



Las PyME de desarrollo de software. Modelos de mejora de sus procesos en Latinoamérica

SMEs in software development. Software improvement process models in Latin America

SUÁREZ Urresti, David Ronald [1](#) y LEÓN Rodríguez, Giraldo de la Caridad [2](#)

Recibido: 31/03/2019 • Aprobado:09/08/2019 • Publicado 26/08/2019

Contenido

- [1. Introducción](#)
- [2. Metodología](#)
- [3. Resultados](#)
- [4. Conclusiones](#)

[Referencias bibliográficas](#)

RESUMEN:

Se estudiaron los modelos de procesos de mejoras de software más usados en Latinoamérica por las PyME de desarrollo de software. Se revisan los modelos MPS.BR, MoProSoft, Competisoft, CMMI-DEV y la ISO/IEC29110. Se realizó un análisis crítico de los procesos en los modelos donde puede intervenir la gestión del conocimiento para apoyar a las PyME desarrolladoras de software. Más que el modelo a elegir a la hora de implementar uno, es el contar con el compromiso de las personas involucradas y se evidencia en las PyME solo se puede llegar a cierto nivel de certificación, como se puede ver en el modelo CMMI-DEV, MoProSoft, Competisoft y MPS.BR.

Palabras clave: Administración del conocimiento; PyME; Desarrollo de software; Modelos

ABSTRACT:

Study of software improvement process models most used in Latin America by software development SMEs. The models MPS.BR, MoProSoft, Competisoft, CMMI-DEV and ISO / IEC29110 are reviewed. A study is made of the processes in which knowledge management can intervene to support software development SMEs. More than the model to choose when implementing one, it is to count on the commitment of the people involved and it is evident in SMEs only a certain level of certification can be reached, as can be seen in the CMMI-DEV model, MoProSoft, Competisoft and MPS.BR.

Keywords: Knowledge management; Small and medium-sized enterprises; Software development; Models

1. Introducción

Las pequeñas y medianas empresas (PyME) de desarrollo de software, constituyen la mayor cantidad de la fuerza laboral en el mundo, llegando a ser más del 80% de las empresas en los países. Sus características principales son: cuentan con recursos humanos y de capital reducido, no tienen un estándar de desarrollo implementado, por subsistir en el mercado toman cualquier trabajo que se le presenta notándose la falta de especialización en un nicho determinado y provocando que las estimaciones realizadas en tiempo y recursos sean

irreales.

Los estándares existentes de desarrollo de software no se enmarcan en esta realidad de las PyME, haciendo que su implementación sea nula. Se ha identificado que existe una dificultad en relacionar los estándares internacionales con la necesidad del negocio y que el esfuerzo necesario para su implementación no sea atractivo para las PyME. Esto ha generado la creación de modelos específicos para las PyME como la ISO/IEC 29110, MoProSoft, MPS.BR y Competisoft que tratan de estandarizar o certificar a las PyME para darles mayor competitividad en el mercado. Sin embargo, a la hora de implementar un modelo es necesario contar con el compromiso de las personas involucradas, esto lo afirma Coque-Villegas (2017) y es mencionado por Dávila et al. (2012) al especificar la importancia de firmar un acuerdo entre las instituciones participantes del proyecto Competisoft y la Universidad Católica del Perú.

Si hacemos un ranking de estos modelos, tenemos que en más popular en Latinoamérica es el CMMI-DEV ya que tanto el MPS.BR, Competisoft y MoProSoft son modelos específicamente creados para Brasil, México y Perú. La ISO/IEC 29110 al ser el modelo más nuevo y no estar todos sus componentes desarrollados, no se tiene mucha información de la cantidad de empresas certificadas, pero tiene todo el potencial para ser un modelo más utilizado en Latinoamérica, lo que se debe tener en cuenta es la adaptación con la realidad de los países donde se implementará.

No existe un mejor modelo, todo depende del contexto de la PyME ya que todos los modelos estructuran y estandarizan sus procesos. Como dijimos antes, mucho de estos modelos han sido impulsados o creados por instituciones de una región específica tratando de mejorar las deficiencias que tienen las PyME de la región.

Al ver diferentes propuestas de modelos que una PyME de desarrollo de software puede implementar, surge la interrogante: ¿es suficiente el soporte metodológico existente en las PyME de desarrollo de software para la mejora de procesos de diseño de software y la administración del conocimiento?

De esta interrogante, surge el objetivo de este estudio que es elaborar un análisis del estado del arte de los diferentes modelos empleados por las PyME de desarrollo de software en Latinoamérica para la mejora de procesos de desarrollo de software y la administración del conocimiento.

2. Metodología

Para este estudio del arte, se realizó una búsqueda en Scopus (2018) de la siguiente consulta sobre mejora de procesos de software:

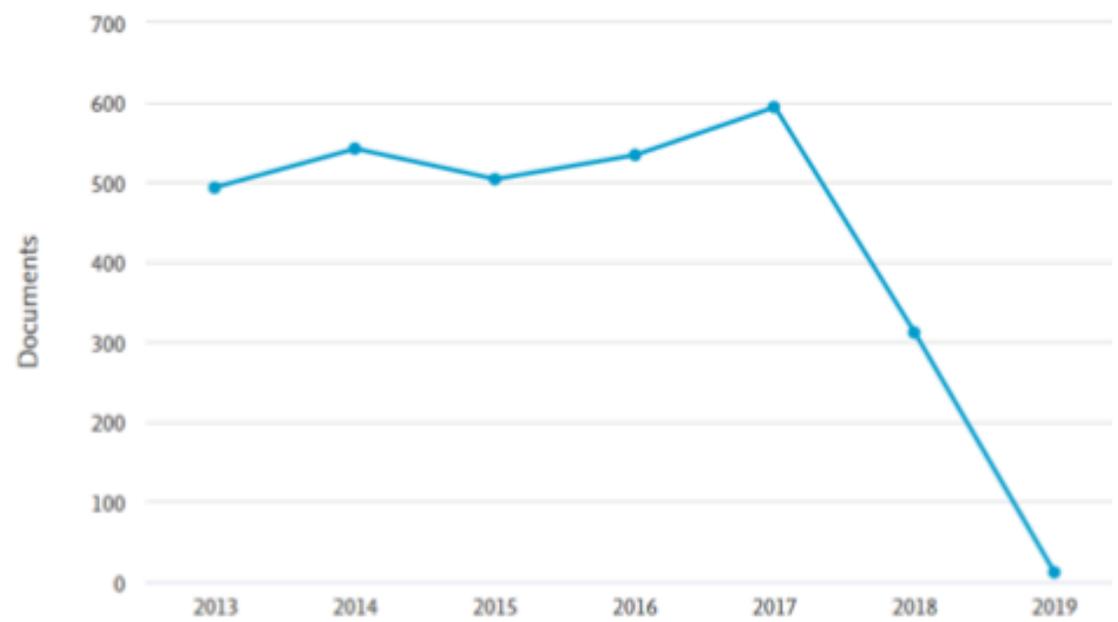
```
TITLE-ABS-KEY ( software AND process AND improvement ) AND ( LIMIT-TO ( SUBJAREA , "COMP " ) ) AND ( LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2019 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2018 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2017 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2016 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2015 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2014 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2013 ) ) AND ( LIMIT-TO ( LANGUAGE , "English " ) OR LIMIT-TO ( LANGUAGE , " Spanish " ) OR LIMIT-TO ( LANGUAGE , " Portuguese " ) OR LIMIT-TO ( LANGUAGE , " Russian " ) )
```

La consulta arrojó 2992 resultados desde el año 2013 al 2019. Como se ve en la Figura 1, hay un constante estudio sobre el tema. En el año 2018 se ve una disminución dado que aún falta algunos meses para conclusión del año y se ve que para el 2019 ya existen 12 artículos relacionados que serán publicados. Esto nos indica que la investigación en el tema de mejora de procesos de software es importante para la comunidad científica.

Figura 1
Búsqueda de mejoramiento
de procesos de software

Year ↓	Documents ↑
2019	12
2018	312
2017	594
2016	534
2015	504
2014	542
2013	494

Documents by year



Fuente: Scopus (s.f.)

De estos 2992 resultados, se filtró a aquellos que estaban relacionados con los modelos ISO/IEC 29110, MoProSoft, Competisoft, CMMI-DEV y MPS.BR, los artículos que estaban relacionados con las PyME en Latinoamérica y a los que se pudo tener acceso.

Se tomó como guía para seleccionar los modelos el artículo de Galvis-Lista & Sánchez-Torres (2013) y las referencias de los artículos encontrados en las búsquedas. De igual manera se consultó las páginas de los organismos creadores de los modelos, para obtener estadísticas de la cantidad de empresas certificadas y el estado de ellas.

2.1. Modelos para PyME de desarrollo de software

La realidad de las PyME es diferente al de las empresas grandes, esto ha generado que la comunidad desarrollara modelos de desarrollo de software pensados para las PyME. Galvis-Lista & Sánchez-Torres (2013) especifica los cinco modelos más usados en Latinoamérica (ver Tabla 1) y que se detallan a continuación.

Tabla 1
Modelos de desarrollo de software más usados por PyME

Modelo	Año	Institución	País	Procesos
CMMI-DEV	2011	Instituto de ingeniería de software	Estados Unidos	22
ISO/IEC 12207	2008	Organización internacional para la estandarización	Internacional	43
MPS.BR	2011	Asociación para la promoción de la excelencia del software brasilero	Brasil	19
Competisoft	2008	Proyecto Competisoft	Latinoamérica	9
MoProSoft	2005	Asociación mexicana para la calidad en ingeniería de software	México	8

Fuente: Galvis (2013)

En este caso remplazaremos la ISO/IEC 12207 por la ISO/IEC 29110 que está más enfocada a PyME y dado su análisis es más adecuada para este tipo de empresas de desarrollo de software (Larrucea et al. , 2016; Laporte et al., 2015; Sanchez, O'Connor & Colomo, 2015;

O'Connor & Laporte, 2011; O'Connor & Laporte, 2017; ISO, 2016). El estudio de Galvis-Lista & Sánchez-Torres (2013) no fue considerado dado que la ISO/IEC 29110 recién fue desarrollada en el 2011 y al tiempo de ser publicado su trabajo no existía mucha documentación al respecto.

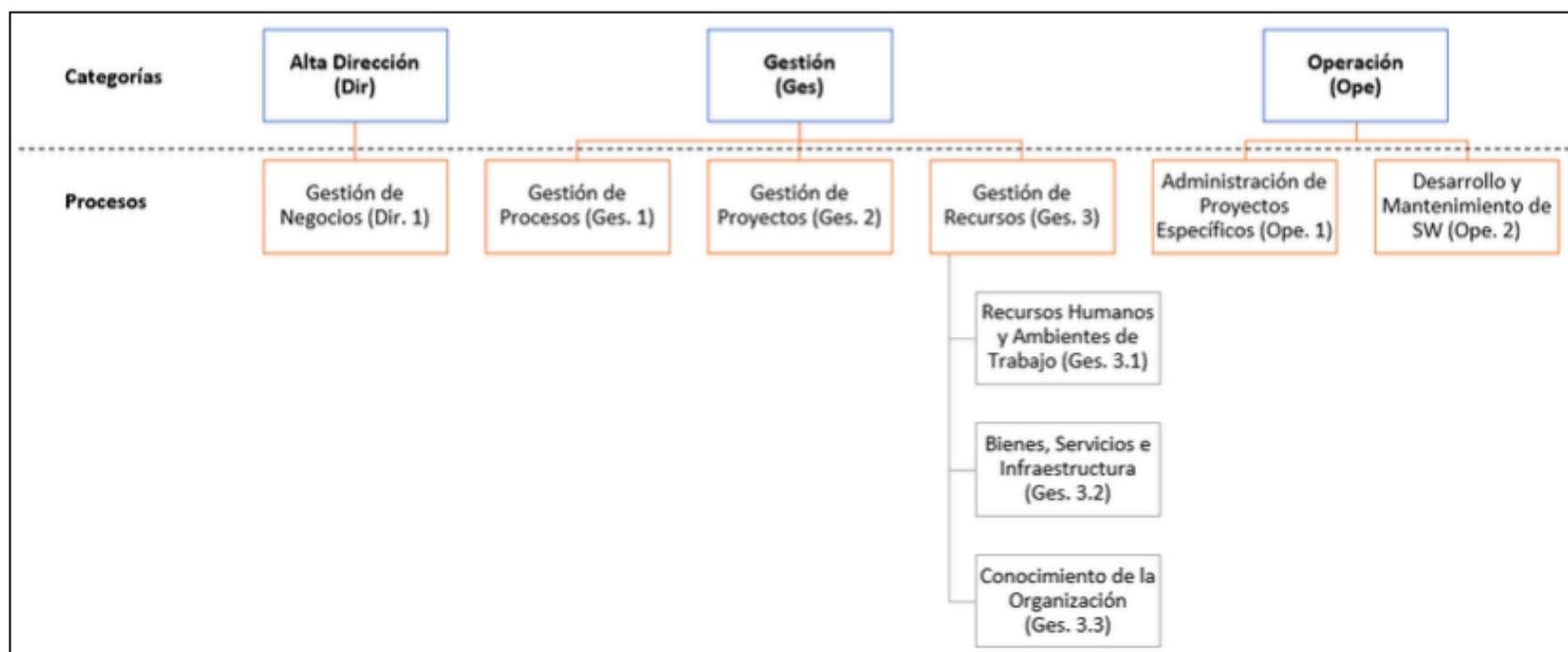
3. Resultados

3.1. Modelo MoProSoft

El Modelo de Procesos para la Industria de Software (MoProSoft) en México, fue creado el año 2003 para fomentar la estandarización en las empresas de desarrollo de software mexicanas a través de la incorporación de las mejores prácticas en gestión de ingeniería de software y fue elevado a nivel de norma el 2005 convirtiéndose en la norma mexicana NMX-I-059/02-NYCE. Su principal objetivo es proporcionar un modelo basado en las mejores prácticas internacionales para la estandarización de los procesos de la industria de software en México que en su gran mayoría están compuestos por pequeña y mediana empresa (Oktaba et al., 2005).

Según Oktaba et al. (2005), el modelo MoProSoft pretende apoyar a las organizaciones en la estandarización de sus prácticas, en la evaluación de su efectividad y en la integración de la mejora continua a través de sus tres categorías: 1) Alta Dirección, 2) Gestión y 3) Operación (ver Figura 2).

Figura 2
Categorías y procesos de MoProSoft



Fuente: Reyes et al. (2009)

El modelo tiene nueve procesos distribuidos en sus tres categorías y certifica a las empresas en niveles (ver Figura 3).

Figura 3
Niveles MoProSoft

Optimizado
El proceso se mejora continuamente para cumplir los objetivos de negocio relevantes actuales y proyectadas.

Nivel 5 Optimizado
PA.5.1 Innovación del proceso
PA.5.2 Optimización del proceso

Predecible
El proceso es definido consistentemente en sus límites definidos.

Nivel 4 Predecible
PA.4.1 Medición del proceso
PA.4.2 Control del proceso

Establecido
Se utiliza un proceso definido basado en un proceso estándar.

Nivel 3 Establecido
PA.3.1 Definición del proceso
PA.3.2 Implantación del proceso

Nivel 2 Gestionado
2.1 Administración de la realización
2.2 Administración del producto de trabajo

Gestionado
El proceso es gestionado y los productos resultantes se establecen, controlan y mantienen.

Nivel 1 Realizado
PA.1.1 Realización del proceso

Realizado
Se implementa el proceso y alcanza los objetivos del proceso.

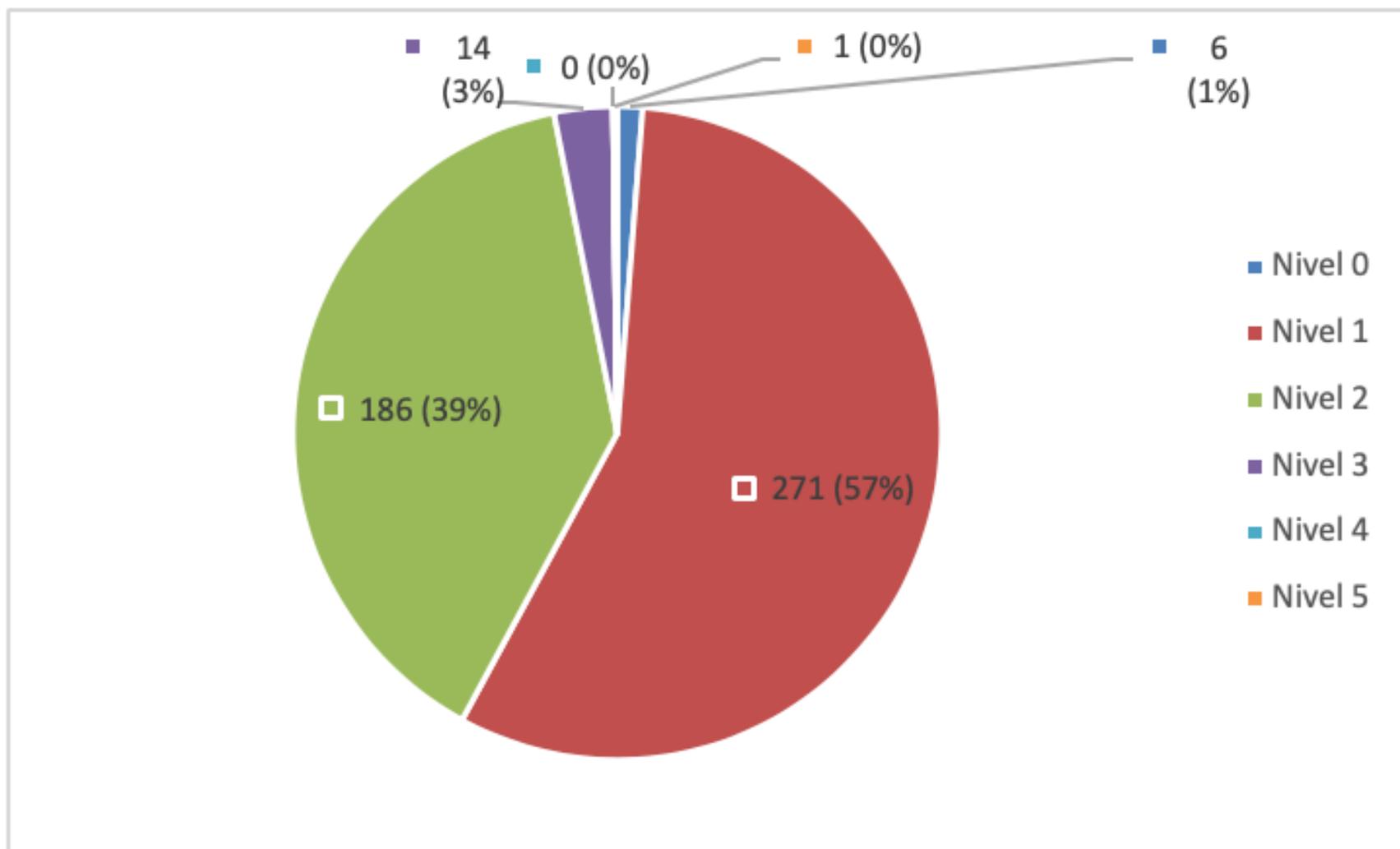
Nivel 0 Incompleto

Incompleto
El proceso no está implementado o falla en alcanzar su propósito.

Fuente: <http://e-processmexico.com>

Según datos del último reporte NYCE (2018), en la actualidad se tiene un total de 478 empresas certificadas con MoProSoft, de las cuales el 96% se encuentran entre los niveles 1 y 2 (ver Figura 4). En el reporte de NYCE (2018) no se pudo determinar qué porcentaje de las empresas certificadas son PyME, pero si se pudo evidenciar que existen empresas multinacionales y empresas grandes en el listado reflejándose en las 21 empresas que se encuentran certificadas entre los niveles 3-5.

Figura 4
Porcentaje de empresas por nivel



Fuente: Elaboración propia

Se tiene la hipótesis que gran parte de las empresas que llegan hasta el nivel 2 consideran

que el certificar un nivel superior implica mucho esfuerzo. Sin embargo, esta hipótesis debe ser probada.

3.2. Modelo MPS.BR

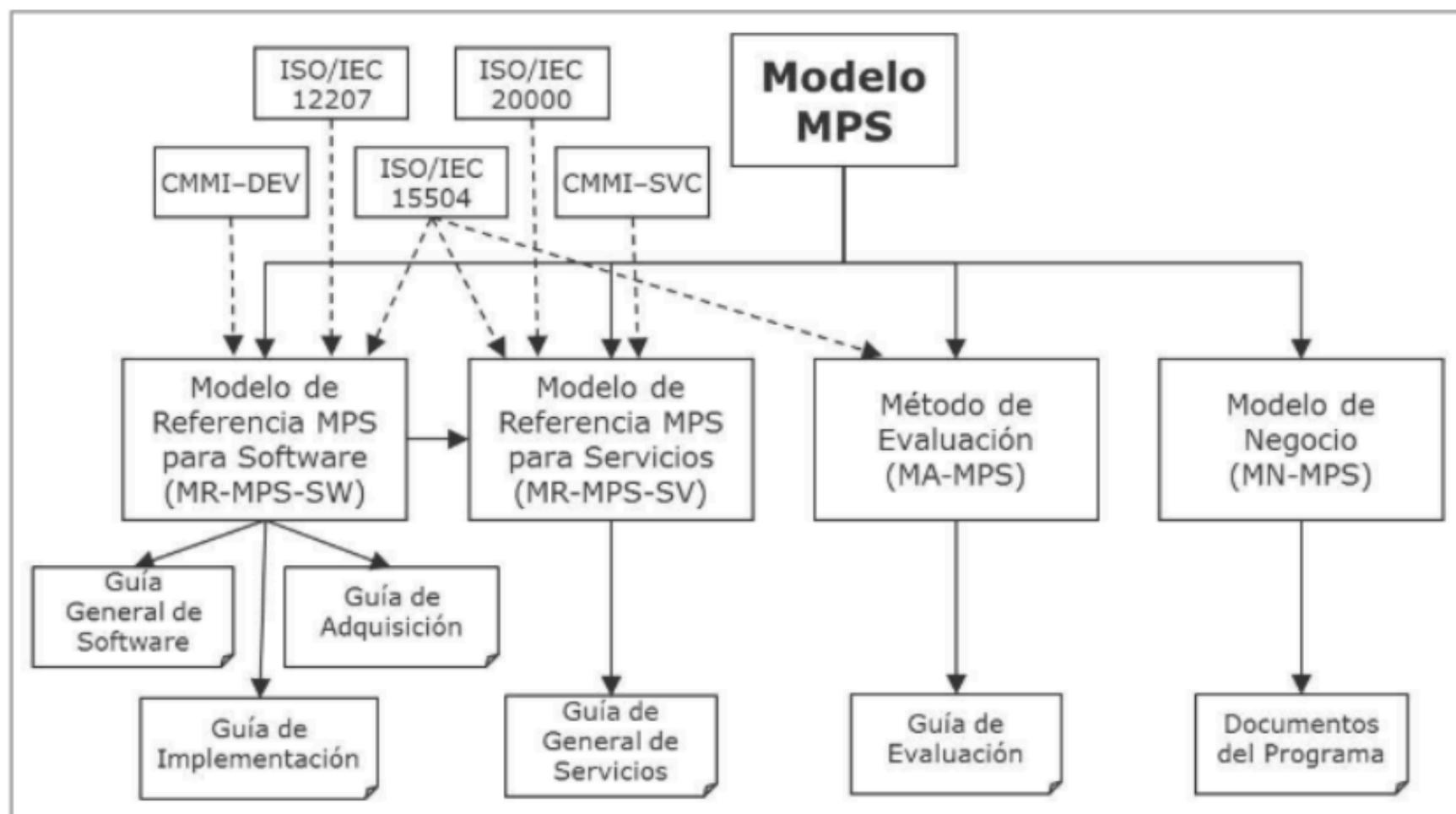
MPS.BR es un programa para la mejora de los procesos de software de las PyME de desarrollo en el Brasil creado en diciembre de 2003 por la Asociación para Promoción de la Excelencia del Software Brasileño (SOFTEX, 2012).

Este programa se centra en mejorar la competitividad de las micro, pequeñas y medianas empresas de desarrollo de software, mejorando la calidad de los productos de software y sus servicios asociados, como en los procesos de producción y distribución de software. Siendo su objetivo la mejora del proceso de software en los países de Brasil, Colombia, México y Perú, con foco en las Micro, Pequeñas y Medianas empresas a un costo accesible.

El modelo MPS.BR está conformado por cuatro componentes: por el 1) Modelo de Referencia MPS para Software o "MR-MPS-SW", 2) Modelo de Referencia MPS para Servicios o "MR-MPS-SV", 3) Método de Evaluación o "MA-MPS" y 4) Modelo de Negocio para Mejora de Proceso de Software y Servicios.

Cada componente del modelo está especificado en sus guías respectivas y basados en estándares internacionales como se muestra en la Figura 5.

Figura 5
Componetes del modelo MPS



Fuente: SOFTEX (2012)

Este modelo define niveles de madurez que son una combinación entre procesos y capacidades, estos niveles son etapas de mejora de la implementación de procesos en la organización.

El MR-MPS-SW define siete niveles de madurez: A (En Optimización), B (Gestionado Cuantitativamente), C (Definido), D (Ampliamente Definido), E (Parcialmente Definido), F (Gestionado) y G (Parcialmente Gestionado). La escala de madurez se inicia en el nivel G y progresa hasta el nivel A. Para cada uno de estos siete niveles de madurez se atribuye un perfil de procesos que indican adonde la organización debe colocar el esfuerzo de mejora (SOFTEX, 2012).

Los procesos están definidos como el conjunto de propósitos y resultados. A su vez, los

propósitos están definidos por atributos de procesos que especifican el grado de refinamiento con que el proceso es ejecutado en la organización. En el modelo MPS existen 9 atributos de procesos (AP) que se aplican a los niveles.

La guía de mejora de procesos de software de SOFTEX (2012) define los atributos de procesos como:

AP 1.1 El Proceso es ejecutado: Este atributo evidencia si el proceso logra su propósito.

AP 2.1 El proceso es gestionado: Este atributo evidencia si la ejecución del proceso es gestionada.

AP 2.2 Los productos de trabajo del proceso son gestionados: Este atributo evidencia si se gestiona apropiadamente los productos de trabajo producidos de los procesos.

AP 3.1 El proceso es definido: Este atributo evidencia si un proceso estándar es mantenido para apoyar la implementación del proceso definido.

AP 3.2 El proceso está implementado: Este atributo evidencia si el proceso estándar es efectivamente implementado como un proceso definido para lograr sus resultados.

AP 4.1 El proceso es medido: Este atributo evidencia si las mediciones de los resultados son utilizadas para asegurar que la ejecución del proceso logre sus objetivos de desempeño y apoye al logro de los objetivos de negocio definidos.

AP 4.2 El proceso es controlado: Este atributo evidencia si el proceso es controlado estadísticamente para producir un proceso estable, capaz y previsible dentro de límites establecidos.

AP 5.1 El proceso es objeto de mejoras incrementales e innovaciones: Este atributo evidencia si los cambios en el proceso son identificados a partir del análisis de defectos, problemas, causas comunes de variación del desempeño y de la investigación de enfoques innovadores para la definición e implementación del proceso.

AP 5.2 El proceso es optimizado continuamente: Este atributo evidencia si los cambios en la definición, gestión y desempeño del proceso impactan efectivamente para el logro de los objetivos relevantes de mejora del proceso.

A continuación, en la Tabla 2 se observa cuáles son los niveles con sus procesos involucrados y que atributos de procesos corresponde en cada nivel del modelo MPS.

Tabla 2
Niveles de madurez del MR-MPS-SW

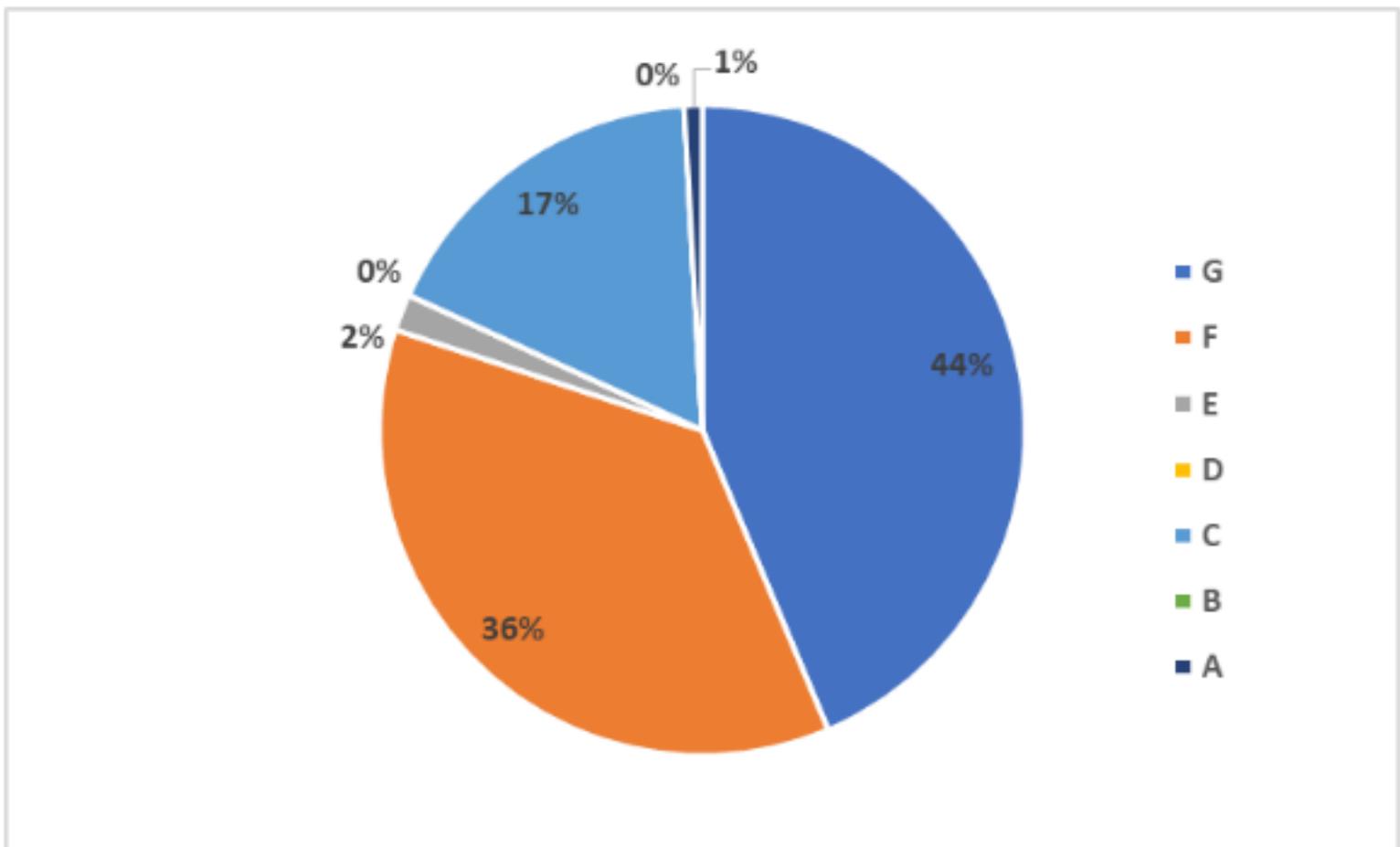
Nivel	Procesos	Atributos de proceso
A	(Sin procesos)	AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1, AP 3.2, AP 4.1, AP 4.2, AP 5.1 Y AP 5.2
B	Gestión de proyectos - GPR (evolución)	AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1, AP 3.2, AP 4.1 y AP 4.2
C	Gestión de riesgos - GRI	AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1 y AP 3.2
	Desarrollo para reutilización - DRU	
	Gestión de decisiones - GDE	
D	Verificación - VER	AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1 y AP 3.2
	Validación - VAL	
	Diseño y construcción del producto - PCP	

	Integración del producto - ITP	
	Desarrollo de requisitos - DRE	
E	Gestión de proyectos - GPR (evolución)	AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1 y AP 3.2
	Gestión de reutilización - GRU	
	Gestión de recursos humanos - GRH	
	Definición del proceso organizacional - DFP	
	Evaluación y mejora del proceso organizacional - AMP	
F	Medición - MED	AP 1.1, AP 2.1 y AP 2.2
	Aseguramiento de la calidad - GQA	
	Gestión de portafolio de proyectos - GPP	
	Gestión de configuración - GCO	
	Adquisición - AQU	
G	Gestión de requisitos - GRE	AP 1.1 y AP 2.1
	Gestión de proyectos - GPR	

Fuente: SOFTEX (2012)

Según los datos de SOFTEX (s.f.) en la actualidad existen 110 empresas de desarrollo de software certificadas en el Brasil como MPS-SW: 48 en el nivel G, 40 en el nivel F, 2 en el nivel E, 19 en el nivel C y 1 en el nivel A. En Figura 6 podemos ver el porcentaje de empresas por nivel del modelo MPS.

Figura 6
Porcentaje de empresas por niveles



Fuente: Elaboración propia

El 80% de las empresas certificadas se encuentran en los primeros niveles (G y F) del modelo MPS. Esto se refleja que el esfuerzo que las empresas deben realizar para subir de nivel es bastante considerable, aún más para las PyME. Al igual que MoProSoft, no se pudo determinar qué porcentaje de las empresas certificadas son PyME, pero si se pudo evidenciar que existen empresas grandes en el listado de empresas certificadas en el Brasil.

3.3. Modelo Competisoft

Competisoft es la denominación de un proyecto iberoamericano en el que participó la Pontificia Universidad Católica del Perú. El mismo que tenía el objetivo de incrementar la competitividad de la industria de software en la región ajustado a las necesidades y características principales de las PyME (costo, tamaño y personal) (Morillo et al., 2012; Maidana et al., 2008; Competisoft, 2008).

Competisoft (2008) está dividido en tres modelos: 1) Modelo de procesos, 2) Modelo de mejora y 3) Modelo de evaluación. El modelo de procesos optó como base MoProSoft teniendo en cuenta las experiencias de la industria mexicana. El modelo de mejora de procesos se denominó PMCompetiSoft y está basado en AgilSPI que es un marco de mejora creado para la industria del software en Colombia. PMCompetiSoft está compuesto por 5 macro actividades: 1) instalación del programa, 2) diagnóstico, 3) formulación, 4) mejora y 5) revisión del programa. El modelo de evaluación se denominó EvalSoft y está basado en la ISO/IEC 15504. Este modelo evalúa la capacidad del proceso en una escala del 0 a 5, siendo 0 el valor de capacidad más bajo, lo que significa que no se alcanzó el propósito del proceso de mejora y el valor 5 se asocia al nivel de capacidad más alto significando que se lograron las metas establecidas (Morillo, 2012).

La implementación de un **SPI** en una organización tiene implícita la incertidumbre de su éxito o fracaso pues el problema no es por la falta de modelos sino por la falta de una estrategia efectiva de implementación. En iniciativas de mejora se precisa de conocimientos basados en la experiencia (Maidana, 2008). Es por esto que Competisoft establece un modelo de mejora y un modelo de evaluación.

Dado que Competisoft basa su modelo de procesos en MoProSoft, sus categorías y procesos son los mismos (ver Figura 2). Davila (2012) resume que después de las fases del proyecto Competisoft en el Perú se lograron certificar 5 empresas entre las regiones de Lima, Arequipa y Trujillo.

Coque-Villegas et al. (2017) indica que Competisoft es un modelo aplicado en varios países de Iberoamérica como: España, Argentina y Colombia. Detalla que en Colombia se pudo implementar el modelo en 3 de las 5 empresas donde se procuró usar.

Maidana (2008) desarrolla una recopilación de 15 categorías de factores críticos de éxito en la implementación de un proceso de mejora, pero hace énfasis en que los principales problemas son:

- Una marcada resistencia al cambio y en algunos casos se tiene la percepción de que los nuevos procesos son una mera burocracia de documentos que ocasionarían pérdidas de tiempo.
- Pérdida de enfoque en la implementación del modelo, asociado al hecho que las PyME tienen que sobrevivir en un mercado complejo y por el que un proyecto de mejora pasa a un segundo plano.

Coque-Villegas (2017) concluye que el modelo está concebido para ser aplicado a las PyME, pero su éxito depende del compromiso de la alta gerencia, de la actitud, la cultura empresarial y la predisposición del personal involucrado en la implementación. En este caso se está de acuerdo en que la implementación de cualquier modelo de mejora de proceso de software para cualquier PyME es dependiente de los actores involucrados.

Aunque se cuenta con los casos de éxito de estudio que mencionan Coque-Villegas (2017) y Davila (2012), no se han podido encontrar más trabajos que mencionen implementaciones de Competisoft en Latinoamérica en fechas actuales y no se ha encontrado una lista oficial de empresas desarrolladoras de software certificadas.

3.4. Modelo CMMI-DEV

Según el reporte de CMMI Product Team (2010), el modelo CMMI-DEV (por sus siglas en inglés de CMMI for Development) consiste en las mejores prácticas que se aplican a las actividades de desarrollo de software aplicable a productos y servicios. Estas prácticas cubren todo el ciclo de vida de desarrollo: desde la concepción, hasta la entrega y mantenimiento del software.

El modelo CMMI-DEV contiene 22 procesos, de los cuales 16 son comunes a todos los modelos CMMI, 1 proceso es compartido por lo menos con otro modelo CMMI y 5 procesos son específicos para el área de desarrollo de software. CMMI-DEV provee una guía de las mejores prácticas de CMMI para las empresas de desarrollo de software (CMMI Product Team, 2010).

Los procesos del CMMI-DEV se enfocan en tres dimensiones de la empresa donde se puede mejorar considerablemente: 1) herramientas y equipos; 2) personas; y 3) procedimientos y métodos.

En CMMI-DEV se usa el concepto de niveles para describir el camino de evolución que ha tenido la organización. Estos niveles son resultado de evaluaciones que se pueden realizar a la organización o a un grupo dentro de la organización (grupo de proyecto, división o área). Los niveles pueden ser de dos tipos: 1) nivel de capacidad y 2) nivel de madurez. Estos tipos de niveles se representan como "*continuous*" o "*staged*".

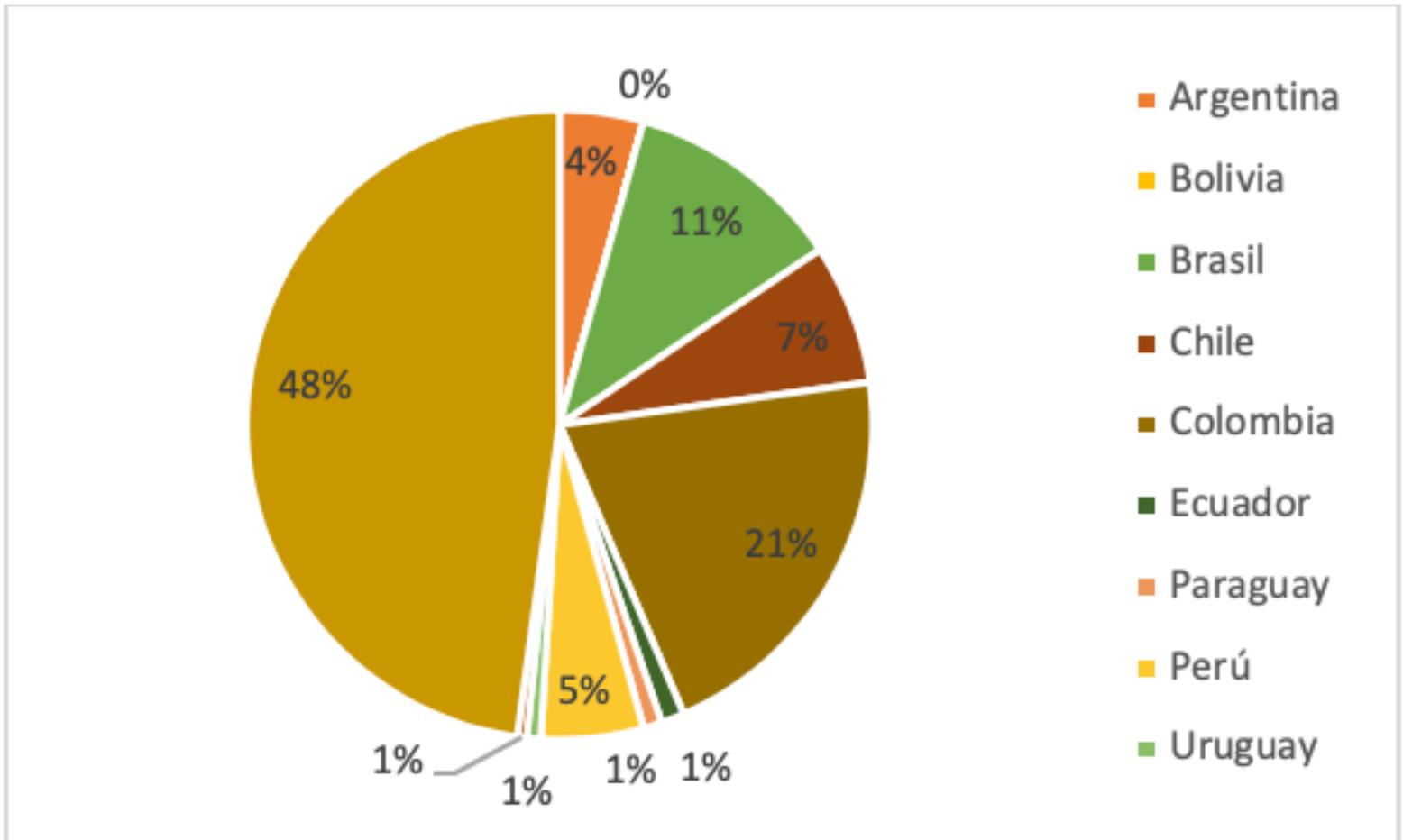
En este estudio nos interesa la representación "*staged*" ya que es la que representa la madurez de la empresa, grupo o proceso. CMMI-DEV cuenta con cinco niveles de madurez (CMMI Product Team, 2010):

- Nivel 1: Inicial. En este nivel las empresas usualmente no proveen un ambiente estable para soportar sus procesos. El éxito de las empresas depende de las competencias de sus empleados y no del uso de sus procesos.
- Nivel 2: Administrado. Los procesos son planeados y ejecutados de acuerdo con las políticas de las empresas. Se obtienen salidas controladas de los procesos gracias a que las personas son capaces y tienen recursos adecuados para los procesos.
- Nivel 3: Definido. Los procesos están bien definidos, entendidos y estandarizados. Esta estandarización da consistencia en la organización.
- Nivel 4: Gestionado cuantitativamente. La organización y los procesos definen objetivos cuantitativos para alcanzar la calidad esperada. Estos objetivos son tomados como criterios de evaluación en la administración de los proyectos.

- Nivel 5: Optimizado. La organización continuamente mejora sus procesos de acuerdo a los objetivos del negocio y las necesidades de desempeño.

La actual versión del modelo CMMI-DEV es la 1.3. En América del Sur y México, existen 416 empresas certificadas (CMMI Institute, s.f.).

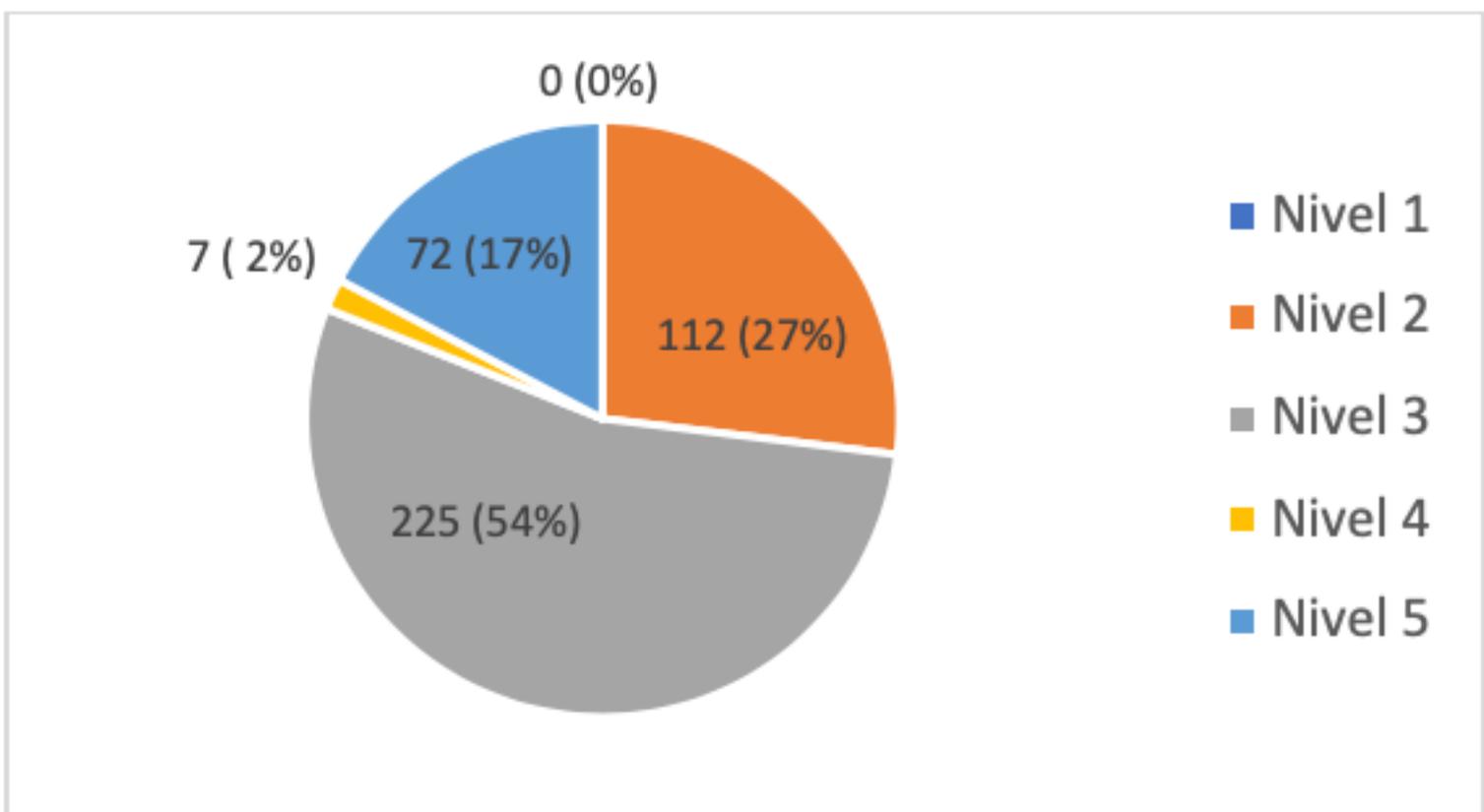
Figura 7
Porcentaje de empresas certificadas por país



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la Figura 7, La mayor cantidad de empresas certificadas se encuentra en México y en Bolivia no se tiene ninguna empresa. El mayor número de empresas desarrolladoras de software certificadas se encuentra en el Nivel 3 (ver Figura 8)

Figura 8
Porcentaje de empresas por nivel



Fuente: Elaboración propia

Si bien en la literatura se habla que el modelo CMMI-DEV es el más adoptado por las PyME, en la especificación del modelo no se limita a ellas y en la lista de empresas certificadas (CMMI Institute, s.f.) se destaca gran cantidad de empresas grandes.

Como detalla Coque-Villegas (2017), se puede implementar un modelo como el CMMI hasta un Nivel 2 por parte de las PyME, esto podemos extrapolar con el modelo CMMI-DEV con los datos que tenemos de la Figura 8 que las empresas llegan hasta el Nivel 3 en la mayoría de sus casos. Cabe resaltar que falta estudio para determinar que porcentaje de estas empresas certificadas son PyME.

3.5. ISO/IEC 29110

En el 2011, el nuevo estándar de ingeniería de software para PyME (ISO/IEC 29110) fue aprobada por la Organización Internacional de Estandarización (ISO por sus siglas en inglés) (Laporte, 2015).

La principal característica del público objetivo de la ISO/IEC 29110 es el tamaño de la empresa, no debe pasar de 25 personas (O'Connor & Laporte, 2017; ISO, 2016). Sin embargo, también se toma en cuenta otras características como el modelo de negocio, factores situacionales y niveles de riesgos del negocio.

La ISO/IEC 29110, esta pensada para ser usada con cualquier ciclo de vida de desarrollo de software y hace una caracterización genérica de las empresas en cuatro perfiles:

- Inicial (*Entry*): Las PyME que están en este perfil, trabajan en pequeños proyectos con no más de seis personas o la empresa tiene no más de tres años de vida.
- Básico (*Basic*): Las PyME que están en este perfil, trabajan en grupo en aplicaciones simples ya sea para uso interno o para terceros.
- Intermedio (*Intermediate*): Las PyME que están en este perfil, trabajan en más de un proyecto en paralelo con más de un grupo de trabajo.
- Avanzado (*Advanced*): Las PyME que están en este perfil, son empresas en crecimiento y competitivas en el mercado.

Coque-Villegas et al. (2017) especifica que este tipo de certificaciones internacionales pueden mejorar la credibilidad, la competitividad y el acceso a los mercados nacionales e internacionales. Esto se puede ver en Ecuador, donde en el año 2015 se adoptó la norma ITE INENISO/ IEC TR 29110-1 por el Comité Técnico de Normalización del INEN (Registro Oficial, 2015).

Dada la bibliografía consultada sobre la ISO/IEC 29110, vemos que es un modelo que ofrece a las PyME mayor facilidad de implementación por sus perfiles que son fáciles de asociar según el tipo y forma de trabajar de las empresas de desarrollo de software. Se tiene bastante expectativa sobre esta norma ya que al ser un subconjunto de la ISO/IEC 12207 es escalable con el crecimiento y transición de las PyME a empresas grandes.

3.6 Relación de los modelos y la administración del conocimiento

Galvis-Lista & Sánchez-Torres (2013) hacen una revisión de los modelos para identificar la administración de conocimiento como un proceso bien definido dentro de cada modelo. En dicho estudio identifica los procesos de cada modelo que esté relacionado con la administración del conocimiento, los cuales se resumen en la Tabla 3.

Tabla 3
Procesos relacionados con la administración del conocimiento

Modelo	Proceso relacionado con la administración del conocimiento
MoProsoft	Administración de los procesos Administración de recursos humanos y de los ambientes de trabajo Conocimiento organizacional

MPS.BR	Administración de la configuración Definición de los procesos de la organización Administración de recursos humanos Desarrollo de la reutilización
Competisoft	Administración de los procesos Administración de recursos humanos y de los ambientes de trabajo Conocimiento organizacional
CMMI-DEV	Administración de la configuración Definición de los procesos de la organización Entrenamiento de la organización
ISO 12207	Administración de la configuración del software Proceso de resolución de problemas de software Administración de modelos de ciclo de vida Administración de recursos humanos Administración de reutilización de activos Dominio de ingeniería

Fuente: Galvis-Lista & Sánchez-Torres (2013)

Este estudio demuestra que la gestión del conocimiento no es ajena a los modelos de mejora y se puede implementar para mejorar los procesos de software en las PyME. Si bien los modelos se enfocan en la mejora de los procesos de software de las PyME, hay lugar a mejorar en el aspecto de la administración del conocimiento dentro de los modelos estudiados, específicamente en los procesos detallados en la Tabla 3.

En el caso de la ISO/IEC 29110, es bastante importante realizar la gestión del conocimiento en los cuatro tipos de perfiles de empresas. De igual manera, se ha comprobado que se puede desarrollar un modelo de gestión de conocimiento en las PyME independiente al modelo que elijan para la mejora de procesos de software y que estos dos modelos no son mutuamente excluyentes.

4. Conclusiones

Se realizó un estudio del arte de los modelos de mejora de software más usados en Latinoamérica por las PyME de desarrollo de software: MoProSoft, MPS.BR Competisoft, CMMI-DEV y la ISO/IEC 29110.

Luego de la revisión bibliográfica realizada, se asevera que lo más importante a la hora de implementar un modelo de mejora de software, más que el modelo a elegir es el contar con el compromiso de las personas involucradas

Este estudio evidencia en las PyME solo se puede llegar a cierto nivel de certificación, como se puede ver en el modelo CMMI-DEV, MoProSoft, Competisoft y MPS.BR. Esto indica que las PyME deben seguir mejorando para obtener los beneficios de los niveles superiores.

Se pudo evidenciar en muchos casos que gran parte de las empresas que aparecen en las páginas de las organizaciones certificadoras son empresas que no pueden categorizarse como PyME.

Se pudo observar que la realidad y contexto de cada país influye a la hora de implementar un modelo de mejora de software, esto podemos verlo con los modelos MPS.BR, MoProSoft y

Competisoft. Estos modelos fueron desarrollados de acuerdo con las realidades y necesidades de las PyME desarrolladoras de software en Brasil, México y Perú.

Se concluye que, si bien los modelos de mejora de proceso de software mejoran las prácticas de desarrollo de software y permite tener mayor competitividad a las PyME en el mercado nacional o internacional y los modelos solo se enfocan en procesos.

Este estudio sirve de soporte para el diseño de una propuesta para dar respuesta al problema planteado

Referencias bibliográficas

- CMMI Institute. (s.f.). Published Appraisal Results. Recuperado el 24 de julio de 2018, de <https://sas.cmmiinstitute.com/pars/pars.aspx>
- CMMI Product Team. (2010). CMMI for Services, Version 1.3. Software Engineering Process Management Program. <https://doi.org/CMU/SEI-2010-TR-033> ESC-TR-2010-033
- Competisoft. (2008). Mejora de Procesos para Fomentar la Competitividad de la Pequeña y Mediana Industria del Software de Iberoamérica.
- Coque-Villegas, S., Jurado-Vite, V., Avendaño-Sudario, A., & Pizarro, G. (2017). Análisis de experiencias de mejora de procesos de desarrollo de software en PYMEs. *Ciencia Unemi*, 10(25), 13–24.
- Dávila, A., Basurto, C., Flores, L., Manrique, R., Arisaca, R., Sánchez, J., & De Paula Pessôa, M. S. (2012). The peruvian component of Competisoft project: Lesson learned from academic perspective. 38th Latin America Conference on Informatics, CLEI 2012 - Conference Proceedings. <https://doi.org/10.1109/CLEI.2012.6427139>
- Galvis-Lista, E., & Sánchez-Torres, J. M. (2013). A critical review of knowledge management in software process reference models. *Journal of Information Systems and Technology Management*, 10(2), 323–338. <https://doi.org/10.4301/S1807-17752013000200008>
- International Organization for Standardization (ISO), I. E. C. (IEC). (2016). Systems and software engineering — Lifecycle profiles for Very Small Entities (VSEs), Segunda ed., 1–34. Retrieved from http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/c062711_ISO_IEC_TR_29110-1_2016.zip
- Laporte, C. Y., O'Connor, R. V, Houde, R., & Marvin, J. (2015). ISO / IEC 29110: Systems Engineering Standards for Very Small Enterprises. Research Paper Introduction, Ecole de Technologie Superieure (ETS).
- Larrucea, X., O'Connor, R., Colomo-Palacios, R., & Laporte, C. (2016). Software process improvement in very small organizations. *IEEE Software*, 33(2), 85–89. <https://doi.org/10.1109/MS.2016.42>
- Maidana, E., Vilchez, N., Vega, J., & Dávila, A. (2008). Identificación de problemas en proyectos de mejora de procesos: una experiencia en tres pequeñas empresas desarrolladoras de software en el Perú. Proc. VII Jornada Peruana de Computación, 120–129. Retrieved from <https://docplayer.es/850692-Sociedad-peruana-de-computacion-vii-jornada-peruana-de-computacion-jpc-2008-http-eventos-spc-org-pe-jpc2008.html>
- Morillo, P., Vizcardo, M., Sanchez, V., & Dávila, A. (2012). Implementación y certificación de MoProSoft en una pequeña empresa desarrolladora de software: lecciones aprendidas de cuatro iteraciones de mejora. XI Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software (SBQS), 389–396. Retrieved from <http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/sbqs/2012/030.pdf>
- NYCE. (2018). EMPRESAS DICTAMINADAS EN LA NORMA NMX-I-059/02-NYCE (MoProSoft).
- O'Connor, R. V., & Laporte, C. Y. (2011). Deploying lifecycle profiles for very small entities: An early stage industry view. *Communications in Computer and Information Science*, 155 CCIS, 227–230. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-21233-8-27>
- O'Connor, R. V., & Laporte, C. Y. (2017). The Evolution of the ISO/IEC 29110 Set of Standards and Guides. *International Journal of Information Technologies and Systems Approach*, 10(1), 1–21. <https://doi.org/10.4018/IJITSA.2017010101>

Oktaba, H., Esquivel, C. A., Ramos, A. S., Martínez, A., Quintanilla, G., Ruvalcaba, M., ... Flores, M. (2005). Modelo de Procesos para la Industria de Software MoProSoft. <https://doi.org/10.13140/2.1.2229.5043>

Registro Oficial. (2015). Órgano del gobierno del Ecuador. Registro Oficial No 415. Recuperado el 1 de agosto de 2018, de <https://www.registroficial.gob.ec/index.php/registro-oficial-web/publicaciones/registro-oficial/item/1392-registro-oficial-no-415.html>

Reyes Delgado, P. Y., Margain Fuentes, M. L. Y., Álvarez Rodríguez, F. J., & Muñoz Arteaga, J. (2009). Aplicación de instrumento diagnóstico en proceso "gestión de procesos" con base en MoProSoft. Investigación y Ciencia de La Universidad Autónoma de Acapulco, 43, 30-37. Retrieved from <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/674/67411387007.pdf>

Sanchez-Gordon, M. L., O'Connor, R. V., & Colomo-Palacios, R. (2015). Evaluating VSES viewpoint and sentiment towards the ISO/IEC 29110 standard: A two Country grounded theory study. Communications in Computer and Information Science, 526, 114-127. https://doi.org/10.1007/978-3-319-19860-6_10

Scopus. (s.f.) Analyze search results. Recuperado el 04 de agosto de 2018, de <https://www.scopus.com>

SOFTEX. (2012). MPS.BR - Mejora de Proceso del Software Brasileño. Guía General MPS de Software. Brasilia. 1-57. <https://www.softex.br>

SOFTEX. (s.f.) Avaliações vigentes. Recuperado el 22 de junio de 2018, de <https://www.softex.br/mpsbr/avaliacoes/>

-
1. Magister en Ciencias Mención Computación. Universidad de Chile. david.r.suarez@gmail.com
 2. Docente Facultad Ingeniería en Sistemas. Universidad ECOTEC. gleon@ecotec.edu.ec
-

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 40 (Nº 28) Año 2019

[[Índice](#)]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a [webmaster](#)]