



Contenido disponible en <http://fcqi.tij.uabc.mx/usuarios/revistaaristas/>

Revista Aristas Investigación Básica y Aplicada



PROPUESTA DE CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN PARA LA SELECCIÓN DE MARCOS DE TRABAJO SOBRE LA MEJORA DEL PROCESO SOFTWARE EN LAS MIPYMES_DS.

Aguileta Güémez Antonio Armando, Rosado Herrera Andrés, Aguilar Vera Raúl Antonio, Díaz Mendoza Julio Cesar.

^a Licenciado en Ciencias de la Computación, M.C., Universidad Autónoma de Yucatán, aguilet@correo.uady.mx Mérida, Yucatán, México.

^b Ingeniero de Software, Universidad Autónoma de Yucatán, andres.rosado.h@gmail.com Mérida, Yucatán, México.

^c Licenciado en Ciencias de la Computación, Dr., Universidad Autónoma de Yucatán, avera@correo.uady.mx Mérida, Yucatán, México.

^d Ingeniero Industrial en Producción, M.T.I., Universidad Autónoma de Yucatán, julio.diaz@correo.uady.mx Mérida, Yucatán, México.

Información del artículo

Historia del artículo:

Recibido: 18 de Febrero del 2016

Aceptado: 25 de Febrero del 2016

Publicado: 26 de Febrero de 2016

Palabras clave: criterios de clasificación, mejora de procesos software, MiPyMEs_DS.

Datos de contacto del primer autor:

Aguileta Güémez Antonio

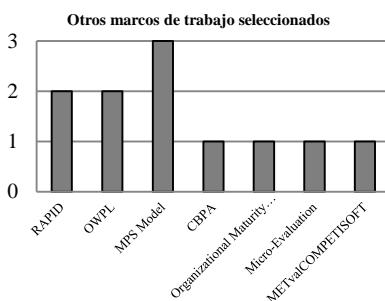
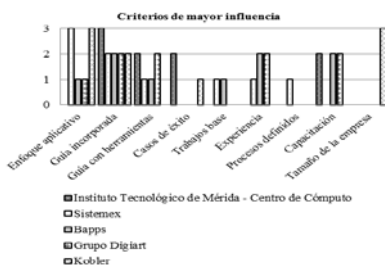
Armando aguilet@correo.uady.mx

México

Resumen

Las micro, pequeñas y medianas empresas desarrolladoras de software, a pesar de su reconocida relevancia en el ámbito económico, enfrentan problemas particulares. Una de las razones que causan estos problemas, es que difícilmente tienen incorporado algún programa de mejora de procesos. No obstante, cada vez más, dichas empresas han hecho conciencia sobre la necesidad de evaluar seriamente la implementación de marcos de trabajo para la mejora de sus procesos. Con el objetivo de coadyuvar en la selección de aquellos marcos de trabajo que mejor se adapten a este tipo de empresas, se proponen 9 criterios que permiten clasificar marcos de trabajo de mejora de procesos.

Palabras clave— criterios de clasificación, mejora de procesos software, MiPyMEs_DS.



Abstract

The micro, small and medium-sized software development companies face particular problems, despite their recognized importance in the economic field. One of the reasons that cause these problems is that they have hardly built a process improvement program. However, increasingly, these companies have become aware of the need to seriously evaluate the implementation of frameworks to improve their processes. In order to assist in the selection of those frameworks that best suit these companies, 9 criteria for classifying process improvement frameworks are proposed.

Keywords— classification criteria, MiPyMEs_DS, software process improvement.

1. INTRODUCCIÓN

Las micro, pequeñas y medianas empresas desarrolladoras de software (MiPyMEs_DS) actualmente tienen una relevancia económica importante. Estas son exitosas en algún nicho de mercado y favorecen el crecimiento de las economías nacionales [1]. Sin embargo, tal relevancia puede verse opacada por sus problemas particulares, tales como: falta de recursos, tiempos de entrega desfasados y poca calidad de sus productos [2, 3]. Existen marcos de trabajo para la MiPyMEs_DS, como por ejemplo: MoProSoft, EvalProSoft, COMPETISOFT y el modelo IDEAL, dirigidos a la calidad en los procesos. Sin embargo, las MiPyMEs_DS difícilmente tienen incorporado en sus procesos algún marco de trabajo. Algunas de las razones identificadas en la literatura, se mencionan: existe una percepción negativa acerca de los modelos y estándares, ya que las buenas prácticas son percibidas como altamente demandantes en tiempo y recursos y que sobrepasan los objetivos de la empresa [4]; se tiene dificultad para percibir los beneficios de los estándares y relacionarlos con las necesidades del negocio [5]; se presentan aspectos culturales, como consecuencia de llevar los estándares a una realidad local, tales como las diferencias en los hábitos organizacionales, la traducción y la interpretación [6]. A pesar de lo anterior, estas empresas cada día son más conscientes de la necesidad de evaluar seriamente la implementación de tales marcos de trabajo, con el fin de incrementar su productividad y competitividad, así como mejorar el nivel de satisfacción de sus clientes, reducir los ciclos de producción y usar sus recursos con mayor eficiencia [7, 8].

Como resultado de un estudio previo que tuvo como propósito identificar los marcos de desarrollo y mejora de procesos software centrados en las MiPyMEs_DS [9], se detectó la necesidad de profundizar en el análisis y caracterización de aquellos marcos de trabajo encontrados. Lo anterior, con el fin de que las organizaciones puedan discernir y seleccionar aquellos que se ajusten de la mejor manera a su forma de trabajo, permitiendo el control de sus procesos, y generar mayor competencia. En este artículo se proponen 9 criterios de clasificación de marcos de trabajo sobre la mejora de procesos software, con el fin de que las MiPyMEs_DS interesadas seleccionen algún marco de trabajo que represente la mejor opción para su organización. Este trabajo está organizado de la siguiente manera: La sección II presenta los trabajos relacionados. En la sección III se describe la metodología. En la sección IV se presenta los criterios de clasificación. En la sección V se presenta un acercamiento a la validación mediante una encuesta. Finalmente la sección VI muestra las conclusiones de este trabajo.

2. TRABAJOS RELACIONADOS

En la literatura podemos encontrar estudios que abordan el tema. Algunos de ellos se presentan a continuación. Bharti

Sharma [10] utiliza las características siguientes: Origen/Extensión Geográfica, Origen Científico, Desarrollo, Prescriptivo o Descriptivo, Adaptabilidad, Evaluación, Comparativo, Certificación, Perspectiva, e Iniciación de Mejora, que sirvieron de base para la clasificación y comparación de marcos de trabajo pensados para las grandes empresas (CMM e ISO) y para otros que han sido aplicados principalmente a MiPyME's (SPIQ y ProPAM).

Alessandra Anacleto [11] usa los siguientes requerimientos para un método de evaluación personalizado: Bajo Costo, Resultados Fiables, Descripción Detallada del Proceso de Evaluación, Guía para la Selección del Proceso, Definición Detallada del Modelo de Evaluación, Soporte para la Identificación de Riesgos y Sugerencias de Mejora, Soporte para Modelado de Proceso de Alto Nivel, Conformidad con ISO/IEC 15504, Conocimiento Específico de Ingeniería de Software no Requerido por los Representantes de las Empresas, Herramienta de Soporte, Integrado en la Metodología de Evaluación, y Disponibilidad Pública, que sirvieron de base para clasificar y comparar marcos de trabajo enfocados en la evaluación de los procesos (RAPID, SPINI, FAME, TOPS, MARES).

Mohammad Zarour [12] usa las características: Origen/Extensión Geográfica, Origen Científico, Costo, Desarrollo/Estabilidad, Popularidad, Técnicas de Análisis, Número de Procesos Evaluados, Número de Procesos a ser Mejorados, Procesos Evaluados, Herramienta de Soporte, Duración de la Evaluación, Disponibilidad Pública, Guía para la Selección del Proceso, Soporte para la Identificación de Riesgos y Sugerencias de Mejora, Conocimiento Específico de Ingeniería de Software no Requerido por los Representantes de las Empresas, las cuales son aplicadas en un marco de trabajo que clasifica y compara marcos de trabajo enfocados en la evaluación de los procesos (MARES, TOPS, FAME, RAPID, SPM, EAP, Micro-Evaluation).

Deepti Mishra [13] usa criterios: Basados en, Pregunta Clave, ¿Qué es Nuevo?, Paso de Evaluación: ¿Quién lo hace?, Paso de Evaluación: ¿Cómo es hecho?, Planeación de la Mejora del Proceso Software: ¿Quién lo hace?, Planeación de la Mejora del Proceso Software: ¿Cómo es hecho?, Implementación del Plan de Mejora del Proceso Software: ¿Quién lo hace?, Implementación del Plan de Mejora del Proceso Software: ¿Cómo es hecho?, Flexibilidad, Continuo/Fase, Compromiso de una Gestión más Alta, Envolvimiento de Miembros del Equipo de Desarrollo de Software desde el Exacto Inicio, Nivel de Conocimiento del Profesional, Roles, Responsabilidades y Entrenamiento, Herramienta de Autoevaluación, Colección de Datos Automatizados para Medición y Evaluación, Resultado, Restricciones, y Origen, que sirvieron de base para clasificar y comparar detalles de implementación de marcos de trabajo (OWPL, SPM Model, ASPE-MS, PRISMS, iFLAP, MESOPYME).

3. METODOLOGÍA

Los criterios de clasificación fueron definidos con el procedimiento siguiente:

1) se revisaron los requerimientos, criterios o características propuestos por los estudios previos, citados en la sección anterior, con el fin de identificar problemática de implementación de los marcos de trabajo en las MiPyMEs_DS, atendidas por los marcos de trabajo;

2) se identificaron problemáticas comunes de implementación de los marcos de trabajo en las MiPyMEs_DS, documentadas en los marcos de trabajo de mejora de procesos reportados en [9];

3) se conjuntaron las problemáticas de implementación de los marcos de trabajo identificadas en el paso 1 y el paso 2, eliminando las repetidas;

4) se definió un criterio de clasificación, para cada problemática de implementación del paso 3, con base en el formato siguiente:

- a) Nombre. El nombre se creó considerando la idea principal del problema de implementación del marco de trabajo detectado en la MiPyMEs_Ds. Éste transmite en una sola frase (clara, precisa y concisa) la esencia del problema.
- b) Pregunta Base. Transforma la aseveración del problema de implementación en formato de pregunta, con el fin de cuestionar si el marco de trabajo atiende la problemática.
- c) Formato de respuesta. Precisa la forma en cómo será reportada la respuesta del marco de trabajo ante el cuestionamiento de la pregunta base.
- d) Justificación. Expone la problemática de implementación del marco de trabajo presente en la MiPyME, basándose en la literatura del paso 3, con el fin de dar sustento al criterio que se define.

4. CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN

El resultado del procedimiento de la sección 3 dio la pauta para la definición de 9 criterios de clasificación. Los cuales se describen a continuación:

1) Finalidad

Pregunta base: ¿Tiene la finalidad de evaluar, definir o mejorar?

Formato de respuesta: La respuesta será alguna de las siguientes:

- a) Evaluación, permite analizar el estado actual de los procesos (formales/informales) en una empresa para detectar oportunidades de mejora.
- b) Definición, permite, a las empresas que no cuentan con procesos de software, crear procesos adecuados a sus capacidades y necesidades para generar la competencia.
- c) Mejora, permite a las empresas que ya cuentan con procesos de software (formales/informales), dar una serie de lineamientos para aumentar su control, capacidad y calidad al momento de producir productos de software.

Justificación: Se requiere que las MiPyMEs_DS conozcan con claridad la finalidad de los marcos de trabajo, ya que en la actualidad no les basta con desarrollar software de la manera tradicional, sino que requieren mejorar sus procesos de software buscando mejorar la calidad y la productividad, con el objetivo de ser más competitivas o simplemente sobrevivir. Una de las claves del éxito en la mejora del proceso software está en la correcta definición de los procesos que mejor vayan con la empresa [14, 15]. Para esto, se vuelve igualmente necesario contar con marcos de trabajo, modelos, metodologías, acercamientos y herramientas capaces de evaluar la efectividad de los procesos software de una empresa. Las evaluaciones de procesos software en una empresa, se consideran la mejor manera de iniciar un programa de mejora del proceso software, ya que permiten destacar las fortalezas y debilidades en los procesos que se tienen [16].

2) Guía Incorporada

Pregunta base: El marco de trabajo, metodología, modelo, acercamiento o herramienta, ¿Cuenta con una guía para su uso?

Formato de respuesta: es si cuenta o no, con una guía para la implementación y ejecución del marco de trabajo, modelo, metodología, acercamiento o herramienta.

Justificación: Resulta muy costoso en tiempo y dinero, si no se tiene una guía efectiva y eficiente, que provea una asistencia práctica sobre el marco de trabajo, modelo, metodología, acercamiento o herramienta que se piense usar [17], ya sea para evaluar, definir o mejorar el proceso software.

3) Guía con herramientas

Pregunta base: ¿Cuenta con plantillas de documentos, listas de cotejo y diagramas de flujo de procesos, la guía proporcionada por el marco de trabajo, metodología, modelo, acercamiento o herramienta a usar?

Formato de respuesta: es si cuenta o no, con los elementos comúnmente utilizados por la MiPyME para seguir las guías de procesos.

Justificación: Existen métodos para la definición de estas guías, sin embargo pocas han sido elaboradas pensando en el contexto de la MiPyMEs_DS. Entre los

principales elementos más utilizados por las MiPyMEs_DS para seguir las guías de procesos están: plantillas de documentos, “Checklists” y diagramas de flujo de procesos [18].

4) Casos de Éxito

Pregunta base: ¿Existen casos de éxito documentados sobre la utilización de un marco de trabajo, modelo, metodología, acercamiento o herramienta?

Formato de respuesta: es si cuenta o no, con casos de estudio exitosos donde haya sido utilizado el marco de trabajo, modelo, metodología, acercamiento o herramienta.

Justificación: Se pretende elegir un marco de trabajo, modelo, metodología, acercamiento o herramienta, el cual se haya validado su utilización en la MiPyME. Con el objetivo de evaluar y validar la utilización de un marco de trabajo, modelo, metodología, acercamiento o herramienta en la MiPyME es necesario presentar casos de estudio [18].

5) Marcos de trabajo de referencia

Pregunta base: ¿Qué marcos de trabajo, modelos, metodologías, acercamientos o herramientas sirvieron de referencia para el marco de trabajo, modelo, metodología, acercamiento o herramienta a usar?

Formato de respuesta: son los nombre de los marcos de trabajo, modelos, metodologías, acercamientos o herramientas, relacionados a la mejora del proceso software (ISO, CMM, etc.), que fueron utilizados como base para la creación del marco de trabajo, modelo, metodología, acercamiento o herramienta a usar.

Justificación: A la hora de elegir cierto marco de trabajo, modelo, metodología, acercamiento o herramienta, resulta importante en la decisión conocer si el trabajo que estamos interesados en abordar, posee referencias a otros trabajos relacionados a la mejora del proceso software. En esta era de rápida innovación tecnológica y de cambios, la clave para que una compañía de software sobreviva, recae en la mejora continua de sus procesos. Esto puede llevar a la búsqueda de un modelo que pueda cubrir las necesidades de la empresa, y es común que la empresa que desarrolla software piense en primera instancia, en los modelos de uso popular tales como, las series de estándares ISO 9000, CMM, CMMI, entre otros [19].

6) Experiencia

Pregunta base: ¿Se requiere que la empresa cuente con personal con experiencia en la aplicación o formalización de los procesos de calidad software?

Formato de respuesta: es si se requiere o no que la empresa cuente con personal con experiencia en la aplicación o formalización de los procesos de calidad software.

Justificación: Contrario a las grandes empresas, la MiPyME suele contar con recursos limitados, y no se

tienen grupos de personas especializadas en el área de procesos software que puedan configurar y dar soporte a la aplicación de un marco de trabajo, modelo, metodología, acercamiento o herramienta que requiera un cierto nivel de conocimiento. Por lo cual, se necesitan marcos de trabajo, modelos, metodologías, acercamientos y herramientas concretas y fáciles de instanciar [20].

7) Procesos Definidos

Pregunta base: ¿Requiere de procesos definidos?

Formato de respuesta: es si se requiere o no, procesos (formales o informales) en la empresa para la utilización del marco de trabajo, modelo, metodología, acercamiento o herramienta.

Justificación: Para la correcta implementación de un marco de trabajo, modelo, metodología, acercamiento o herramienta, suele requerirse que la empresa cuente con una serie de procesos definidos para trabajar sobre ellos, refinarlos y alcanzar la mejora. Sin embargo, no se descarta que muchas de las MiPyMEs_DS no cuenten con procesos definidos, y esto no debe convertirse en una limitante para optar por definir e implementar procesos software. Hay casos de estudio donde se confirma experiencias que indican que es posible definir e implementar procesos software incluso en el contexto de las pequeñas empresas (que no cuentan con procesos definidos) de una manera benéfica y costo eficiente [18].

8) Organismos de capacitación

Pregunta: ¿Con qué organismos certificados para capacitar sobre el marco de trabajo, modelo, metodología, acercamiento o herramienta cuenta?

Formato de respuesta: listar los nombres de los organismos certificados encargados de impartir capacitación sobre el marco de trabajo, modelo, metodología, acercamiento o herramienta, disponibles.

Justificación: Una capacitación impartida por un grupo de profesionales sobre el marco de trabajo, modelo, metodología, acercamiento o herramienta a abordar, puede ser la pauta para entender enteramente y adoptar con éxito dicho trabajo. Entre los principales obstáculos que han impedido que las empresas crezcan más allá de micros, pequeñas y medianas empresas está la falta de cultura de procesos, la complejidad de los procesos y la falta de capacitación en el uso de procesos y herramientas [21].

9) Tamaño de la organización

Pregunta: ¿Cuántos empleados se necesitan para implementar el marco de trabajo, modelo, metodología, acercamiento o herramienta?

Formato de respuesta: es el tamaño de una organización (micro, pequeña, mediana) requerido para implementar

un marco de trabajo, modelo, metodología, acercamiento o herramienta, donde:

- a) Micro es la clasificación para todos los marcos de trabajo que requieren entre 1 a 9 empleados para su implementación en una organización.
- b) Pequeña es la clasificación para todos los marcos de trabajo que requieren entre 10 a 50 empleados para su implementación en una organización.
- c) Mediana es la clasificación para todos los marcos de trabajo que requieren entre 51 a 130 empleados para su implementación en una organización.

Justificación: Los marcos de trabajo, modelos, metodologías, acercamientos y herramientas, suelen requerir un mínimo de número de empleados para su implementación. Usamos el término “MiPyMEs” para clasificar las empresas de acuerdo al número de trabajadores que tienen, sin embargo es la región o país la que determina los valores para dichas clasificaciones. Con base en eso, la clasificación a ser usada para las MiPyME’s son: Micro (de 1 a 9 empleados), Pequeñas (de 10 a 50 empleados) y Medianas (de 51 a 130 empleados) [22]

5. VALIDACIÓN EMPÍRICA

En este apartado, se presenta el procedimiento que se siguió para la validación empírica de los criterios de clasificación propuestos en este trabajo:

- 1) Elección de los marcos de trabajo de mejora de procesos software.

Se eligieron los marcos de trabajo de mejora de proceso software, a partir de los reportados en la revisión sistemática aplicada a documentos relacionados a marcos de trabajo de mejora de proceso software en la MiPyME’s [9], considerando aquellos que no habían sido comparados en los trabajos previos. Ésta consideración dio como resultado los 16 marcos de trabajo siguientes: Adept [16], Framework de Klas et al [20], Framework de Lina Zhang et al [23], Framework de Robert W. Ferguson et al [24], CBPA [25], MECA [26], METvalCOMPETISOFT [27], Micro-Evaluation [28], MPS Model [29], Organizational Maturity Model [30], OWPL [31], QRP [32], RAPID [33], SPI-LEAM [34], SysProVal [35], Tutelkan SPI Framework [36].

- 2) Clasificación de los marcos de trabajo de mejora de procesos software.

Se clasificaron los 16 marcos de trabajo de mejora de procesos elegidos, con base en los 9 criterios definidos (ver Tabla 1 en el apéndice). A continuación, se describen las consideraciones tomadas en cuenta en la clasificación. En el análisis de la finalidad de los marcos de trabajo, se identificó que un marco de trabajo puede tener más de una finalidad. En los casos donde los marcos de trabajo tuvieron más de una finalidad, estos se clasificaron para cada finalidad. En el análisis de los casos de éxito, se consideraron como casos de

éxito aquellos casos de estudio que reflejaron un impacto positivo en las empresas. Así mismo, en el análisis de los diferentes tamaños de empresa considerados por los marcos de trabajo de calidad, se tomó en cuenta que un marco de trabajo puede estar en más de una de las categorías de tamaño. En los casos donde los marcos de trabajo estuvieron en más de una categoría, estos se contaron para cada categoría. Revisión de los 9 criterios de clasificación.

Se les pidió a los responsables de desarrollo de 5 organizaciones micro relacionadas con el desarrollo de software del sureste de México, cuya información se presenta en la Tabla 2, que revisen los 9 criterios de clasificación, propuestos en este trabajo, y que elijan el marco de trabajo, el cual consideran como la mejor opción para su organización, con base en la tabla 1 del apéndice.

Tabla 1. Información de las empresas participantes

No.	Nombre	Sector	Giro principal	Años de operación
1	Instituto tecnológico de Mérida-Centro de Cómputo	Educativo	Apoyo a sistemas de cómputo administrativo	> 10
2	Sistemex	Privado	Desarrollo de aplicaciones y páginas Web	> 10
3	Bapps	Privado	Desarrollo de aplicaciones móviles	Entre 3-10
4	Grupo Digiart	Privado	Desarrollo de aplicaciones y páginas Web	Entre 3-10
5	Kobler	Privado	Desarrollo de aplicaciones y páginas Web	≤ 3

- 3) Aplicación de la encuesta.

Se les pidió a los responsables de desarrollo de las mismas 5 organizaciones micro relacionadas con el desarrollo de software del sureste de México (ver Tabla 2), que contestaran el cuestionario de la Tabla 3 del apéndice. Este cuestionario explora 2 factores de los criterios propuestos en este trabajo, que son: la utilidad y la influencia. El factor utilidad lo conforman los ítems 1, 2, 3 y 4, que cuestionan: el conocimiento del término “Marco de trabajo”, la elección de un marco de trabajo, la elección de otro marco de trabajo y el conocimiento de los marcos de trabajo clasificados en este trabajo, respectivamente. El factor influencia lo conforma el ítem 5, que indaga cuál es el criterio más importante. A continuación se presentan los resultados obtenidos de la aplicación del cuestionario:

Marco de Trabajo: Concepto

3/5 responsables de desarrollo de las organizaciones señalaron que si conocían el término de marco de trabajo aplicado al desarrollo y mejora de procesos software. El

resto, 2, respondieron que no. Estos resultados sugieren que existen líderes, en el contexto de la MiPyMEs_DS, que desconocen los beneficios que podría suponer la implantación de un programa de mejora, lo que se corrobora de acuerdo con los resultados publicados en [37, 38].

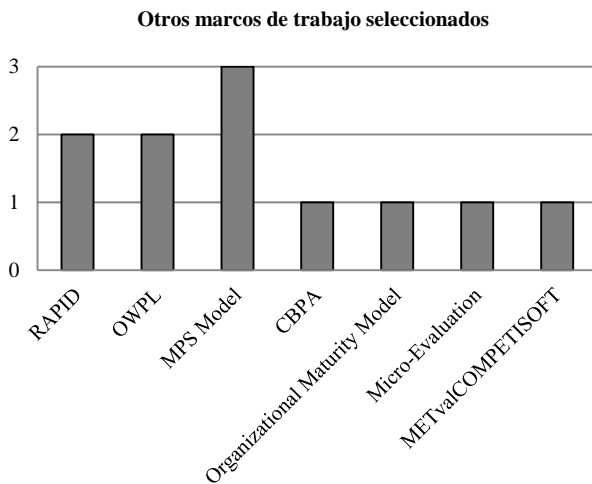
Marco de trabajo seleccionado

El “MPS-Model” fue seleccionado por 3/5 responsables de desarrollo como el marco de trabajo que representaría la mejor opción para su organización. El resto, 2, seleccionaron “Organizational Maturity Model” o “OWPL”. Estos resultados sugieren que MPS model es un marco de trabajo que contempla las necesidades de la MiPyMEs_DS (ver Tabla 1 en el apéndice), y que está ganado adeptos en la industria, lo que corrobora los resultados publicados en [39].

Otros Marcos de trabajo seleccionados

Como se observa en la Figura 1, el marco de trabajo de mejora de proceso elegido adicionalmente, que gozó de mayor notoriedad fue “MPS Model”; seguido de “OWPL” y “RAPID”. Estos resultados sugieren que MPS model, OWPL y RAPID son marcos de trabajo que están ganando interés en las MiPyMEs, lo que se corrobora con los resultados publicados en: [39] para MPS Model, [40] para OWPL y [41] para RAPID.

Figura 1. Grafica de barras de marcos de trabajo de mejora de procesos elegidos adicionalmente



Marcos de trabajo conocidos

De los 16 marcos de trabajo de mejora de procesos elegidos, únicamente “METvalCOPETISOFT” o “OWPL” fue reporta como conocido, por alguno de 2/5 responsables de desarrollo de software. El resto de los responsables, 3, no contestó; lo que se considera como desconocimiento de los mencionados marcos de trabajo. Estos resultados sugieren que las aportaciones al cuerpo de conocimientos de la ingeniería de software se mantienen en el ámbito conceptual y que es escasa la vinculación con el sector público y

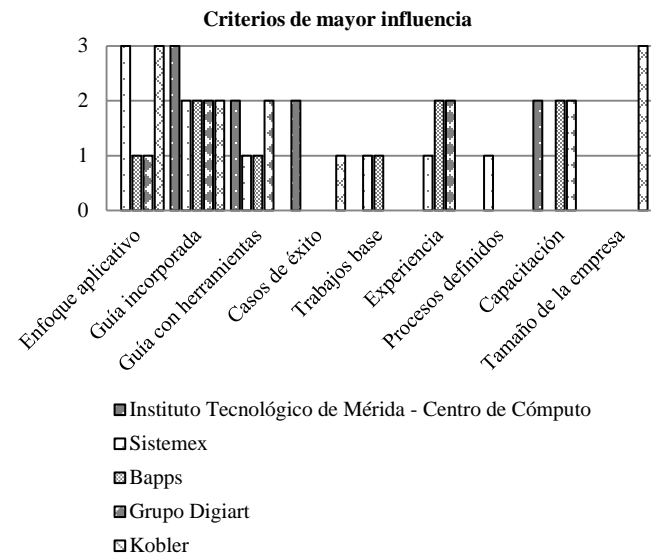
privado, lo que se corrobora de acuerdo con los resultados publicados en [42].

Criterios de mayor influencia

En la Figura 2 se observa que 3 criterios recibieron la mejor puntuación, de 3 puntos, en la elección de los marcos de trabajo de mejora de procesos software: Finalidad, Guía incorporada y Tamaño de la organización. 4 criterios recibieron la segunda mejor puntuación de 2 puntos: Guía con herramientas, Casos de éxito, Experiencia y Organismos de capacitación. El resto de los criterios recibieron 1 punto: Marcos de trabajo de referencia y Procesos definidos. También se observa que el criterio que recibió el mayor número de menciones es Guía incorporada, con 5. Seguido de los criterios Finalidad y la Guía con herramientas con 4 menciones, cada uno, y de Organismo de capacitación y Experiencia con 3 menciones, cada uno. El resto de los criterios recibieron dos menciones o menos: Marcos de trabajo de referencia y Proceso definido. Así mismo, se observa que todos los criterios recibieron una mención, cuando menos.

Estos resultados sugieren que Guía incorporada, Finalidad y Guía con herramientas, son los criterios de mayor influencia en la elección de marcos de trabajo de mejora de procesos, en el contexto de este trabajo. Seguidos de Organismo de capacitación y Experiencia. Así mismo, sugieren que todos los criterios fueron de utilidad en la elección.

Figura 2. Grafica de barras de los criterios de mayor influencia.



6. CONCLUSIONES

En este trabajo se han propuesto 9 criterios de clasificación de marcos de trabajo; así como, explorado su utilidad e influencia en la selección de 16 marcos de trabajo de mejora

de procesos software, a través de una encuesta realizada a 5 organizaciones MiPyMEs_DS.

Los resultados de este trabajo mostraron que, a pesar de que no todos los responsables de desarrollo conocían el término de marco de trabajo y que únicamente dos de ellos conocían a lo más uno de los 16 marcos de trabajo, todos los participantes fueron capaces de elegir marcos de trabajo de mejora de proceso. Estos eligieron en su mayoría el MPS Model, como la mejor opción para su organización y como otro marco de trabajo adicional, que le hubiera gustado elegir. Así mismo, los resultados mostraron que los criterios de mayor influencia en la selección de los mencionados marcos de trabajo son Guía incorporada, Finalidad y Guía con herramientas, aunque todos los criterios se pueden considerar influyentes, dado que todos recibieron cuando menos una mención.

Como trabajos futuros, se sugiere clasificar marcos de trabajo diferentes a los aquí analizados, con el fin de explorar posibles criterios que enriquezcan la propuesta de este trabajo y contribuyan a una mayor generalización de los mismos; así mismo se sugiere realizar un caso de estudio sobre las empresas que decidan implementar algún marco de trabajo. Se espera que esta propuesta de clasificación de marcos de trabajo contribuya a facilitar la tarea de seleccionar algún marco de trabajo a las MiPyMEs_DS, interesadas en la mejora de sus procesos.

7. REFERENCIAS

- [1] J. Banegas, "Informe AETIC 2007", Instituto Español de Comercio Exterior, Madrid, España. 2008.
- [2] D. Jeans-Marcc, Z. Mohammad, and A. Alain, "Very Small Enterprises (VSE) Quality Process Assesment", 2007.
- [3] S. F. Ochoa, A. Quispe, A. Vergara, and J. A. Pino, "Improving Requirements Engineering Processes in Very Small Software Enterprises Through the Use of a Collaborative Application", in 14th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design, 2010.
- [4] I. Richardson, C. G. von Wangenheim, "Why are Small Software Organizations Different?", IEEE Software, 24(1), pp.18-22, 2007.
- [5] C. Y. Laporte, S. Alexandre, R. V. O'Connor, "A Software Engineering Lifecycle Standard for Very Small Enterprises", In: O'Connor, R.V., Baddoo, N., Smolander, K., Messnarz, R. (eds.) Software Process Improvement, EuroSPI 2008. CCIS, vol. 16, pp. 129-141. Springer, Berlin et al (2008).
- [6] H. Oktaba, F. Garcia, M. Piattini, F. Ruiz, F. Pino, C. Alquicira, "Software Process Improvement: The Competisoft Project", IEEE Computer, 40(10), pp. 21-28, 2007.
- [7] D. L. Gibson, D.R. Goldenson, K. Kost, "Performance Results of CMMI-Based Process Improvement", Technical Report CMU/SEI-2006-TR-004, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, 2006.
- [8] M. Staples, M. Niazi, "Systematic Review of Organizational Motivations for Adopting CMM-based SPI", Information and Software Technology 50, pp. 605-620, 2008.
- [9] B. Ancona, "Avances de marcos para el desarrollo y la mejora de procesos software orientados a las MiPyME's", Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Yucatán, México, 2015.
- [10] B. Sharma, N. Sharma, N. Sharma, "Software Process Improvement: A Comparative Analysis of SPI models", Emerging Trends in Engineering and Technology (ICETET), 2009 2nd International Conference, pp.1019-1024, 16-18, 2009.
- [11] R. Anacleto, C. G. Von Wangenheim, C.F. Salviano, R. Savi, S. José, S. Brasil, & C. S, Brasil, "A method for process assessment in small software companies", 4th International SPICE Conference on Process Assessment and Improvement, Portugal, 2004.
- [12] Zarour Mohammad, Jean-Marc Desharnais, and Alain Abran, "A framework to compare software process assessment methods dedicated to small and very small organizations", International Conference on Software Quality-ICSQ. Vol. 7. 2007.
- [13] D. Mishra and A. Mishra, "Software process improvement in SMEs: A comparative view", Computer Science and Information Systems, 6(1), pp. 111-140, 2009.
- [14] CMMI (Capability Maturity Model Integration) Framework, Software Engineering Institute/Carnegie Mellon University, 2005, <http://www.sei.cmu.edu/cmmi>
- [15] ISO/IEC Std. 15504: Information Technology - Process Assessment, Part 1 to Part 5, International Organization for Standardization, 1998-2005
- [16] F. Mc Caffery, P. Taylor and G. Coleman, "Adept: A Unified Assessment Method for Small Software Companies", Software, IEEE, 24(1), pp.24-31, 2007.
- [17] S. M. Sutton, "The role of process in software start-up", Software, IEEE, 17(4), pp.33-39, 2000.
- [18] C. Wangenheim, S. Weber, J. Hauck, "Experiences on establishing software process in small companies", Information and Software Technology 48(9), pp. 890-900, 2006.
- [19] Y. Sun and X. F. Liu, "Business-oriented software process improvement based on CMMI using QFD", Information and software technology, 52(1), pp. 79-91, 2010.
- [20] M. Klas, F. Elberzhager, R. van Lengen, T. Schulz, and J. Goebels, "A Framework for the Balanced Optimization of Quality Assurance Strategies Focusing on Small and Medium Sized Enterprises", Software Engineering and Advanced Applications, SEAA '09, 35th Euromicro Conference, pp.335-342, 2009.
- [21] C. Pérez, Crecimiento Continuo, "Estudio Sobre la Mejora de Procesos en México", Software Guru, 1(6), 2005.
- [22] Ministerio de Industria, Energía y Turismo (2013), "Más Información sobre la nueva definición de la PYME en UE", Recuperado el 08 de enero del 2016 de <http://www.ipyme.org/ES/CPyme/Documents/NuevaDefinicionPyme.pdf>

- [23] L. Zhang and S. Dan, "Software process improvement for small and medium organizations based on CMMI", Artificial Intelligence, Management Science and Electronic Commerce (AIMSEC), 2011 2nd International Conference, IEEE, pp. 2402-2405, 2011.
- [24] R. W. Ferguson, C. F. Summer and C. C. Rita, "A Method for Assessing Technical Progress and Quality Throughout the System Life Cycle", No. CMU/SEI-2009-TN-032. Carnegie-Mellon University, Pittsburgh PA, Software Engineering Institute, pp. 1-31, 2009.
- [25] X. F. Liu, Y. Sun, C. S. Veera, Y. Kyoya, K. Noguchi, "Priority assessment of software process requirements from multiple perspectives", Journal of Systems and Software, 79(11), pp. 1649-1660, 2006.
- [26] M. N. Khokhar, A. Mansoor, M. Khokhar, S. U. Rehman and A. Rauf, "MECA: Software Process Improvement for Small Organizations", Information and Emerging Technologies (ICIET), 2010 International Conference, IEEE, pp. 1-6, 2010.
- [27] F. J. Pino, C. Pardo, F. Garcia and M. Piattini, "Assessment methodology for software process improvement in small organizations", Information and Software Technology, 52 (10), pp. 1044-1061, 2010.
- [28] J. M. Desharnais, M. Zarour, A. April, "Very Small Enterprises (VSE) Quality Process Assessment", 3rd International Workshop on Quality of Information and Communication Technologies, Havana - Cuba, 2007.
- [29] K. Weber, E. Araújo, A. Rocha, C. Machado, D. Scalet, C. Salviano, "Brazilian software process reference model and assessment method", Computer and Information Sciences, Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 402-411, 2005.
- [30] J. Garzas, F. J. Pino, M. Piattini and C. M. Fernandez, "A maturity model for the Spanish software industry based on ISO standards", Computer Standards & Interfaces, 35(6), pp. 616-628, 2013.
- [31] A. Stambollian, N. Habra, C. Y. Laporte, J. M. Desharnais and A. Renault, "OWPL: A gradual approach for software process improvement in SMEs", 32nd EUROMICRO Conference on Software Engineering and Advanced Applications (EUROMICRO-SEAA'06), IEEE, pp. 328-335, 2006.
- [32] A. Allue, E. Dominguez, A. Lopez and M. A. Zapata, "QRP: A CMMI Appraisal Tool for Project Quality Management", Procedia Technology, 9, pp. 664-669, 2013.
- [33] A. Cater-Steel, M. Toleman and T. Rout, "Process improvement for small firms: An evaluation of the RAPID assessment-based method", Information and Software Technology, 48(5), pp.323-334, 2006.
- [34] K. Petersen and C. Wohlin, "Software process improvement through the Lean Measurement (SPI-LEAM) method", Journal of Systems and Software, 83(7), pp. 1275-1287, 2010.
- [35] I. García, C. Pacheco, E. Mendoza, J. A. Calvo-Manzano, G. Cuevas and T. San Feliu, "Managing the software process with a software process improvement tool in a small enterprise", Journal of Software: Evolution and Process, 24(5), pp. 481-491, 2012.
- [36] J. A. Hurtado, M. C. Bastarrica (2009), "Tutelkán Implementation Process-TIP Process Definition", Recuperado el 28 de enero 2016 <http://www.tutelkan.info/blog/wp-content/uploads/2009/06/tip-definicion-del-proceso.pdf>
- [37] P. Mochi, "La industria del software en México en el contexto internacional y latinoamericano", México. Ed. CRIM, UNAM, 2006.
- [38] A. Hualde y P. Mochi. (2008), "México: ¿una apuesta estratégica por la industria del software?", Comercio Exterior, 58(5), pp. 335-349. Recuperado el 01/02 del 2016 de <http://www10.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2008/02086.pdf>
- [39] G. Santos, M. Kalinowski, A.R Rocha, G. H. Travassos, K. C. Weber, and J. A. Antonioni, "MPS. BR program and MPS model: main results, benefits and beneficiaries of software process improvement in Brazil", 2012 Eighth International Conference on the Quality of Information and Communications Technology (QUATIC), IEEE, pp. 137-142, 2012, 2012.
- [40] A. Stambollian, N. Habra, C. Y. Laporte, J. M. Desharnais and A. Renault, "OWPL: A Light Model & Methodology for Initiating Software Process Improvement", SPICE Conference, Luxembourg, pp. 1-9, 2006.
- [41] F. J. Pino, F. García and M. Piattini, "Revisión sistemática de mejora de procesos software en micro, pequeñas y medianas empresas", REICIS. Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software, 2(1), pp. 6-23, 2006.
- [42] J. M. Vega, I. Fernández de Lucio and R. Huanca, "La Relación Universidad-Empresa en América Latina: ¿Apropiación Incorrecta de Modelos Foráneos?", Journal of Technology Management & Innovation, 2(3), pp. 97-107, 2007.

Antonio Armando Aguilera Aguilera es Licenciado en Ciencias de la Computación, egresado de la Facultad de Matemáticas (FMat) de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), Maestro en Ciencias de la Computación por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), campus Monterrey. Actualmente es Profesor de Tiempo Completo e integrante del Grupo Académico de Tecnologías para la Formación en Ingeniería de Software en la FMat. El área de investigación de su interés gira en torno a la Ingeniería de Software e Informática Educativa.

Andrés Rosado Herrera, es egresado de la licenciatura en Ingeniería de Software de la Universidad Autónoma de Yucatán y Líder de Proyectos en la empresa Sistemex. Su área de interés gira entorno a la Ingeniería de Software.

Raúl Antonio Aguilar Vera posee un Master en Ingeniería de Software, así como el grado de Doctor -con mención de Doctor Europeo- por la Universidad Politécnica de Madrid. Actualmente es Profesor Titular en la Facultad de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Yucatán. Sus áreas de interés en investigación son: la Ingeniería de Software y la Informática Educativa.

Julio César Díaz Mendoza es Ingeniero Industrial en Producción por el Instituto Tecnológico de Mérida (ITM). Maestro en Tecnologías de Información, por la Universidad Interamericana para el Desarrollo. Especialista en Docencia de la Universidad Autónoma de Yucatán. Actualmente imparte asignaturas en las Licenciaturas en Ingeniería de Software, y en Ciencias de la Computación de la Facultad de Matemáticas, relacionadas con las áreas de Ingeniería de Software. Su interés se enfoca en Procesos de Software e Ingeniería de Software Educativa.

APÉNDICE

Tabla 2. Tabla de clasificación de los marcos de trabajo de mejora de procesos software seleccionados.

Tabla de clasificación									
Marco de trabajo/ Criterio	Finalidad	Guía Incorporada	Guía con Herramientas	Casos de Éxito	Marcos de trabajo de referencia	Experiencia	Procesos Definidos	Organismos de capacitación	Tamaño de Organización
Adept	Evaluación	Si cuenta	No cuenta	No cuenta	CMMI ISO/IEC:15504 EPA	No requiere	No requiere	No cuenta	Micro
Framework de Klas et al	Mejora	No cuenta	No cuenta	No cuenta	QIP(Quality Improvement Paradigm) GQM(Goal/Question/Metric) DFM(Defect flow models) QATAM(Quality Assurance Tradeoff Analysis Method) DCE(Defect Content and Effectiveness Causal Models) CMMI DCA(Defect Causal Analysis)	Si requiere	No especificado	No cuenta	Pequeña y Mediana
Framework de Lina Zhang et al	Mejora	No cuenta	No cuenta	No cuenta	CMM CMMI	No especificado	No especificado	No cuenta	No especificado
Framework de Robert W. Ferguson et al	Evaluación	Si cuenta	No cuenta	No cuenta	No especificado	No requiere	No requiere	No cuenta	Pequeña y Mediana
CBPA	Definición, Evaluación y Mejora	Si cuenta	No cuenta	Si cuenta	QFD(Quality Function Deployment) CMM	No especificado	No especificado	No cuenta	No especificado
MECA	Evaluación y Mejora	Si cuenta	No cuenta	No cuenta	PDCM(Plan, Do and Check Act Model) IDEAL Model	No especificado	Si requiere	No cuenta	No especificado
METvalCOM-PETISOFT	Evaluación	Si cuenta	No cuenta	Si cuenta	Action-Research Method COMPETISOFT	No especificado	Si requiere	No cuenta	Pequeña y Mediana
Micro-Evaluation	Evaluación	No cuenta	No cuenta	Si cuenta	OWPL(Walloon Observatory for Software Practices)	No requiere	No requiere	No cuenta	Micro
MPS Model	Evaluación y Mejora	Si cuenta	Si cuenta	Si cuenta	ISO/IEC 15504 ISO/IEC 12207	No requiere	No requiere	SOFTTEX	Micro, Pequeña y Mediana
Organizationa l Maturity Model	Evaluación y Mejora	Si cuenta	No cuenta	Si cuenta	ISO/IEC 15504 ISO/IEC 12207	No requiere	No requiere	Kybel Consulting AENOR Pryma	Micro, Pequeña y Mediana
OWPL	Definición, Evaluación y Mejora	Si cuenta	No cuenta	Si cuenta	SPICE CMM	No especificado	No requiere	No cuenta	Micro y Pequeña
QRP	Evaluación	Si cuenta	No cuenta	No cuenta	CMMI-DEV SCAMPI	No especificado	No especificado	No cuenta	No especificado
RAPID	Evaluación y Mejora	No cuenta	No cuenta	Si cuenta	SPICE ISO/IEC:15504 ISO/IEC:15505	No requiere	No requiere	No cuenta	Micro
SPI-LEAM	Mejora	Si cuenta	No cuenta	No cuenta	QIP(Quality Improvement Paradigm)	No especificado	Si requiere	No cuenta	No especificado
SysProVal	Evaluación y Mejora	No cuenta	No cuenta	No cuenta	QIP(Quality Improvement Paradigm) CMMI-DEV (adaptado) IDEAL	No especificado	Si requiere	No cuenta	No especificado
Tutelkan SPI Framework	Definición y Evaluación	Si cuenta	No cuenta	Si cuenta	CMMI-DEV v1.2 ISO 9001:2000 COMPETISOFT	No especificado	No requiere	No cuenta	Micro y Pequeña

Tabla 3. Cuestionario de validación de los atributos de comparación

Cuestionario		
Validación de atributos de clasificación		
No	Pregunta	Respuesta
1	¿Conocía el término “Marco de Trabajo (Framework)” aplicado al desarrollo y mejora del proceso software?	Sí No
2	¿Cuál fue el marco de trabajo que seleccionó de la tabla comparativa?	Adept Framework de Klas et al Framework de Lina Zhang et al Framework de Robert W. Ferguson et al CBPA MECA METvalCOMPETISOFT Micro-Evaluation MPS Model Organizational Maturity Model OWPL QRP RAPID SPI-LEAM SysProVal Tutelkan SPI Framework
3	¿Hubo uno o más marcos de trabajo que le hubieran gustado seleccionar? Seleccione cuales.	Adept Framework de Klas et al Framework de Lina Zhang et al Framework de Robert W. Ferguson et al CBPA MECA METvalCOMPETISOFT Micro-Evaluation MPS Model Organizational Maturity Model OWPL QRP RAPID SPI-LEAM SysProVal Tutelkan SPI Framework
4	¿Conocía uno o más marcos de trabajo de los expuestos en la tabla comparativa? Seleccione cuales.	Adept Framework de Klas et al Framework de Lina Zhang et al Framework de Robert W. Ferguson et al CBPA MECA METvalCOMPETISOFT Micro-Evaluation MPS Model Organizational Maturity Model OWPL QRP RAPID SPI-LEAM SysProVal Tutelkan SPI Framework
5	Distribuya 9 puntos en total entre los criterios que le ayudaron a seleccionar el marco de trabajo, tomando en cuenta que los de mayor puntaje fueron los que más influyeron en su decisión.	Finalidad Guía incorporada Guía con herramientas Casos de éxito Marcos de trabajo de referencia Experiencia Procesos definidos Organismo de capacitación Tamaño de la organización