Computer Society. p. 25-34.
- Müller, S.D., L. Mathiassen, and H.H. Balshoj, Software Process Improvement as organizational change: A metaphorical analysis of the literature. *J. Syst. Softw.*, 2010. 83(11): p. 2128-2146.
- Niazi, M., M.A. Babar, and J.M. Verner, Software Process Improvement barriers: A cross-cultural comparison. *Inf. Softw. Technol.*, 2010. 52(11): p. 1204-1216.
- Paul Clarke and R. O'Connor, Harnessing ISO/IEC 12207 to Examine the Extent of SPI Activity in an Organisation. *Communications in Computer and Information Science*, 2010. 99: p. 25-36.
- Pino, F.J., et al., Software process improvement in small and medium software enterprises: a systematic review. *Software Quality Control*, 2008. 16(2): p. 237-261.
- Pino, F.J., F. Garcia, and M. Piattini, Key processes to start software process improvement in small companies, in *Proceedings of the 2009 ACM symposium on Applied Computing*. 2009, ACM: Honolulu, Hawaii. p. 509-516.

- PMI, Institute, P.M. Standards Overview | Project Management Institute. 2012 [cited 2012 15/04/2012]; Available from: <http://www.pmi.org/PMBOK-Guide-and-Standards.aspx>.
- Rainer, A. and T. Hall, A quantitative and qualitative analysis of factors affecting software processes. *J. Syst. Softw.*, 2003. 66(1): p. 7-21.
- Santos, G., et al., MPS.BR: A Tale of Software Process Improvement and Performance Results in the Brazilian Software Industry, in *Proceedings of the 2010 Seventh International Conference on the Quality of Information and Communications Technology*. 2010, IEEE Computer Society. p. 412-417.
- Sulayman, M., et al., Software process improvement success factors for small and medium Web companies: A qualitative study. *Inf. Softw. Technol.*, 2012. 54(5): p. 479-500.
- Thomson, H.E. and P. Mayhew, Approaches to software process improvement. *Journal of Software Maintenance and evolution: Research and Practice*, 1997. 3(1): p. 3-17.
- Wan, J. and R. Wang, Empirical Research on Critical Success Factors of Agile Software Process Improvement. *Journal of Software Engineering and Applications*, 2010. 3(12): p. 1131-1140.
- Zahran, S., *Software Process Improvement: Practical Guidelines for Business Success*. 1998: Addison-Wesley Professional.

Autorización y denuncia

Los autores autorizan a LACCEI para publicar el artículo en las actas de congresos. Ni los editores ni LACCEI son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresa en el documento.