

# Guía de recomendación para la selección de un modelo de calidad para la mejora de procesos de software (SPI)

Recommendations guide for the selection of a quality model for software processes improvement (SPI)

Guia de recomendação para a seleção de um modelo de qualidade para a melhora de processos de software (SPI)

DOI: rces.v25n37.a3

Recibido: 01/04/2015

Aceptado: 01/10/2015

## Luis Merchán Paredes

Director de Planeación. Universidad de San Buenaventura Cali. Grupo de investigación LIDIS (Laboratorio de Investigación para el Desarrollo de la Ingeniería del Software) correo electrónico: Director.planeación@usbcali.edu.co

## Luis Bernardo Villa Benavides

Empresa: SIO (Soluciones Integrales de Oficina S.A). (c)  
Magister Ingeniería de Software. Universidad de San Buenaventura.  
Correo electrónico: Luisvilla29@gmail.com

## Néstor Javier Sánchez Sánchez

Almacenes la 14  
Especialista en Procesos para el Desarrollo de Software Universidad de San Buenaventura. Correo electrónico: nestorjsan@gmail.com

## Guía de recomendación para la selección de un modelo de calidad para la mejora de procesos de software (SPI)

## Resumen

Para mejorar los procesos existen muchos modelos que ofrecen adoptar las mejores prácticas para el desarrollo de *software*, los cuales permiten tener el control y facilitan la gestión y el mejoramiento continuo de los procesos. Muchas empresas han intentado adoptar un modelo de mejora, pero han fracasado. Esto debido a que no existe una guía que oriente a las empresas en el proceso de selección del modelo, ya que esta se realiza tomando uno de los modelos más reconocidos en la industria. No obstante, no es necesariamente el que mejor se adapte a las condiciones y características de la empresa y con el cual se logre el objetivo principal: mejorar los procesos. Para suplir esta necesidad se presenta como propuesta una guía de recomendación para la selección del modelo de mejora de procesos, que pretende brindar una herramienta para establecer los modelos de mejora que más se adapten a las necesidades de la empresa y determinar cuáles modelos no serían convenientes, teniendo en cuenta la situación actual de la empresa. La elección del modelo de mejora es de vital importancia, ya que si no se selecciona adecuadamente puede convertirse en un problema, en lugar de una alternativa para mejorar, si no se tiene en cuenta las ventajas y desventajas que cada uno de los modelos ofrece frente a las condiciones y los objetivos que tiene la empresa para querer adoptar un modelo de mejora de procesos.

### Palabras clave

Guía selección de modelo para mejora de procesos de software, SPI, calidad de software.

**Clasificación JEL: L86, M15, O31**

## Recommendations guide for the selection of a quality model for software processes improvement (SPI)

## Abstract

In order to improve processes, there are many models that offer to adopt the best practices for software development, which make it possible to have control, facilitate management, and continuous improvement of processes. Many companies have tried to adopt improvement models, but have failed because there is no guide to instruct companies on how to select a model. Hence, they end up choosing the most common models in the industry, which may not necessarily be the best fit based on the company's situation and characteristics and thus fail to achieve the main objective of improving processes. To meet this need, a recommendations guide is proposed to select a process improvement model with the purpose of providing a tool that makes it possible to select improvement models that best fit the company needs and avoid those which would not be convenient considering the current situation of the company. The choice of improvement model is of vital importance to the company, for if it is not correctly selected taking into account advantages and disadvantages and considering the company's characteristics and objectives, it could become harmful to the company rather than a means of improvement.

### Keywords

Selection guide for software processes improvement model, SPI, software quality.

## **Guia de recomendação para a seleção de um modelo de qualidade para a melhora de processos de software (SPI)**

## **Resumo**

Para melhorar os processos existem muitos modelos que oferecem adotar as melhores práticas para o desenvolvimento de software, os quais permitem ter o controle, facilitar a gestão e o melhoramento contínuo dos processos. Muitas empresas já tentaram adotar um modelo de melhora, mas fracassaram, isto devido a que não existe uma guia que oriente às empresas no processo de seleção do modelo, já que esta seleção se realiza tomando um dos modelos mais reconhecidos na indústria, o qual não é necessariamente o que melhor se adapte às condições e características da empresa e com o qual se consegue o objetivo principal: Melhorar os processos. Para suprir esta necessidade se apresenta como proposta uma guia de recomendação para a seleção do modelo de melhora de processos, a qual pretende brindar uma ferramenta que permita estabelecer os modelos de melhora que mais se adaptam às necessidades da empresa e determinar quais modelos não seriam convenientes, tendo em conta a situação atual da empresa. A eleição do modelo de melhora é de vital importância para a empresa, já que se não se seleciona adequadamente, pode converter-se num problema para a empresa, em lugar de uma alternativa para melhorar, senão se tem em conta as vantagens e desvantagens que cada um dos modelos oferece, frente às condições e os objetivos que tem a empresa para querer adoptar um modelo de melhora de processos.

### **Palavras-chave**

Guia seleção de Modelo para Melhora de Processos de Software, SPI, Qualidade de Software.

## 1. Introducción

La búsqueda para adoptar las mejores prácticas en el desarrollo de *software* se ha convertido en el mayor reto de las empresas que se dedican a esta práctica (Pardo *et al.*, 2012), ya que de acuerdo al Standish Group, Chaos Report, se estima que tan solo el 35 % de los proyectos de *software* tienen éxito. Esto debido a la dificultad de gestionar el proceso de desarrollo de *software*, lo que conlleva que el 15 % de todo el esfuerzo se desperdicie por la cancelación de proyectos, el 50 % de los proyectos de gran dimensión sobrepase el presupuesto o se retrase en su plazo de entrega, la mayoría de los proyectos de pequeña dimensión sobrepasen su presupuesto y sufran el retraso de un 20 % en los plazos de entrega, la cantidad de trabajo en productos de *software* se duplique cada 2 años y el 75 % de los sistemas de gran dimensión tengan problemas de funcionamiento (Standish Group, 1995). Para superar estas debilidades, la opción de optar por un certificado de calidad es apropiada, ya que obliga a las empresas a mejorar los procesos de *software* (SPI), las cuales pretenden que se logren unos estándares de calidad para cumplir con las características deseadas del producto y en las condiciones acordadas; ello es requerido para competir en el mercado. Se debe tener en cuenta que la selección y adopción de un modelo para la mejora de los procesos no asegura por sí sola que el producto final vaya a mejorar (Kitchenham y Pfleeger, 1996), sino que se requiere del compromiso y la participación de los *stakeholders* asociados a los procesos que se desean mejorar. La mayoría de estas certificaciones están orientadas a grandes empresas, ya que su implantación requiere de considerables recursos tanto económicos como de personal calificado y de la inversión en herramientas que apoyen la gestión (Staples *et al.* 2007). Existen estudios que demuestran la falta de investigación empírica sobre las pequeñas empresas de *software*, en los cuales se calcula que

tan solo el 20 % de los estudios se realizan sobre estas y el 80 % sobre las grandes empresas (al-Tarawneh, Abdullah y Ali, 2011).

En numerosos países del mundo, el mayor porcentaje de empresas de desarrollo de *software* corresponden a micro y pequeñas empresas, las cuales no cuentan con los recursos necesarios para invertir en una certificación de este tipo (Staples *et al.* 2007). Se debe contemplar que además de los recursos para el proceso de certificación, deben disponer de recursos que aseguren la continuidad del proceso, ya que este es uno de los motivos de fracaso en el proceso de certificación de pequeñas empresas (Calvache, Alegria y Pino, 2008).

En Colombia, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MINTIC) tiene como uno de sus propósitos fomentar la construcción de una industria de *software* que pueda competir a nivel mundial, teniendo en cuenta que la mayoría de las pymes desarrollan *software* a la medida (Cuesta, Joyanes y López, 2010). Como una estrategia para lograrlo, está apoyar a las empresas para que adopten modelos de calidad, por ejemplo CMMI, como base para el mejoramiento de procesos en el desarrollo de *software* (MINTIC, s.f.). Existen estudios que demuestran que el modelo planteado por el SEI para el mejoramiento de los procesos CMMI es el más reconocido mundialmente, pero no es el más recomendado para pequeñas y medianas empresas. Se percibe como un modelo muy rígido, con un enfoque absolutamente técnico y que no logra adaptarse a las necesidades propias de la dinámica del negocio de las pymes, que es diferente al de las grandes empresas, ya que no toma en cuenta la base instalada ni los recursos disponibles (Staples *et al.*, 2007). Según el estudio de caracterización de productos y servicios de la industria de *software* en Colombia, se estima que el 76.8 % de las empresas del sector corresponden a micro y pequeñas empresas. Además muestra que tan solo el 14.46 % de las

empresas encuestadas han adaptado algún modelo de calidad (FITI, 2012) y que de acuerdo a los ingresos reportados por la mayoría de empresas, no les permitiría alcanzar una certificación de este tipo debido a los grandes recursos que se deben invertir y a la cantidad de personal necesario para su implementación.

Este artículo pretende diseñar una guía de recomendación a tener en cuenta por las empresas dedicadas al desarrollo de *software* que deseen adoptar un modelo de calidad para la mejora de los procesos asociados, teniendo en cuenta las características propias de la empresa, los recursos disponibles, los objetivos estratégicos y la visión de la organización, con el fin de mejorar sus procesos, aumentar su competitividad en el mercado y finalmente contribuir a la construcción de una industria colombiana de *software* que pueda competir en el mercado mundial.

La "Guía de recomendación para la selección de un modelo de calidad para la mejora de procesos de *software*" está estructurada por un marco teórico en el que se explican las principales características de los modelos de mejora. Seguidamente se expone el método propuesto con cada una de las actividades que lo componen. Luego se presenta el cuadro comparativo de modelos de calidad y la tabla de valoración de modelos. Posteriormente se realiza la explicación de la guía y finalmente se muestran las conclusiones y trabajos futuros.

## 2. Marco teórico

En muchos países, las pequeñas y medianas empresas del *software* han adoptado algunos modelos para el mejoramiento y seguimiento de los procesos de desarrollo de *software*, obteniendo una alta calidad y certificación en sus productos (Niazi

y Babar, 2009). Si bien modelos como CMMI están enfocados a grandes empresas (De la Villa, Ruiz y Ramos, 2004), en el mundo se han planteado otros modelos de referencia acordes a las condiciones y características de pequeñas y medianas empresas, tales como IT Mark, MoProSoft, Competisoft y MPS. BR. Los modelos permiten adaptar las mejores prácticas de la industria del *software* para implantarlas dentro de los procesos que se realizan al interior de las empresas, buscando mejorar la calidad de los productos para ser más competitivas y enfrentar los cambios tecnológicos y la globalización del mercado. A continuación se mencionan las características más importantes de los modelos más relevantes y reconocidos mundialmente.

### 2.1 CMMI-DEV

CMMI-DEV es una de las tres constelaciones del modelo de referencia de CMMI planteado por el SEI para la mejora de procesos. CMMI-DEV está orientado a gestionar procesos de desarrollo de *software*; CMMI-ACQ, para gestionar la adquisición de productos y servicios, y CMMI-SVC para la gestión de servicios. CMMI-DEV es una guía de modelo de referencia para medir, controlar y gestionar tanto proyectos de desarrollo como de mantenimiento de *software* en una organización. Agrupa las mejores prácticas del ciclo de vida de un producto desde el inicio hasta su entrega y mantenimiento del mismo. El enfoque a la mejora de los procesos está alineado a los objetivos de la organización.

En la tabla 1 se muestran los componentes principales del modelo CMMI: los objetivos específicos y los objetivos genéricos. Los objetivos específicos se enfocan en satisfacer un área de procesos e incluye las prácticas específicas. Los objetivos genéricos son aplicados a varias áreas de proceso, identifica las características que deben estar presentes para institucionalizar el proceso e incluye las prácticas genéricas (SEI, s.f.).

**Tabla 1.** Principales componentes del modelo CMMI

Meta genérica	Progresión de procesos
GG 1	Proceso realizado
GG 2	Proceso gestionado
GG 3	Proceso definido
Objetivos genéricos	Prácticas genéricas
GG 1: Metas específicas	GP 1.1. Realizar prácticas específicas
	GP 2.1. Establecer una política organizativa
	GP 2.2. Planificar el proceso
	GP 2.3. Proporcionar recursos
	GP 2.4. Asignar responsabilidades
	GP 2.5. Formar el personal
	GP 2.6. Controlar los productos de trabajo
	GP 2.7. Identificar e involucrar <i>stakeholders</i> relevantes
	GP 2.8. Supervisar y controlar el proceso
	GP 2.9. Evaluar objetivamente la adherencia
GG 2: Institucionalizar un proceso gestionado	GP 2.10. Revisar el estado con un nivel superior de Gerencia
	GP 3.1. Establecer un proceso definido
GG 3: Institucionalizar el proceso definido	GP 3.2. Recoger experiencias con el proceso

El modelo CMMI define cinco niveles de madurez que determinan la capacidad que han alcanzado los procesos. Los niveles se muestran en la figura 1. (siguiente página)

## 2.2 ISO/IEC 9001

La norma ISO 9001 está basada en la adopción de procesos en desarrollo, la implementación y la mejora continua de un sistema de gestión de la calidad (SGC) en una organización (ISO, 2015).

Entre sus principales características podemos resaltar:

- Cumplimiento de los requisitos de los clientes de cada proceso.
- Planificación de procesos que aporten valor al cliente.
- Control, medición y obtención de resultados de desempeño en los procesos.
- Mediciones objetivas en la mejora continua de los procesos.

En la figura 2 se presenta el modelo propuesto en la norma ISO 9001.

Figura 1. Niveles de madurez CMMI (Consulting, 2014)

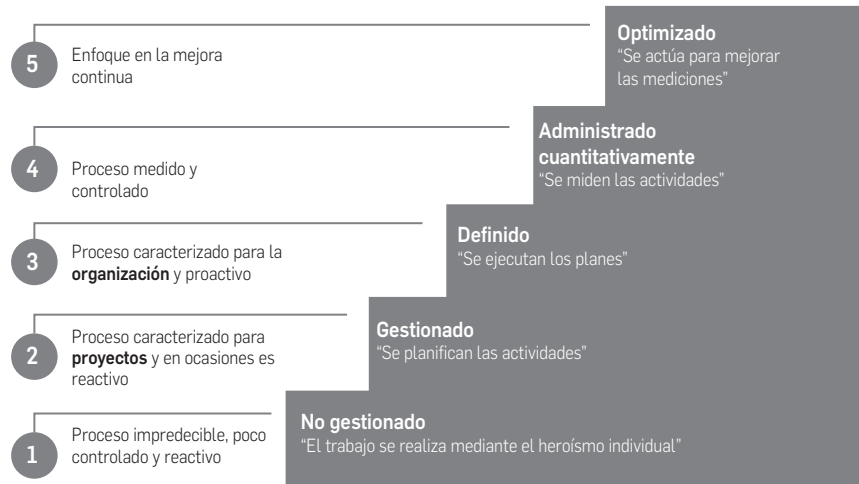
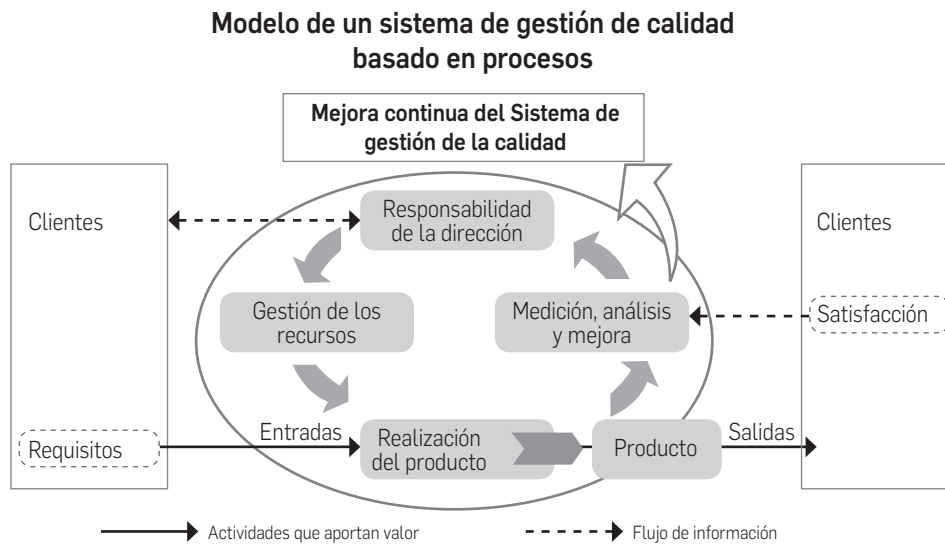


Figura 2. Modelo SGC basado en procesos según ISO 9001 (Universidad Santiago de Chile, 2013)



Procesos verticales de la gráfica:

- La Dirección define los requisitos en el marco de la "Responsabilidad de la Dirección".
- Gestión de recursos provee los recursos necesarios a aplicar
- Los productos o servicios se producen en el marco de la "Realización del producto/servicio".
- Los resultados son medidos y analizados, y se mejoran.
- La revisión por parte de la Dirección cierra y devuelve los requisitos a "Responsabilidad de la Dirección" para autorizar los cambios e iniciar el proceso de mejora.

Procesos horizontales de la gráfica:

- El modelo reconoce la importancia del cliente.
- Involucra las otras partes interesadas para definir los elementos de entrada (las expectativas que tiene el cliente puestas en el producto o servicio que se le va a ofrecer).
- El seguimiento de la satisfacción del cliente y de otras partes interesadas para comprobar si la organización ha satisfecho sus necesidades (si las expectativas que tenían en origen sobre el producto o servicio se han visto cubiertas).

## 2.3 IT Mark

IT Mark está dado específicamente para las necesidades de las pequeñas y medianas empresas, y sus modelos de negocio a bajo costo con un proceso de evaluación rápido. IT Mark mejora la calidad de los procesos y el rendimiento en el negocio. Identifica las fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora y permite a las organizaciones contar con un plan de acción alineado con sus objetivos estratégicos, obteniendo un sello de excelencia internacional. Cuenta con un programa para la valoración en gestión del negocio y en seguridad en informática que otros modelos no tienen.

IT Mark está diseñado para evaluar y acreditar la calidad de las pymes en tres áreas (ESI, s.f.):

- Gestión de la empresa basada en el modelo 10-Squared, el cual estudia diez categorías de procesos como son la estrategia comercial y financiera, y la definición de productos y servicios hasta llegar a la visión de una empresa.
- Seguridad de la información basada en la norma ISO-17799:2005, en la cual IT Mark tiene tres niveles:
  - Seguridad organizacional de la empresa como son responsabilidades, controles de seguridad y requisitos legales.
  - Proceso de estandarización de la gestión de seguridad en la organización.
  - Mejora continua del sistema de la gestión de la seguridad.
- Madurez en los procesos de *software* basada en el modelo CMMI.

Las pymes que quieran dar un paso para evaluarse en CMMI pueden entrar al modelo IT MARK para lograr mejores resultados en los niveles de madurez.

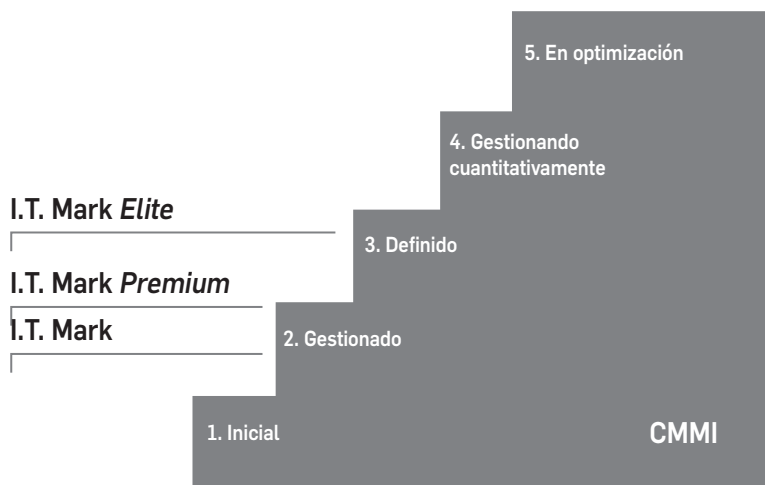
IT Mark cuenta con tres tipos de certificaciones:

- IT Mark: acreditación de una empresa en la gestión técnica, de seguridad y de negocio manteniendo un bajo control.
- IT Mark *Premium*: acreditación de una empresa que haya obtenido un grado de buena madurez en sus procesos técnicos, de seguridad y de negocio.
- IT Mark *Elite*: acreditación de una empresa que haya obtenido en la definición e institucionalización un nivel superior en sus procesos técnicos, de seguridad y de negocio.

Las certificaciones de IT Mark son compatibles y están alineadas con el modelo CMMI (ESI, s.f.), tal como se ilustra en la figura 3.



Figura 3. Comparativo IT Mark y CMMI (Consulting, 2014)



## 2.4 Modelo MoProSoft

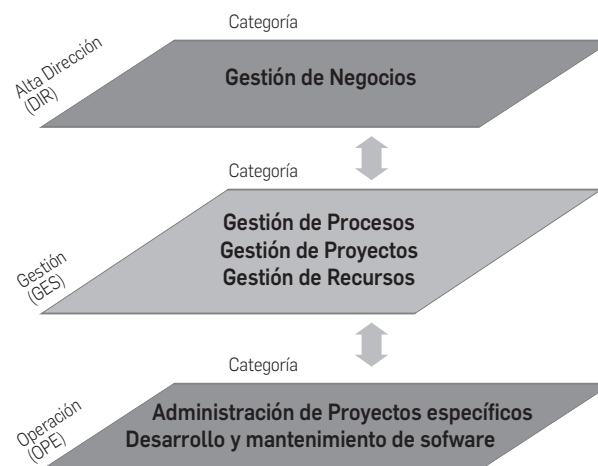
MoProSoft (modelo de procesos de *software*) es un modelo desarrollado por la Asociación Mexicana para la Calidad en Ingeniería de Software orientado a pequeñas y medianas empresas que desarrollan *software*, el cual recoge las mejores prácticas de la industria (CMMI, ISO 9001, ISO/IEC 12207, entre otras) adaptándolas a las necesidades de las pymes (UNAM, 2006).

Las principales características del modelo MoProSoft son:

- Facilita el cumplimiento de los requisitos y un camino de adopción para otros modelos como ISO 9000:2000, CMM y CMMI.
- Es específico para el desarrollo y mantenimiento de *software*.
- Es práctico para su aplicabilidad en empresas pequeñas con bajos niveles de madurez.
- No requiere personal especializado.

El modelo planteado por MoProSoft sintetiza las mejores prácticas en un conjunto pequeño de procesos que abarcan las responsabilidades asociadas a la estructura de una organización (Alta Dirección, Gestión y Operación), las cuales se ilustran en la figura 4.

Figura 4. Componentes del modelo MoProSoft (Ventura Miranda & Peñaloza Báez, 2006)



En la tabla 2 se describe el propósito de cada proceso planteado en el modelo de MoProSoft

**Tabla 2.** Procesos del modelo MoProSoft (Ventura Miranda & Peñaloza Báez, 2006)

Categoría	Proceso	Propósito
Alta Dirección	Gestión de Negocio	Establecer la razón de ser de la organización, sus objetivos y las condiciones para lograrlos, para lo cual es necesario considerar las necesidades de los clientes, así como evaluar los resultados para poder proponer cambios que permitan la mejora continua. Adicionalmente habilita a la organización para responder a un ambiente de cambio y a sus miembros para trabajar en función de los objetivos establecidos.
Gestión	Gestión de Procesos	Establecer los procesos de la organización, en función de los procesos requeridos identificados en el Plan Estratégico. Así como definir, planificar e implantar las actividades de mejora en los mismos.
Gestión	Gestión de Proyectos	Asegurar que los proyectos contribuyan al cumplimiento de los objetivos y estrategias de la organización.
Gestión	Gestión de Recursos	Conseguir y dotar a la organización de los recursos humanos, infraestructura, ambiente de trabajo y proveedores, así como crear y mantener la Base de Conocimiento de la organización. La finalidad es apoyar el cumplimiento de los objetivos del Plan Estratégico de la organización. Las actividades de este proceso se apoyan en tres subprocesos: - Recursos humanos y ambiente de trabajo. - Bienes, servicios e infraestructura. - Conocimiento de la organización.
Operación	Administración de Proyectos Específicos	Establecer y llevar a cabo sistemáticamente las actividades que permitan cumplir con los objetivos de un proyecto en tiempo y costo esperados.
Operación	Desarrollo y Mantenimiento de Software	Realización sistemática de las actividades de análisis, diseño, construcción, integración y pruebas de productos de software nuevos o modificados cumpliendo con los requerimientos especificados.

## 2.5 Competisoft

Este proyecto surge para mejorar los procesos de *software* en las micro, pequeñas y medianas empresas (pymes) y establecer un mecanismo de evaluación y certificación con el fin de ser reconocido en la industria del *software* en Iberoamérica (Proyecto COMPETISOFT and CYTED, 2006). Sus objetivos principales son mantener un marco metodológico —el cual está compuesto por un modelo de procesos—, definir un método de evaluación y mejora —que fue validado

en diferentes empresas de los países de la región del CYTED (Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo)— y fomentar la cultura de la mejora de procesos en los sectores informáticos para formar investigadores y profesionales.

El modelo Competisoft se formalizó bajo la norma mexicana NMX-I-006/02-NYCE-2006. Está basado en los modelos de procesos en ISO9000:2000 y nivel 2 y 3 de CMM, y como marco general la ISO/IEC 15504. Asimismo, incorpora las mejores

prácticas de otros modelos de referencia, como son PMBOK y SWEBOK (Proyecto COMPETISOFT and CYTED, 2006).

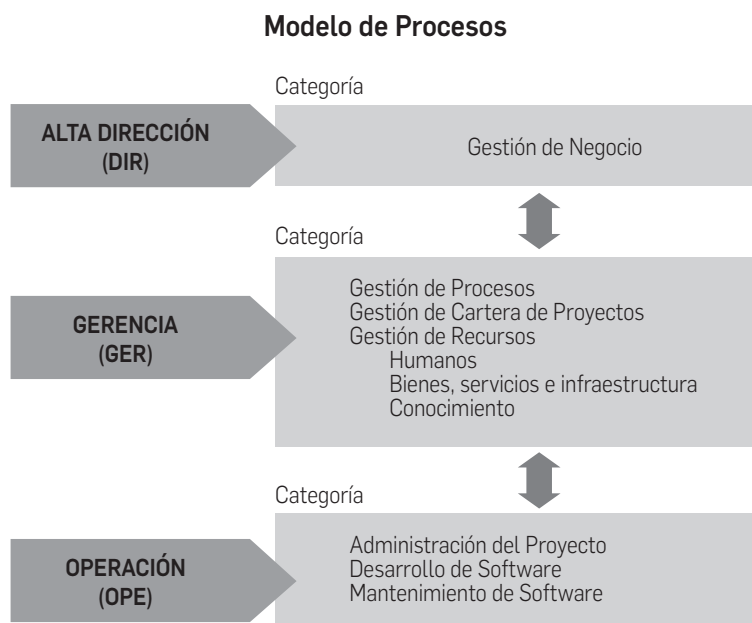
Los criterios empleados para la gestión del proyecto se presentan en la figura 5. El modelo involucra una estructura de proceso de Alta Dirección, Gerencia y Operación acorde a la estructura de la organización. La Alta Dirección, como motor primordial para la planificación estratégica, revisión y mejora continua de los procesos de los proyectos en las empresas. La Gerencia, como responsable de vigilar el cumplimiento de los objetivos. Y la Operación, como el ejecutor de

los proyectos de desarrollo y mantenimiento de *software* (Proyecto COMPETISOFT and CYTED, 2006).

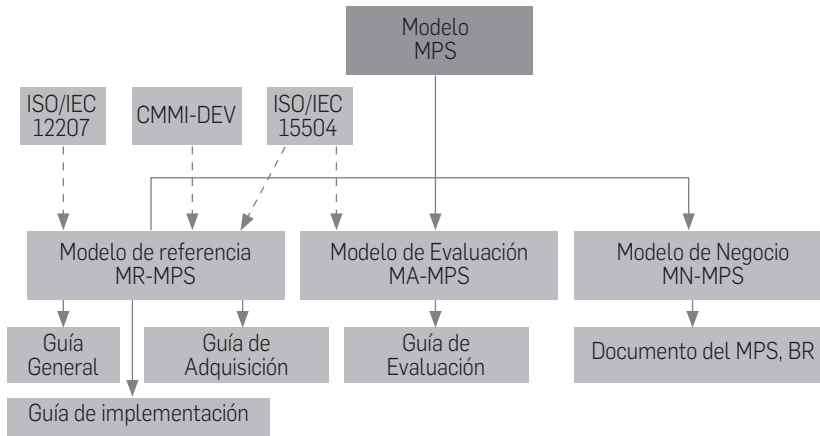
## 2.6 Modelo Mps.Br

El modelo Mps.Br es un modelo de mejora brasilero coordinado por SOFTEX (Asociación para la Promoción de la Excelencia del Software Brasileiro). Su propósito es perfeccionar el proceso del *software* y los servicios (SOFTEX, s.f.). Cumple con las normas ISO/IEC 12207 (proceso del ciclo de vida) y con la norma ISO/IEC 15504 (para los procesos de evaluación). La estructura del modelo Mps.Br se presenta en la figura 6.

Figura 5. Procesos de Competisoft (Competisoft, 2009)



**Figura 6.** Estructura del modelo MPS (S2C technology, 2009)



El modelo Mps.Br tiene dos metas:

- Meta técnica: creación y perfeccionamiento del modelo MPS que está compuesto del modelo de referencia (MR-MPS) y el método de evaluación (MA-MPS).
- Meta de mercado: difundir el modelo MPS en el mercado con la implementación del MR-MPS y la evaluación MA-MPS para empresas pequeñas y medianas (pymes).

En el modelo MPS se definen siete niveles. Los niveles tienen procesos asociados que deben ser implementados para alcanzar el nivel deseado, tal como se relaciona en la tabla 3.

Mps.Br tiene asociadas las siguientes guías (Aldo, 2012):

- Guía General: contiene el detalle del modelo de referencia Mps.Br con sus componentes y definiciones.
- Guía de Adquisición: contiene el proceso de adquisición de productos relacionados de *software* y servicios.
- Guía de Evaluación: contiene el proceso y el método de evaluación MA-MPS.

- Guía de Implementación: contiene siete partes con las reglas para aplicar los niveles de madurez en las empresas con el modelo.

**Tabla 3.** Niveles y procesos del modelo MPS

Nivel	Procesos
A	Análisis de causas de problemas y resolución - ACP
B	Gestión de proyectos - GPR (evolución)
	Gestión de riesgos - GRI
C	Desarrollo para reutilización - DRU
	Análisis de decisión y resolución - ADR
	Gestión de reutilización - GRU (evolución)
	Verificación - VER
	Validación - VAL
D	Proyecto y construcción del producto - PCP
	Integración del producto - ITP
	Desarrollo de requisitos - DRE
	Gestión de proyectos - GPR (evolución)
	Gestión de reutilización - GRU
E	Gestión de recursos humanos - GRH
	Definición del proceso organizacional - DFP
	Evaluación y mejora del proceso organizacional - AMP
	Medición - MED
F	Aseguramiento de la calidad - GQA
	Gestión de configuración - GCO
	Adquisición - AQU
G	Gestión de requisitos - GRE
	Gestión de proyectos - GPR

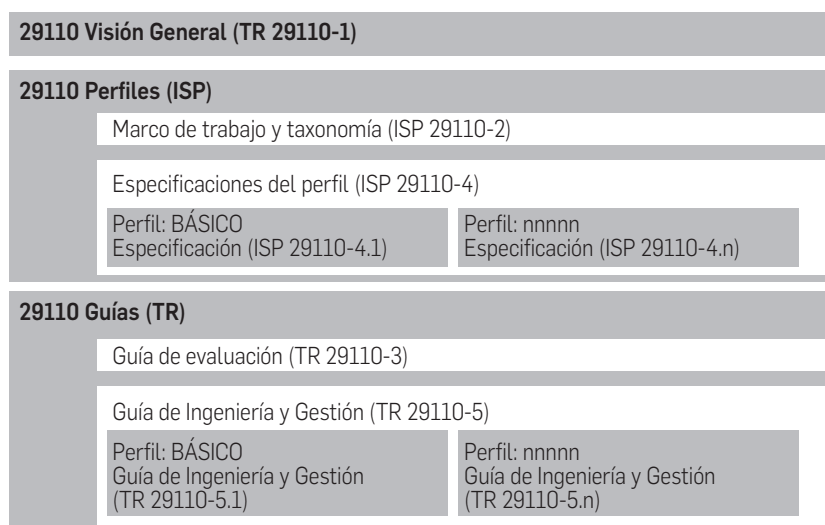
## 2.7 ISO/IEC 29110

La ISO/IEC 29110 ha sido desarrollada para mejorar la calidad del producto y/o servicio de *software*, y el desempeño de la organización, sin pretender excluir el uso de diferentes metodologías del ciclo de vida (ISO, 2012). El modelo ISO/IEC 29110, que se ilustra en la figura 7, está diseñado para pequeñas empresas con menos de veinticinco personas catalogadas en la categoría VSE (Very Small Entities).

A continuación se describen las partes que conforman el modelo ISO 29110:

- Visión general (TR 29119-1): introduce los conceptos principales para comprender y utilizar los documentos.
- 29110 perfiles (ISP): se definen para empaquetar referencias a y/o partes de otros documentos con el fin de adaptarlos a las necesidades y características de las VSEs (Calvo-Manzano et al., 2008).
- Marco de trabajo y taxonomía (ISP 29110-2): especifica los elementos comunes (estructura, conformidad y evaluación) e introduce la taxonomía (catálogo) de los perfiles.
- Especificación de perfiles (ISP 29110-4): proporciona la composición definitiva de un perfil, los enlaces normativos y los enlaces informativos. Para cada perfil existe un documento de este tipo.
- 29110 guías (TR): contiene directrices de aplicación sobre cómo realizar los procesos para alcanzar los niveles de madurez. Se desarrollan para la implantación de los procesos y para la evaluación.
- Guía de evaluación (TR 29119-3): describe el proceso a seguir para realizar una evaluación.
- Guías de ingeniería y gestión (TR 29119-5): proporciona orientación sobre la implementación y uso de un perfil.

**Figura 7.** Modelo ISO 29110 (Garzas & Piattini, 2010)



## 2.8 MMIS - AENOR

Es un modelo español que contribuye al desarrollo de las actividades de normalización y certificación para mejorar la calidad de productos y servicios en empresas desarrolladoras de *software*. El modelo está basado en estándares internacionales, los cuales se relacionan en la tabla 4.

**Tabla 4.** Componentes modelo MMIS - AENOR

Componentes	Norma
Modelo de evaluación de capacidad de procesos y madurez organizacional	ISO15504
Modelo de procesos del ciclo de vida del <i>software</i>	ISO 12207
Proceso de auditoría para la certificación	ISO 17021

Sus objetivos principales son brindar mayor agilidad, operatividad y adaptación de las normas ISO, tendiente a evaluar por niveles de madurez y mejora de procesos. Proporciona una colección estructurada de prácticas que describen las características de procesos que son útiles para el desarrollo de *software*. Cada proceso está descrito en términos de: propósito y resultados (*outcomes*), elementos requeridos (AENOR, s.f.).

Este modelo define cuatro atributos de proceso:

- FA: completamente alcanzado
- LA: ampliamente alcanzado
- PA: parcialmente alcanzado
- NA: no alcanzado

El modelo plantea tres niveles de madurez organizacional, los cuales se presentan en la tabla 5. Cada nivel tiene atributos asociados, que se deben cumplir para alcanzar los diferentes niveles del modelo.

**Tabla 5.** Niveles modelo MMIS - AENOR

Nivel de capacidad	Atributo de proceso (PA)
NIVEL 1	PA 1.1. Realización del proceso
NIVEL 2	PA 1.1. Realización del proceso PA 2.1. Gestión de la realización PA 2.2. Gestión de los productos de trabajo
NIVEL 3	PA 1.1. Realización del proceso PA 2.1. Gestión de la realización PA 2.2. Gestión de los productos de trabajo PA 3.1. Definición del proceso PA 3.2. Despliegue del proceso

Las principales características del modelo AENOR son:

- El modelo es más económico en la certificación nivel de madurez 2 con respecto a CMMI - DEV y un poco más alto que MoProSoft.
- Hay menos capacitación de formación y menos auditorías.
- Su integración de algunas normas ISO (9001, 27001, 20000) se hace más fácil y se alinea con futuras normas, como ISO 29110.
- La empresa se puede certificar por niveles de madurez organizacional.
- Tiene capacitaciones de consultoría y auditorías.
- La certificación la realiza AENOR.

## 2.9 Norma ISO/IEC 12207

La norma ISO/IEC 12207 está enfocada en la calidad del desarrollo de *software* dividido en procesos y estos a su vez en actividades. Su propósito es asegurar que los productos, servicios e implementaciones del ciclo de vida de los procesos cumplan con los objetivos de calidad de la organización y el cliente quede satisfecho. Los procesos de la norma ISO/IEC 12207 son detallados en la figura 8.

**Figura 8.** Procesos de la norma ISO/IEC 12207 (ISO/IEC 12207, 2008)

Procesos de la Norma ISO/IEC 12207	Procesos principales del ciclo de vida	Procesos de apoyo del ciclo de vida	Procesos organizativos del ciclo de vida
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesos principales</li> <li>• Procesos de apoyo</li> <li>• Procesos organizativos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adquisición</li> <li>• Suministro</li> <li>• Desarrollo</li> <li>• Operación</li> <li>• Mantenimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentación</li> <li>• Gestión de la configuración</li> <li>• Aseguramiento de la calidad</li> <li>• Verificación</li> <li>• Validación</li> <li>• Solución de problemas. Revisión conjunta</li> <li>• Auditoría</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión</li> <li>• Infraestructura</li> <li>• Mejora</li> <li>• Recursos humanos</li> </ul>

Para una implementación exitosa de la gestión de los procesos de calidad se debe tener en cuenta:

- Definir políticas y procedimientos de gestión de la calidad en la organización
- Definir los objetivos de calidad de la organización
- Definir responsabilidades para la gestión de la calidad
- Supervisar el estado del cliente y tomar las medidas necesarias cuando no se cumplen los objetivos de calidad

## 2.10 Otros modelos de calidad

Actualmente existen otros modelos de calidad, tales como Pathfinder, MIL STD 498, TL 9000, entre otros, los cuales no se contemplan en este documento, ya que son poco usados en Colombia. Por lo anterior, no se encuentran dentro del alcance de esta guía.

## 3. Método propuesto

Uno de los interrogantes que les surge a las empresas que desean adoptar y/o certificarse en un modelo de

mejoramiento de procesos es: ¿cuál modelo debemos adoptar? Si sabemos que existen una gran variedad de modelos, sería muy importante no responder únicamente basados en el criterio del modelo más reconocido mundialmente, sino tener en cuenta otras características, para seleccionar el o los modelos que más se ajusten a las condiciones de una empresa. El presente trabajo pretende ser una guía de recomendación para ayudar a la selección de los modelos de calidad orientados a la mejora de procesos que se deberían considerar y los que se deberían descartar.

### 3.1 Actividades del método propuesto

Para lograr el propósito de ofrecer una guía para la selección del modelo de mejora de procesos, se propone realizar las actividades planteadas en la tabla 6. (siguiente página)

Las actividades 6, 7 y 8 plantean la mejora y depuración de la guía. Estas actividades están fuera del alcance del presente documento y se plantean como trabajos futuros.

**Tabla 6.** Actividades del método propuesto

Nro.	Actividad	Descripción
1	Explorar alternativas	Consultar los modelos de mejoramiento de procesos existentes.
2	Seleccionar modelos	Realizar la selección de los modelos que se utilizarán para la guía.
3	Elaborar cuadro comparativo	Elaborar un cuadro comparativo entre los modelos de mejoramiento de procesos identificando las fortalezas y debilidades para establecer parámetros diferenciales.
4	Valorar modelos	Definir una serie de características de acuerdo a las diferentes condiciones y necesidades de las empresas, para establecer una valoración asociada a cada modelo de mejoramiento de procesos.
5	Elaborar guía	Elaborar la guía de recomendación que permita instaurar los modelos de mejoramiento que la empresa debería tener en cuenta para su elección.
6	Realizar piloto	Para establecer el valor real de la guía propuesta, se debe realizar un proyecto piloto con al menos cincuenta empresas.
7	Refinar guía	Refinar la guía según la retroalimentación recibida en el proyecto piloto.
8	Repetir	Repetir los pasos del 4 al 7 hasta lograr una versión estable.

### 3.1.1 Explorar alternativas existentes de modelos de mejora de procesos

El mercado actual ofrece una diversidad de modelos para la mejora de procesos, tal como se relacionó en el marco teórico del presente artículo, donde se presentaron las principales características de los modelos más reconocidos mundialmente. La exploración de los diferentes modelos existentes nos permite identificar las fortalezas y debilidades, lo cual será el punto clave para la selección de los modelos que servirán de base a la presente propuesta.

- Los modelos más representativos a nivel mundial
- Los modelos que tienen mayor influencia en nuestra región

Luego de revisar las diferentes opciones, se resuelve como resultado del consenso que se tomarán como base los modelos de referencia CMMI, ISO 9001, MPS. BR, COMPETISOFT, MoProSoft, IT MARK, ISO 29110, MMIS - AENOR.

### 3.1.2 Selección de modelos de mejora de procesos

Para la selección de los modelos de mejoramiento de procesos que servirán como base para la elaboración de la guía de recomendación, se realiza una toma de decisión por consenso (Rubio, 2005), debido a que existen muchos modelos de calidad. En el presente trabajo se tomarán en cuenta los modelos de acuerdo a los siguientes criterios de selección:

### 3.1.3 Elaboración de cuadro comparativo de modelos

En la tabla 7 se realiza un comparativo entre los modelos para la mejora de procesos, que se propone como herramienta para la caracterización de los modelos. Se describen las principales características de cada modelo de mejora, las cuales posteriormente pueden ser analizadas y contrastadas con las de otro u otros modelos seleccionados como base para la propuesta de la guía. Esta comparación permite es-



tablecer similitudes y diferencias entre los modelos, para determinar fortalezas y debilidades que puede ofrecer un modelo frente a las condiciones específicas de una empresa.

### 3.1.4 Valoración de los modelos de mejoramiento frente a las condiciones planteadas

El proceso de valoración de los modelos se lleva a cabo tomando como base el cuadro comparativo de los modelos. Luego de analizar las diferencias entre los modelos, se pueden identificar características de un modelo que pueden ser tomadas como fortaleza frente a los otros. Basados en estos criterios, se plantean veintidós preguntas que responden a diferentes características, condiciones y necesidades de las empresas que desean realizar una mejora de los procesos o que buscan obtener una certificación de calidad.

Cada pregunta se convierte en un criterio de selección, el cual es ponderado para darle mayor relevancia a las características más deseadas por la empresa

para la elección del modelo de mejora. Para la valoración del modelo se debe establecer un valor que indica el grado de pertinencia del modelo, tanto para cuando cumple como cuando no cumple con el criterio. El resultado de este proceso se presenta en la tabla 8: valoración de modelos de mejora de proceso, que presenta unos valores propuestos mediante una decisión por consenso de acuerdo a las características de cada modelo.

### 3.1.5 Elaboración de la guía de recomendación

Para determinar los modelos de mejoramiento de procesos más adecuados de acuerdo a las necesidades propias de la empresa, se debe capturar los valores numéricos asociados a los criterios presentados en el cuadro de valoración (ver punto anterior), de acuerdo con la respuesta obtenida a cada una de las preguntas y el criterio de ponderación aplicado. El diligenciamiento de la guía permite obtener los totales por cada uno de los modelos, identificando los modelos que más se ajustan a la realidad de la empresa.

**Tabla 7.** Cuadro comparativo de modelos de calidad para la mejora de procesos de *software*

Característica	CMMI - DEV	ISO 9001	IT MARK	Competisoft	Mopro soft	Mps.Br	Iso 29110	Mmis - aenor
Organización	SEI	ISO	ESI	CYTED	NYCE S.C.	SOFTEx	ISO	AENOR
Modelo de procesos	CMMI	ISO 9001	CMMI ISO 17799 10-SQUARED	CMMI ISO 12207 ISO 9001	CMMI ISO 12207 ISO 9001	CMMI ISO 12207	ISO 12207	ISO 12207
Modelo de evaluación	SCAMPI	-	ARC V 1.2	ISO15504-2	ISO15504-2	ISO15504-2	ISO 29110-3 ISO 15504-2	ISO15504-2
Certificador	LEAD APPRAISAL/ PARTNER SEI	Empresas acreditadas ISO	LEAD APPRAISAL ESI	Definido en cada país	NYCE S.C.	SOFTEx	Empresas acreditadas ISO	AENOR
Reconocimiento en el mercado	Internacional	Internacional	Europa y Latinoamérica	Latinoamérica	México	Brasil	Internacional	España

Continúa en la siguiente página

Característica	CMMI - DEV	ISO 9001	IT MARK	Competisoft	Mopro soft	Mps.Br	Iso 29110	Mmis - aenor
Niveles de madurez	5	-	3	5	5	7	5	3
Enfoque específico a procesos para el desarrollo de <i>software</i>	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Aplica mejores prácticas de ingeniería de <i>software</i>	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Fácil adaptación a metodologías ágiles	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO
Incluye gestión cuantitativa	SÍ	SÍ	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Incluye valoraciones en seguridad informática	NO	NO	SÍ	NO	NO	NO	NO	NO
Popular y difundido mundialmente	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	NO	NO	NO
Aplica en diferentes tipos de empresas	SÍ	SÍ	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Alcanza la mayoría de las áreas funcionales	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Adaptado a las empresas latinoamericanas	NO	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO
Aplicable a la micro, pequeña y mediana empresa	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Alienado con objetivos estratégicos	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Orientado al objetivo del negocio	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ

Característica	CMMI - DEV	ISO 9001	IT MARK	Competisoft	Mopro soft	Mps.Br	Iso 29110	Mmis - aenor
Altos costos de implementación	SÍ	SÍ	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Requiere inversión adicional en herramientas	SÍ	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Buena relación costo/beneficio	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO
Requiere pocos recursos de personal para su adopción	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Implementación en corto tiempo "relativamente"	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Fácil de entender y de aplicar	NO	NO	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ
Rígido, poco flexible	SÍ	NO	SÍ	NO	NO	NO	SÍ	SÍ
Retorno de la inversión a corto plazo	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Guía la mejora a través de niveles de madurez y capacidad	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Mejora la imagen y la reputación de la compañía	SÍ	SÍ	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Permite compararse competitivamente	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Integra procesos de gestión y desarrollo	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Opera el sistema de gestión de la calidad en la empresa	NO	SÍ	NO	NO	NO	NO	NO	NO

**Tabla 8.** Valoración de modelos de calidad para la mejora de procesos de *software*

No.	Característica	Pregunta	Ponderación	Valoración	CMMI - DEV	ISO 9001	IT MARK	COMPETISOFT	MOPRO SOFT	MPS.. BR	ISO 29110	MMIS AENOR	TOTAL
1	Compromiso (directivos)	¿La alta gerencia está comprometida en el mejoramiento de los procesos?	1 / 2 / 3	SÍ	40	20	20	0	0	0	0	20	100
NO				0	0	0	30	30	30	0	10	0	100
2	Compromiso (empleados)	¿Los empleados son conscientes de la importancia que tendría certificarse en un modelo de calidad de procesos para la empresa?	1 / 2 / 3	SÍ	50	10	10	0	5	10	0	15	100
NO				0	15	20	20	12	10	23	0	100	
3	Objetivo	¿La empresa busca adoptar un modelo de mejora de procesos para lograr sus objetivos estratégicos?	1 / 2 / 3	SÍ	45	15	10	5	8	2	5	10	100
NO				0	5	5	20	30	30	10	0	100	
4	Calidad	¿La empresa cuenta con un área de calidad?	1 / 2 / 3	SÍ	50	0	20	0	0	0	0	30	100
NO				0	50	10	10	10	10	10	0	100	
5	Procesos	¿La empresa tiene claramente definidos sus procesos?	1 / 2 / 3	SÍ	40	0	20	10	10	10	0	10	100
NO				0	80	0	5	5	5	5	0	100	
6	Adherencia	¿Los procesos se ejecutan de acuerdo a como están definidos?	1 / 2 / 3	SÍ	50	0	10	5	5	5	5	20	100
NO				0	60	10	5	10	5	5	0	100	

No.	Característica	Pregunta	Ponderación	Valoración	CMMI - DEV	ISO 9001	IT MARK	COMPETISOFT	MOPRO SOFT	MPS. BR	ISO 29110	MMIS AENOR	TOTAL
7	Tamaño	¿La empresa está catalogada como pyme?	1 / 2 / 3	SÍ NO	0 60	0 10	0 10	40 0	30 0	5 0	25 0	0 20	100 100
8	Inversión	¿La empresa está dispuesta económicamente a invertir cifras superiores a (valor referenciado) para obtener una certificación en mejora de procesos? Valor referenciado = USD 50.000	1 / 2 / 3	SÍ NO	80 0	10 20	0 10	0 40	0 10	0 5	0 15	0 10	100 100
9	Roi	¿Al invertir en un modelo para la mejora de los procesos, la empresa espera un retorno de la inversión a corto plazo?	1 / 2 / 3	SÍ NO	0 40	0 20	20 5	30 5	25 5	15 5	10 10	0 10	100 100
10	Contratación	¿La empresa está en condiciones de involucrar nuevos recursos de personal necesarios para asumir la adopción del modelo de procesos de software?	1 / 2 / 3	SÍ NO	70 0	10 10	5 0	0 55	0 20	0 10	0 5	15 0	100 100

No.	Característica	Pregunta	Ponderación	Valoración	CMMI - DEV	ISO 9001	IT MARK	COMPETISOFT	MOPRO SOFT	MPS. BR	ISO 29110	MMIS AENOR	TOTAL
11	Reconocimiento	¿La empresa busca adoptar un modelo de mejora de procesos para obtener reconocimiento en el mercado a nivel mundial?	1 / 2 / 3	SÍ	30	30	30	0	0	0	10	0	100
				NO	0	0	0	25	25	25	0	25	100
12	Experiencia	¿Actualmente la empresa cuenta con alguna certificación en calidad de los procesos?	1 / 2 / 3	SÍ	65	10	10	0	0	0	0	15	100
				NO	0	20	20	10	10	20	10	10	100
13	Personal capacitado	¿Existe personal de la empresa capacitado en mejora de procesos?	1 / 2 / 3	SÍ	40	0	20	5	5	5	5	20	100
				NO	0	10	10	20	20	20	20	0	100
14	Cultura	¿Existe una cultura al interior de la empresa para la mejora continua de los procesos?	1 / 2 / 3	SÍ	40	10	20	5	5	5	0	15	100
				NO	0	20	10	20	20	15	15	0	100
15	Metodología	¿La empresa utiliza metodologías ágiles para el desarrollo del software?	1 / 2 / 3	SÍ	0	0	0	35	25	20	20	0	100
				NO	70	10	20	0	0	0	0	0	100

No.	Característica	Pregunta	Ponderación	Valoración	CMMI - DEV	ISO 9001	IT MARK	COMPETISOFT	MOPRO SOFT	MPS. BR	ISO 29110	MMIS AENOR	TOTAL
16	Cobertura	¿La empresa desea mejorar sus procesos en todas las áreas?	1 / 2 / 3	SÍ	55	0	15	15	10	5	0	0	100
				NO	5	15	10	30	10	15	10	5	100
17	Certificación	¿La empresa requiere que el resultado de la adopción de un modelo de mejora de procesos sea la certificación formal?	1 / 2 / 3	SÍ	60	10	20	0	0	0	0	10	100
				NO	0	0	0	45	30	15	10	0	100
18	Medición	¿Para la empresa es prioritario realizar la gestión cuantitativa de los procesos (Ardila y Pino, 2013)?	1 / 2 / 3	SÍ	50	0	50	0	0	0	0	0	100
				NO	0	10	0	40	15	10	15	10	100
19	Respaldo	¿La empresa busca que el modelo tenga el respaldo de consultores expertos?	1 / 2 / 3	SÍ	30	20	10	5	5	5	20	5	100
				NO	15	15	15	10	10	10	15	10	100
20	Escalabilidad	¿La empresa busca que el modelo pueda ser adoptado de manera escalonada?	1 / 2 / 3	SÍ	40	0	10	10	10	10	10	10	100
				NO	0	60	0	10	10	10	10	0	100

### 3.2 Partes de la guía

En la tabla 9 se explican las partes de la guía para la selección del modelo de calidad, según la numeración ilustrada en la tabla 8.

**Tabla 9.** Partes de la guía de recomendación

Nro.	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
1	Característica	Define un aspecto a evaluar para la selección del modelo para la mejora de procesos.
2	Pregunta	Cuestionamiento que debe realizarse para definir si la empresa cumple o no con la característica propuesta.
3	Factor de ponderación	Corresponde al peso que la empresa le asigne a la característica respectiva. La importancia o relevancia de la característica propuesta para la selección del modelo según las necesidades y condiciones propias de la empresa tiene en cuenta los siguientes valores: 1. Muy importante, 2. Necesario o 3. Indiferente.
4	Valoración	Corresponde al valor asignado a cada característica de acuerdo a la respuesta dada (SÍ o NO), según la tabla de valoración propuesta en la presente guía.
5	Modelos	Modelos para la mejora de procesos propuestos en la guía.
6	Puntaje	Valor ponderado asignado al modelo para la característica asociada de acuerdo a la respuesta dada. Se calcula de la siguiente forma: Si la repuesta fue afirmativa: Resultado = Factor * Valoración_SÍ Si la repuesta fue negativa: Resultado = Factor * Valoración_NO Donde: Factor = Factor de ponderación asignado
7	Resultado	Valor final asignado al modelo, resultante de la sumatoria de todos los puntajes calculados para cada una de las características.

No.	Característica	Pregunta	Ponde- ración	Valoración	CMMI - DEV	ISO 9001	IT MARK	COMPETISOFT	MOPRO SOFT	MPS.. BR	ISO 29110	MMIS AENOR	TOTAL
21	Cumplimiento	¿Actualmente la empresa cumple con los plazos establecidos en los proyectos?	1 / 2 / 3	SÍ NO	60 0	20 0	0 10	0 30	0 20	0 20	0 20	20 0	100 100
22	Tiempo	¿Existe mucha presión en los tiempos de entrega en los proyectos que maneja la empresa?	1 / 2 / 3	SÍ NO	0 50	0 30	20 0	20 0	20 0	20 0	20 0	0 20	100 100
<b>TOTALES</b>													



Una vez desarrollada la guía y calculados los totales de cada modelo resultantes de la sumatoria de los puntajes asignados a cada característica, se puede dar las siguientes recomendaciones, de acuerdo a los rangos definidos en la tabla 10.

**Tabla 10.** Rangos de clasificación de modelos

Rango	Descripción	Criterio
Rango 1	Modelos que se deben tener en cuenta para la selección de un modelo que mejor se ajuste a las necesidades de la empresa.	Modelos cuyo resultado final de valoración es mayor a 2.000.
Rango 2	Modelos que se deben descartar del grupo de candidatos, ya que poco se ajustan a las necesidades de la empresa.	Modelos cuyo resultado final de valoración es menor a 1.000.
Rango 3	Modelos a los cuales se les debe realizar un análisis más detallado para determinar si deben ser tenidos en cuenta o no para la selección; ello está por fuera del alcance de la presente guía de recomendación.	Modelos cuyo resultado final de valoración está entre 1.000 y 2.000.

## 4. Conclusiones

Existen muchos modelos de calidad para la mejora de procesos de desarrollo de *software*, cada uno con características que les dan ventajas y desventajas sobre los otros. Por ello la selección del mejor modelo para una empresa debe basarse en cuál se ajusta a las condiciones propias de la empresa y a las necesidades específicas que desea afrontar al adoptar un modelo de mejora de procesos, con el fin de lograr sus objetivos.

Es importante definir claramente qué es lo que se busca con la adopción de un modelo de mejora antes de iniciar el proceso de selección. Para aclarar este panorama, es necesario contar con una guía que indique los aspectos a tener en cuenta, tal como la que se plantea en el presente trabajo, la cual pretende facilitar el proceso de selección del modelo.

La adopción de un modelo de calidad que se ajuste a las características de la empresa le permitirá alcanzar unos niveles de calidad con los cuales pueda competir en el mercado, sin obstruir el flujo normal de la empresa, ya que se tendrán en cuenta las limitaciones y restricciones. La elección del modelo le permitirá mejorar los procesos y prepararse para adoptar modelos y niveles más complejos en un futuro.

La ponderación de la guía de recomendación debe realizarse por un grupo de *stakeholders* que asuman la tarea con seriedad y responsabilidad, debido a la importancia de esta actividad en la selección del modelo.

Como trabajos futuros se plantea que los valores en la tabla de valoración de los modelos no sean asignados mediante consenso, sino que estén basados en estudios, mediante los cuales se pueda identificar claramente que un modelo es más adecuado que otro para satisfacer las características analizadas en la tabla. Además, convertir la guía en un método, evaluando con estudios específicos cada una de las características planteadas en la guía de recomendación para cada uno de los modelos, con el fin de ofrecer no solo una recomendación de los modelos que la empresa podría adoptar, sino de establecer claramente el modelo que realmente es más conveniente para la empresa que ejecuta el método. Finalmente, elaborar una herramienta para la captura de los datos de la guía, con la finalidad de realizar los cálculos pro-

puestos y generar la recomendación de los modelos de calidad de acuerdo a la información suministrada. Esta información almacenada históricamente servirá de base para el refinamiento de la guía.

## 5. Referencias

- AENOR. (s.f.). MMIS-AENOR. Recuperado de <http://goo.gl/el7UPR>.
- Aldo, P. (2012). F - Análise da Maturidade de Software – CMM, CMMI e MPS-BR: Conceitos Básicos e Implementação. En M. V. Rodrigues, *Ações Para a Qualidade* (pp. 277-297). Ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda.
- al-Tarawneh, M. Y., Abdullah, M. S. y Ali, A. B. M. (2011). A proposed methodology for establishing software process development improvement for small software development firms. *Procedia Comput. Sci.*, 3(0), 893-897.
- Ardila, C. y Pino, F. J. (2013). Panorama de gestión cuantitativa de procesos de desarrollo de software en pequeñas organizaciones. *Rev. S&T*, 11(26), 29-46.
- Calvache, C. J. P., Alegria, J. A. H. y Pino, F. J. (2008). Factores de éxito o fracaso para la mejora de procesos software: Caso real en un Grupo de MiPyMEs. En *VII Jornadas Iberoamericanas de Ingeniería de Software e Ingeniería del Conocimiento 2008* (pp. 59-66). Guayaquil: Ecuador. *Proceedings*, 59-66.
- Calvo-Manzano, J., Garzás, J., Piattini, M., Pino, F., Salillas, J., Sánchez, J. (2008). Perfiles del ciclo de vida del software para pequeñas empresas: Los informes técnicos: ISO/IEC 29110. *Rev. Española Innovación, Calid. e Ing. Softw.*, 4(2), 96-108.
- Competisoft. (2009). El Modelo Competisoft | Herramienta Competisoft. Retrieved February 10, 2014, from <https://competisoft.wordpress.com/2009/09/21/el-modelo-competisoft/>
- Consulting, C. (2014). Auditoría i mejora de procesos TI: CMMi e ITIL | Cynertia Consulting. Retrieved February 10, 2014, from <http://www.cynertiaconsulting.com/es/consultoria-TIC/auditoria-y-mejora-de-procesos-ti-cmmi>
- Cuesta, A., Joyanes, L. y López, M. (2010). The Software Industry in the Coffee Triangle of Colombia. In *Advances in Software Engineering - International Conference, ASEA 2010, Held as Part of the Future Generation Information Technology Conference, FGIT 2010*. Jeju Island: Korea. *Proceedings*, 117, 103-109.
- De la Villa, M., Ruiz, M. y Ramos, Is. (2004). Modelos de evaluación y mejora de procesos: Análisis comparativo. Recuperado de [www.sc.edu.es/jiwdocoj/remis/docs/DelaVillaadis2004.doc](http://www.sc.edu.es/jiwdocoj/remis/docs/DelaVillaadis2004.doc)
- ESI. (s.f.). IT MARK. Recuperado de <http://it-mark.eu/>.
- FITI. (2012). Estudio de la caracterización de productos y servicios de la industria de software y servicios asociados. Recuperado de [http://www.fiti.gov.co/download.aspx?f=documentos/Informe\\_de\\_Gestion\\_FITI\\_2012.pdf](http://www.fiti.gov.co/download.aspx?f=documentos/Informe_de_Gestion_FITI_2012.pdf).
- Garzas, J., & Piattini, M. (2010). La Mejora de Procesos en Pequeñas Empresas y la ISO/IEC 29110 | Kybele Consulting. Retrieved February 10, 2014, from <http://www.kybeleconsulting.com/articulos/la-mejora-de-procesos-en-pequenas-empresas-y-la-isoiec-29110/>
- ISO (2015). ISO 9001. Recuperado de <http://goo.gl/YeYJb>.
- ISO. (2012). ISO/IEC TR 29110. Recuperado de <http://goo.gl/YcJSTB>.
- ISO/IEC 12207:2008. (2008). Systems and software engineering - Software life cycle processes. Recuperado de [http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=43447](http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=43447).
- Kitchenham, B. y Pfleeger, S. L. (1996). Software quality: The elusive target. *IEEE Softw.*, 13(1), 12-21.
- MINTIC. (s.f.). MINTIC- Estrategia de fortalecimiento de la industria de software. Recuperado de [http://www.fiti.gov.co/Estrategia\\_de\\_Fortalecimiento.htm](http://www.fiti.gov.co/Estrategia_de_Fortalecimiento.htm).

- Niazi, M. y Babar, M. A. (2009). Identifying high perceived value practices of CMMI level 2: An empirical study. *Inf. Softw. Technol.*, 51(8), 1231-1243.
- Pardo, C. F., Pino, J., García, F., Piattini, M. y Baldassarre, M. T. (2012). An ontology for the harmonization of multiple standards and models. *Comput. Stand. Interfaces*, 34(1), 48-59.
- Proyecto COMPETISOFT and CYTED (2006). COMPETISOFT.
- Rubio, I. C. (2005). Procedimientos de consenso para problemas de decisión en grupo con múltiples criterios. *Rect@: Revista Electrónica de Comunicaciones y Trabajos de ASEPUMA*, 6, 61-85.
- SEI. (s.f.). CMMI. Recuperado de <http://www.cmmiinstitute.com/>.
- SOFTEX. (s.f.). MPS.BR. Recuperado de [http://www.softex.br/mpsbr/ES/\\_home/default.asp](http://www.softex.br/mpsbr/ES/_home/default.asp).
- Standish Group. (1995). CHAOS Report. Recuperado de <http://www.standishgroup.com>.
- Staples, M., Niazi, M., Jeffery, R., Abrahams, A., Byatt, P. y Murphy, R. (2007). An exploratory study of why organizations do not adopt CMMI. *J. Syst. Softw.*, 80(6), 883-895.
- S2C technology. (2009). Certificación MPS-br. Retrieved February 10, 2014, from [http://s2c-dev.cloudapp.net/portals2c/index.php?option=com\\_content&view=article&id=28&Itemid=180](http://s2c-dev.cloudapp.net/portals2c/index.php?option=com_content&view=article&id=28&Itemid=180)
- UNAM. (2006, marzo). Enterate UNAM. Recuperado de <http://www.enterate.unam.mx/Articulos/2006/marzo/moprosoft.htm>.
- Universidad Santiago de Chile. (2013). Modelo de procesos. Retrieved from [http://dca.usach.cl/sites/dca/files/paginas/enfoque\\_de\\_procesos.pdf](http://dca.usach.cl/sites/dca/files/paginas/enfoque_de_procesos.pdf)
- Ventura Miranda, M. T., & Peñaloza Báez, M. (2006). MOPROSOFT. Retrieved February 10, 2014, from <http://www.enterate.unam.mx/Articulos/2006/marzo/moprosoft.htm>