

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**  
**VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN**  
**INFORME FINAL DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Proyecto 5402-2188-0801**

**Mejora de procesos para fomentar la competitividad de la  
pequeña y mediana industria del software de Iberoamérica**

**Dr. Oscar López**  
**M.Sc. Gaudy Esquivel**  
**Ing. Ana Lorena Valerio**  
**Ing. Leonardo Víquez**  
**M.Sc. Oscar Víquez**  
**Ing. Denis Umaña**

**Agosto 2012**

# Tabla de Contenido

1	Resumen.....	4
2	Introducción.....	5
2.1	Objetivo general del proyecto .....	6
2.2	Objetivos específicos .....	6
2.3	Revisión de literatura.....	7
3	Metodología .....	11
3.1	Estrategia general.....	11
3.2	Gestión.....	12
3.3	Investigación .....	13
3.4	Paquetes de trabajo .....	14
4	Resultados .....	17
4.1	El Modelo Competisoft .....	17
4.2	Modelo de evaluación .....	20
4.3	Herramientas de SW de soporte .....	22
4.4	Modelo de Mejora .....	23
5	Discusión y Conclusiones.....	25
6	Recomendaciones .....	28
7	Agradecimientos .....	29
8	Referencias .....	30

---

# DOCUMENTO I

**Proyecto 5402-2188-0801**

**Mejora de procesos para fomentar la competitividad de la  
pequeña y mediana industria del software de Iberoamérica**

## **Autores y direcciones**

**Dr. Oscar López, Coordinador, Carrera de Computación San Carlos**

**M.Sc. Gaudy Esquivel, Carrera de Computación San Carlos**

**Ing. Ana Lorena Valerio, Carrera de Computación San Carlos**

**Ing. Leonardo Víquez, Carrera de Computación San Carlos**

**M.Sc. Oscar Víquez, Carrera de Computación San Carlos**

**Ing. Denis Umaña, Empresa NCQ, San Carlos**

# 1 RESUMEN

Se desarrolló un Marco Metodológico (Modelo de Procesos, Modelo de Capacidades y Método de Evaluación), para la mejora continua de procesos de PYMES iberoamericanas. Asimismo, se difundió la cultura de la mejora de procesos en el sector informático, formando a investigadores, docentes y profesionales. También se incidió en organismos de normalización y certificación de Iberoamérica, proponiendo los principios metodológicos para la evaluación y certificación de la industria del software.

Han participado universidades, empresas y organismos de estandarización de 13 países, con un Comité de Gestión, responsable de la coordinación y de la supervisión de las actividades en términos de planificación y logro de los objetivos. Este Comité era co-dirigido por el Director del Proyecto y por la Directora Técnica, y estaba formado por la Directora de Calidad, el Director de Relaciones Externas y los responsables de los paquetes de trabajo.

Se utilizó el método de Investigación-Acción, ampliamente recomendado para generar un beneficio al “cliente” de la investigación y, al mismo tiempo, generar “conocimiento de investigación” relevante. Los resultados principales son:

- Disminución de la brecha digital Iberoamericana, mejorando el nivel de formación y capacitación en Ingeniería del Software en general, y en lo relativo a la calidad y mejora de procesos software.
- Establecimiento de un marco para potenciar la fabricación de software de calidad en la pequeña y mediana industria del software de Iberoamérica.
- Transferencia de los resultados por medio de publicaciones, sitio web y seminarios y talleres de trabajo, incidiendo también en diferentes actividades de normalización.

**PALABRAS CLAVE:** Ingeniería de software; Modelos de Procesos de Software; Gestión de Procesos; Mejores Prácticas; Mejora Continua; Calidad de Software.

## 2 INTRODUCCIÓN

En la reunión de trabajo del Sub Comité 7 del Comité Técnico Conjunto 1 de la ISO y la IEC (más conocido como ISO/IEC JTC1/SC7) del 2004, Canadá planteó la necesidad de trabajar las normas de ingeniería de software para las pequeñas empresas u organizaciones que desarrollan software. En una reunión en marzo del 2005, se definió que una pequeña empresa u organización está compuesto entre 1 y 25 empleados. En mayo del 2005, luego de una votación internacional, se aprobó la constitución del WG 24 (Work Group 24) para trabajar en un proyecto especial que se conoció como VSE. En mayo del 2006, luego de analizar los resultados de una encuesta internacional y evaluar diversos modelos, se decidió, entre otras cosas, tomar el modelo mexicano MoProSoft [MoProSoft] como base para ese proyecto. El proyecto VSE se concretó en una norma internacional cuya identificación es ISO/IEC TR 29110 [ISO/IEC TR 29110-1:2011].

El área temática 5 de CYTED estableció como objetivo *Reducir la brecha digital existente entre los diferentes países de la Región Iberoamericana, para mejorar el nivel de formación y capacitación; identificar nichos de mercado asociados a sectores económicos estratégicos para la Región, apoyándose en las infraestructuras nacionales de cada uno de los países signatarios; asegurar una transferencia de tecnología básicamente hacia las PyMEs; realizar esfuerzos hacia aquellas actividades en las que exista o sea de prever una fuerte dependencia tecnológica, exista o pueda crearse una infraestructura empresarial capaz de asumir los desarrollos alcanzados, y se puedan transferir los resultados a otros países.* En ese contexto se inscribió el Proyecto COMPETISOFT, calzando perfectamente a esta área temática ya que:

- Busca la mejora del nivel de formación y capacitación en Ingeniería del Software en general, y particularmente en lo relativo a la calidad y mejora de procesos software
- Pretende potenciar la fabricación de software de calidad como sector estratégico de la Región
- Se concibe especialmente para la pequeña y mediana industria del software de Iberoamérica.
- Facilita la creación y/o dinamización de una infraestructura empresarial competitiva
- Transfiere los resultados a otros países por medio de publicaciones, sitio web y, especialmente, seminarios de formación y talleres de trabajo celebrados en diferentes países, incidiendo también en diferentes actividades de normalización.

El proyecto se enmarcó dentro de la línea *Sistemas 5.1. Calidad y certificación de Software*, y desarrolló un marco de trabajo que fue validado por PyMEs de la región, y así contribuyó en la

*concienciación sobre la importancia económica y técnica de la aplicación de una metodología de calidad y de la necesidad de certificación de calidad.*

Además se establecieron relaciones y contactos con los organismos de evaluación y certificación de los diferentes países participantes en el proyecto con el fin de presentarles la ventaja competitiva que puede suponer para Iberoamérica la existencia de un marco común reconocido por todos los países. Antes de este proyecto, algunos países poseían sus propias metodologías (p.ej. España la metodología Métrica V.3) o marcos de evaluación (p.ej. México, Moprosoft), pero no existía un reconocimiento mutuo, lo que entre otras cosas dificultaba la fabricación y exportación del software, así como la colaboración entre PyMEs de diferentes países.

## **2.1 OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO**

Incrementar el nivel de competitividad de las PyMES Iberoamericanas productoras de software mediante la creación y difusión de un marco metodológico común que, ajustado a sus necesidades específicas, pueda llegar a ser la base sobre la que establecer un mecanismo de evaluación y certificación de la industria del software reconocido en toda Iberoamérica.

## **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Desarrollar un Marco Metodológico común ajustado a la realidad socio-económica de las PYMES iberoamericanas, orientado a la mejora continua de sus procesos. Estará compuesto por un Modelo de Procesos, un Modelo de Capacidades y un Método de Evaluación.
2. Difundir la cultura de la mejora de procesos en el sector informático iberoamericano y más específicamente, formar, tanto a investigadores y/o docentes universitarios (formación de formadores) como a profesionales de un buen número de PyMES productoras de software, mediante los cursos que se organizaran en este proyecto CYTED y mediante la difusión -a través de la web del proyecto- de los materiales de formación que se elaborarán.
3. Incidir en los diferentes organismos de normalización y certificación de los países iberoamericanos, para que asuman que los principios metodológicos objeto de este proyecto pueden ser la base para establecer un mecanismo común y mutuamente reconocido de evaluación y certificación de la industria del software Iberoamericana.

### 2.3 REVISIÓN DE LITERATURA

La industria de software constituye una fuente económica muy importante para todos los países del mundo, especialmente para los iberoamericanos. Es fuente de múltiples ingresos y empleo y se perfila como una de las oportunidades más importantes en los países en vía de desarrollo. No obstante, los países iberoamericanos poseen una industria de software incipiente e inmadura [OEL]. Ello conlleva a una falta de competitividad, lo que dificulta su crecimiento.

En muchos de nuestros países, las empresas de desarrollo de software – normalmente pequeñas y medianas empresas (Pymes)- no están preparadas para competir internacionalmente. El sector informático se enfrenta a una serie de problemas como la dependencia tecnológica y metodológica, especialmente de los Estados Unidos, la falta de formación sobre los procesos del ciclo de vida del software y sobre la calidad del mismo. Por lo que en la mayoría de los casos, asistimos a una construcción de software de baja calidad, totalmente artesanal, con tiempos de desarrollo inapropiados, e insatisfacción de los clientes y usuarios finales. A pesar de ello, el software desempeña un papel cada vez más importante en la sociedad actual y su demanda crece exponencialmente, por lo que urge articular una estrategia para conseguir la construcción de productos software de calidad.

Como es bien conocido, la calidad de los productos se relaciona íntimamente con la calidad de los procesos utilizados para desarrollarlos y gestionarlos. Es por ello que a escala internacional se han desarrollado varios modelos para la mejora y evaluación de procesos software, destacando la norma ISO/IEC 15504 [ISO/IEC-15504] y, especialmente, los modelos CMM y, más recientemente, CMMI [Carnegie Mellon University], desarrollados por el Software Engineering Institute [SEI]. Siguiendo esta *filosofía* también se han propuesto otros muchos modelos de madurez específicos: para pruebas [Olsen y Staal, 1998], gestión de proyectos [Ibbs y Kwak] 2000 y McBride et al., 2004) [Walker et al], ingeniería de requisitos [Somerville y Ransom, 2005], desarrollo distribuido [Ramasubbu et al., 2005], mantenimiento (April et al., 2005), arquitectura (Gartner, 2002; EABOK, 2004 y Van der Raadt et al., 2004) etc.

Esos modelos, aunque bien fundados, presentan como problema que están orientados para grandes empresas, y su adopción por parte de las Pymes es difícil y costosa como atestiguan diversas investigaciones (véase, por ejemplo, Batista y Figueiredo, 2000; Hareton y Terence, 2001, Fayad et al., 2000, Tuffley, 2004). Además, como señala en su reciente estudio Mekelburg (2005), las organizaciones, incluso las grandes, tienden a adoptar grupos de procesos relacionados como un conjunto, más que procesos de forma independiente como en el modelo CMMI.

En las Pymes iberoamericanas esto se agrava aún más, ya que se carece en la mayoría de los casos de procesos del ciclo de vida del software bien definidos, y existe un problema “cultural” importante cuando se quiere “importar” y adoptar, sin más, modelos definidos en países como EEUU, ya que, como señala Zahran (1998) si el proceso no calza con la cultura de la organización será rechazado por los componentes organizacionales, similar como sucede en los trasplantes de órganos. Un problema parecido, se expone en la investigación de Dyba (2005), en el que se destaca las importantes diferencias culturales en el éxito de la mejora de procesos software entre EEUU y Europa.

Otro aspecto, y no menos importante, es el alto coste en las evaluaciones y el coste de los cursos sobre los métodos y modelos de evaluación. Un informe del propio Software Engineering Institute (Chrissis et al., 2004) insiste en lo caro y difícil de implementar que resulta CMMI y SCAMPI (el método de evaluación asociado a CMMI). Si esto es así en las propias organizaciones norteamericanas, implica que en los países iberoamericanos alcanza un coste prohibitivo, además de suponer un pago de regalías y derechos de autor y de certificación constante a Estados Unidos.

En algunos países iberoamericanos se ha intentado abordar este problema, aunque de forma aislada, con algunas iniciativas dignas de destacar como el modelo “MoProSoft” de México (Oktaba, 2006), el modelo “MR mps” de Brasil (Weber y Rocha (2004), o el modelo SIMEP-SW de Colombia (Hurtado et al., 2003), incluso la metodología Métrica v.3 propugnada por el Ministerio de Administraciones Públicas del Gobierno de España [METRICA] también pretende conseguir la mejora de los procesos y productos software.

El proyecto COMPETISOFT ha pretendido aglutinar estas diferentes alternativas, aprovechando la sinergia y los conocimientos de los diferentes países para conseguir un marco metodológico de ámbito verdaderamente iberoamericano. El hecho de que nuestros países compartan un Modelo de Procesos, un Modelo de Capacidades y un Método de Evaluación aportará grandes ventajas ya que facilitará la colaboración entre empresas de diferentes países, la movilidad de los profesionales informáticos, el reconocimiento de certificaciones, la compartición de herramientas de desarrollo, y el abaratamiento de los recursos formativos. Este último punto es muy importante, ya que hay que destacar especialmente la repercusión que el proyecto tendrá en la formación de los profesionales de software iberoamericanos, y en la difusión de la cultura de la mejora de procesos en el sector informático, ya que se pretende formar tanto a profesionales como a académicos realizando una verdadera labor de "formación de formadores", lo que



permitirá que se sigan difundiendo en el futuro los conocimientos de mejora y calidad del software.

De esta manera se crean las mejores bases posibles para que las iniciativas de mejoras de proceso de las empresas y organizaciones de software iberoamericanas triunfen, ya que se abordan cuestiones como: los recursos humanos dedicados a la mejora de procesos, la capacidad en ingeniería del software de los desarrolladores, los hábitos culturales de la organización, los estándares (de industria, organización, proyecto, cliente) y la comprensión y soporte de todos los niveles de gestión y profesionales, que los expertos consideran clave para el éxito (Kasse, 2004).

Como se ha señalado, el sector informático representa un área estratégica para el crecimiento de los países iberoamericanos. Por ello, el proyecto COMPETISOFT buscaba mejorar el nivel de capacitación de los profesionales iberoamericanos y la calidad de los procesos de desarrollo, ofreciendo las mejores prácticas y modelos de procesos, adaptados a las idiosincrasias particulares de las empresas iberoamericanas. Esto facilitará un aumento en la calidad y en la cantidad de software desarrollado en Iberoamérica, aumentando las exportaciones y también el número de factorías de software instaladas, incrementando el número de empleados en el sector.

Otro aspecto de interés es el impulso que el proyecto COMPETISOFT puede tener en la representación de la comunidad iberoamericana en las organizaciones de estandarización internacional como ISO, ya que tanto el modelo de procesos como el modelo de capacidades y el método de evaluación se harán conformes a las principales normas (ISO 12207 –ISO (2002)- e ISO 15504 [ISO, 2004], respectivamente). Es importante destacar que la presencia iberoamericana en los sectores de estandarización relacionados con la informática, y en especial con al Ingeniería del Software, en estos momentos es testimonial, ya que está totalmente dominada por Estados Unidos, Canadá, Japón, y algunos países de Europa como Gran Bretaña o Alemania. COMPETISOFT puede ayudar a paliar en cierta medida esta deficiencia y, aglutinando los diferentes países iberoamericanos, darles un mayor protagonismo en el desarrollo de estándares que ayuden o, al menos, no vayan en contra de los intereses de las empresas iberoamericanas. Hay que destacar en este aspecto que los representantes iberoamericanos de varios países (Argentina, Brasil, Mexico, España, etc.) en el ISO/IEC SC7 forman parte del grupo de investigadores del proyecto.

La presencia del IRAM y de estos representantes permite también confiar en la aprobación del marco desarrollado por el proyecto COMPETISOFT como un verdadero estándar iberoamericano, que impulsaría el desarrollo de software en la región.

Además, la mejora del desarrollo y mantenimiento de software es muy importante para las Administraciones Públicas, que son grandes consumidores e importantes usuarios de software. Creemos que COMPETISOFT ayudará a las Administraciones Públicas Iberoamericanas a la contratación, desarrollo y supervisión de software; en este sentido, se ha incluido al gobierno regional de Neuquén para que asegure que el marco es utilizable y útil para las Administraciones Públicas.

## 3 METODOLOGÍA

### 3.1 ESTRATEGIA GENERAL

Se adoptó como estrategia para coordinar mejor a los diferentes participantes, la división en dos niveles de implicación en el proyecto para los diferentes investigadores participantes:

- Grupos consolidados de investigación, que llevarán el peso más importante de la gestión y de la investigación en el proyecto. Estos grupos son los pertenecientes a Universidad Nacional Autónoma (México), Universidad Nova de Lisboa (Portugal), Universidad de Sao Paulo (Brasil), Universidad de los Andes (Venezuela), Universidad Federico Santamaría (Chile), Universidad Nacional del Comahue (Argentina), Universidad de Castilla-La Mancha (España)
- Grupos de investigación emergentes, que recibirán formación y asistencia por parte de los grupos emergentes, tanto en dirección de tesis de postgrado y doctorado como en los aspectos más avanzados de la Ingeniería del Software. Estos grupos son: Universidad Internacional SEK-ICAPI (Ecuador), Universidad del Cauca (Colombia), Universidad de las Ciencias Informáticas (Cuba), Instituto Tecnológico (Costa Rica), Universidad Nacional de La Matanza (Argentina), Universidad Católica del Maule (Chile), Universidad de la República (Uruguay), Pontificia Universidad Católica del Perú (Perú), EAFIT (Colombia).

Asimismo, se tuvo la participación adicional de:

- Organismos de estandarización, participa el IRAM como investigador en el proyecto, el resto de organismos participarán como observadores y promotores del proyecto y se les informará puntualmente pero no se les involucrará en las actividades puntuales del proyecto. Hay que destacar que varios de los miembros del proyecto participan de forma individual en los organismos de estandarización de los diferentes países.
- Organismos públicos, participa el Gobierno de la Región de Neuquén de forma directa, mientras que los demás entes públicos que puedan tener interés en el proyecto lo harán como observadores.
- Empresas, participan cinco empresas de forma directa: Enxenio (España), Sistemas Técnicos de Loterías del Estado (España), Ultrasist (México), MV Systems (Ecuador) y Parquesoft (Colombia), que poseen características diferenciadas en cuanto a su tamaño, sector objetivo, y tipo de software desarrollado. Además, otras empresas participan como observadores del proyecto de las que se adjuntan las cartas de intención, junto con otras empresas que puedan sumarse a lo largo del desarrollo del proyecto.

### 3.2 GESTIÓN

El proyecto se gestionó por medio de un Comité de Gestión, responsable de la coordinación entre los participantes en el proyecto y de la supervisión de las actividades del mismo en términos de planificación y logro de los objetivos. También era encargado de resolver posibles conflictos técnicos, estratégicos, de recursos, etc. Este Comité era co-dirigido por el Director del Proyecto y por la Directora Técnica, y estaba formado por la Directora de Calidad, el Director de Relaciones Externas y los responsables de los paquetes de trabajo,

El Director del Proyecto (Dr. Mario Piattini, UCLM, España) tendrá la responsabilidad global sobre la gestión y coordinación eficiente del proyecto en términos de recursos y planificación temporal. También será el responsable del repositorio del proyecto en el que se almacenen tanto los entregables técnicos, como los de gestión y financieros.

La Directora Técnica (Dra. Hanna Oktaba, UNAM, México) será la responsable de los aspectos técnicos del proyecto y junto a los responsables de los paquetes de trabajo, de los resultados intermedios y finales del proyecto.

La Directora de Calidad (Dra. Alejandra Cechich, U.Comahue, Argentina) será la responsable de los aspectos de calidad de los entregables del proyecto, especialmente de los documentos, publicaciones, presentaciones, etc. proporcionando las plantillas y procedimientos oportunos. Será la responsable de la gestión de la revisión de los entregables y su aprobación.

El Director de Relaciones Externas (Dr. Oswaldo Terán, ULA, Venezuela) será el responsable de las relaciones a que pudiera dar lugar el proyecto, así como de la presentación de los resultados del proyecto en los diferentes ámbitos: gubernamentales, organizaciones empresariales, organismos de estandarización, otros centros nacionales e internacionales, etc.

Hay que destacar que estos directores y varios de los responsables de paquetes de trabajo ya llevan trabajando juntos en la Red Iberoamericana de Tecnologías del Software para la década del 2000 (RITOS2) durante los últimos 4 años, existiendo además diversas interacciones académicas entre ellos, lo que puede contribuir decisivamente a la buena gestión del proyecto.

Con el objetivo de monitorizar la evolución del proyecto y coordinar el trabajo de los investigadores y empresas participantes, se celebrarán dos tipos de reuniones:

- Generales, una vez al año, de todos los participantes para la puesta en común de las actividades realizadas y hacer su seguimiento
- Específicas (presenciales o virtuales), de los participantes en un paquete de trabajo o de los miembros del Comité de Gestión, dedicadas al intercambio de información o actividades de coordinación.

### 3.3 INVESTIGACIÓN

En este proyecto se utilizó el método de Investigación-Acción (I-A) que ha obtenido una amplia aceptación y aplicación en la investigación en ingeniería del software en los últimos años (Wood-Harper, 1985; Avison et al., 1999; Seaman, 1999, Shull y Feldman, 2008). Este método presenta como principales características (Baskerville, 2001): Orientación a la acción y al cambio, focalización en un problema, un modelo de proceso “orgánico” que engloba etapas sistemáticas y algunas veces iterativas, y la colaboración entre los participantes. De las diferentes variantes de la I-A (Estay y Pastor, 2002), aplicaremos la denominada “participativa”

Este método permite generar un beneficio al “cliente” de la investigación y, al mismo tiempo, generar “conocimiento de investigación” relevante (Kock & Lau, 2001). Por tanto, Investigación-Acción es una forma de investigar de carácter colaborativo que busca unir teoría y práctica entre investigadores y profesionales mediante un proceso de naturaleza cíclica.

Los siguientes cuatro tipos de roles (Wadsworth, 1998) se identificaron en el proyecto COMPETISOFT:

- El investigador: el conjunto de profesores e investigadores universitarios
- El objeto investigado: la mejora de la capacidad de los procesos software
- El grupo crítico de referencia, constituido por el personal de las PyMEs y otras organizaciones directamente implicadas en la investigación que probarán los métodos y herramientas desarrollados

- El beneficiario (stakeholder), es decir, todas aquellas empresas que desean aplicar técnicas de gestión de los procesos software y nuevas prácticas para la mejora de la madurez de sus procesos software. Además, se beneficiarían todos los clientes que reciben sus aplicaciones software y servicios, tanto empresas como Administraciones Públicas.

### 3.4 PAQUETES DE TRABAJO

Los paquetes de trabajo se distribuyeron en 5 grandes categorías (adicionales a la del paquete de gestión de proyectos –WP1): Marco metodológico (WP2-WP4), Validación (WP5), Capacitación y formación (WP6), Sensibilización institucional (WP7) y Difusión y publicación (WP8). El trabajo relativo al marco metodológico se descompuso, siguiendo la estructura de los estándares ISO 15504 e ISO 12207, en tres grupos: modelos de procesos (WP2), modelo de capacidades (WP3) y método de evaluación (WP4). Los paquetes de trabajo WP2, WP3, WP4 y WP5 están relacionados con el primero de los objetivos parciales del proyecto, mientras que los WP6 y WP8 instrumentan el segundo de los objetivos, y el WP7 el tercero.

A continuación se resumen los paquetes de trabajo del proyecto y la distribución de las actividades de investigación entre los grupos, y la lista de los entregables del proyecto

WP1. Gestión del proyecto. Coordinador: UCLM (España)

- Tareas:
  - Gestionar y administrar el proyecto
  - Coordinar los Trabajos de los distintos investigadores
  - Realizar el seguimiento
  - Organizar las reuniones
- Entregables:
  - D.1. Informes de Seguimiento parciales
  - D.2. Informe final del proyecto

WP2. Modelo de Procesos. Coordinador: U. Técnica Federico Santamaría (Chile)

- Tareas:
  - Definición del proceso de dirección, incluyendo planificación estratégica, validación y mejora continua
  - Definición de los procesos de gestión (incluyendo gestión de procesos, proyectos, recursos y reutilización)
  - Definición de los procesos de operación (incluyendo proceso de desarrollo, explotación y mantenimiento y evolución)
  - Definición de procesos de soporte (incluyendo: documentación, aseguramiento de calidad, auditoría y evaluación de productos).
- Entregables:

- D.3 Proceso de dirección v.1
- D.4 Procesos de gestión v.1
- D.5 Procesos de operación v.1
- D.6 Procesos de soporte v.1

WP3. Modelo de capacidades. Coordinador: Universidad Nacional Autónoma (México)

- Tareas:
  - Definición del modelo de capacidades
  - Definición de las correspondencias entre este modelo y CMMI e ISO 15504
- Entregables:
  - D.7 Modelo de capacidades con correspondencias v.1

WP4. Método de evaluación. Coordinador: Universidad de Sao Paulo (Brasil)

- Tareas:
  - Definición del método de evaluación
  - Desarrollo de una herramienta de soporte
- Entregables:
  - D.8 Método de evaluación v.1
  - D.9 Herramienta de soporte v.1

WP5. Validación. Coordinador: Universidad Nacional del Comahue (Argentina)

- Tareas:
  - Identificación casos de estudio en las diferentes PyMEs y organizaciones que participan en el proyecto
  - Aplicación del modelo de procesos, de capacidades y del método de evaluación en los casos de estudio
  - Obtención de lecciones aprendidas y guías para el refinamiento de los modelos anteriores Definición del método de evaluación
- Entregables:
  - D.10 Casos de estudio
  - D.11 Recomendaciones para el refinamiento de modelos y método

Además, este paquete de trabajo sirvió para refinar los elementos del marco metodológico, obteniéndose nuevas versiones de los siguientes entregables:

- D.3 Proceso de dirección v.2
- D.4 Procesos de gestión v.2
- D.5 Procesos de operación v.2
- D.6 Procesos de soporte v.2
- D.7 Modelo de capacidades con correspondencias v.2
- D.8 Método de evaluación v.2
- D.9 Herramienta de soporte v.2

WP6. Capacitación y formación. Coordinador: Universidad Nacional Autónoma (México)

- Tareas:
  - Elaboración de un plan maestro de capacitación que incluya a los países participantes del proyecto.
  - Preparación de materiales de formación
  - Organización de 12 cursos y 4 talleres
  - Creación de un sitio web con material de apoyo en el proceso de formación
- Entregables:
  - D.12 Plan maestro de capacitación
  - D.13 Sitio web de apoyo a la formación

WP7. Sensibilización institucional. Coordinador: Universidad de Los Andes (Venezuela)

- Tareas:
  - Elaboración de un estudio sobre la situación de los estándares relacionados con mejoras de proceso en el ámbito iberoamericano
  - Presentación a los organismos de estandarización del proyecto
  - Presentación a las autoridades gubernamentales de informática, estandarización y certificación iberoamericanas
- Entregables:
  - D.14 Recomendaciones a los organismos de estandarización y a autoridades gubernamentales

WP8. Difusión y publicación. Coordinador: UCLM (España)

- Tareas:
  - Elaboración de un plan de difusión detallado
  - Publicación de una guía sobre los entregables del proyecto
  - Elaboración de presentaciones sobre el proyecto, incluyendo, presentaciones a autoridades informáticas, directivos de empresas, y personal técnico



- Publicación de artículos, participación en conferencias, congresos, etc.
- Construcción de un sitio web para la difusión del proyecto
- Entregables:
  - D.15 Plan de difusión
  - D.16 Guía sobre el marco metodológico, modelo de capacidades y método de evaluación
  - D.17 Presentaciones sobre el proyecto
  - D.18 Artículos, ponencias, conferencias
  - D.19 Sitio web del proyecto

## 4 RESULTADOS

### 4.1 EL MODELO COMPETISOFT

Los procesos que se definen en el Modelo Competisoft son los siguientes:

- Gestión de Negocio: establece la razón de ser de la organización, sus objetivos y las condiciones para lograrlos. Para esto es necesario tener en cuenta las necesidades del cliente y evaluar los resultados para proponer cambios que permitan la mejora continua.
- Gestión de Procesos: el propósito es establecer los procesos de la organización, en función de los procesos requeridos identificados en el plan estratégico.
- Gestión de Proyectos: busca asegurar que los procesos contribuyan al cumplimiento de los objetivos y estrategias de la organización.
- Gestión de Recursos: tiene como propósito conseguir y dotar a la organización de los RRHH, infraestructura, ambiente de trabajo y proveedores, así como crear y mantener la base de conocimiento de la organización. El fin es apoyar el cumplimiento de los objetivos del plan estratégico.
- Gestión de Recursos Humanos: se encarga de proporcionar los RRHH apropiados para cumplir con las responsabilidades asignadas a los roles dentro de la organización.
- Gestión de Bienes Servicios e Infraestructura: busca de suministrar proveedores de bienes, servicios e infraestructura que satisfagan los requisitos de adquisición de los procesos y proyectos.
- Gestión de Conocimiento: mantiene disponible y administra la base de conocimiento que contiene la información y los productos generados por la organización.
- Administración de un Proyecto Específico: establece y lleva a cabo sistemáticamente las actividades que permiten cumplir con los objetivos de un proyecto (tiempo y costo).
- Desarrollo de Software: el propósito es la realización sistemática de las actividades de análisis, diseño, construcción, integración y pruebas de productos de software nuevos, cumpliendo con los requerimientos especificados.

- **Mantenimiento de Software:** se encarga de la realización sistemática de actividades necesarias para modificar productos de software y adaptarlos a nuevos requisitos y necesidades.

Esos procesos se agrupan en 3 capas bien diferenciadas, ver Figura 1:

- Alta dirección
- Gerencia
- Operación

La categoría de Alta Dirección contiene el proceso de Gestión de Negocio.

La categoría de Gerencia está integrada por los procesos de Gestión de Procesos, Gestión de Proyectos y Gestión de Recursos. Éste último está constituido por los subprocesos de Gestión de Recursos Humanos, Gestión de Bienes, Servicios e Infraestructura y Gestión de Conocimiento.

La categoría de Operación está integrada por los procesos de Administración del Proyecto, Desarrollo de Software y Mantenimiento de Software.

En cada proceso están definidos los roles responsables por la ejecución de las prácticas. Los roles se asignan al personal de la organización de acuerdo a sus habilidades y capacitación para desempeñarlos.

En COMPETISOFT se clasifican los roles en Grupo Directivo, Responsable de Proceso y otros roles involucrados. Además se considera al Cliente y al Usuario como roles externos a la organización.

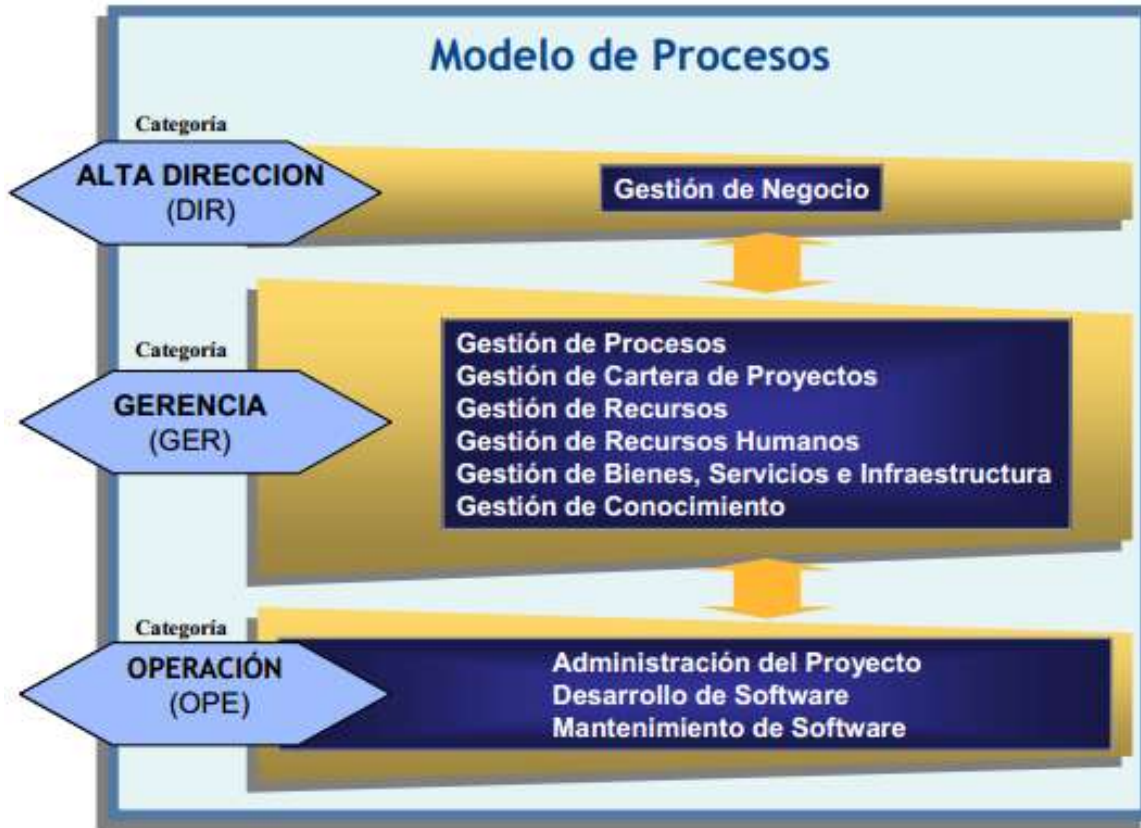


FIGURA 1. MODELO DE PROCESOS DE COMPETISOFT

El Modelo de Procesos completo está definido con base en un patrón de procesos, que es un esquema de elementos que sirve para la documentación de los procesos. Está constituido por tres partes: Definición general del proceso, Prácticas y Guías de ajuste.

En la Definición general del proceso se identifica su nombre y acrónimo, categoría a la que pertenece, propósito, descripción general de sus actividades, objetivos, responsabilidad y autoridad, procesos relacionados, entradas, salidas y productos internos.

En las Prácticas se identifican los roles involucrados en el proceso y sus abreviaturas, se describen las actividades en detalle, asociándolas a los objetivos del proceso, se presenta un diagrama de flujo de trabajo, se identifican los recursos de infraestructura necesarios para apoyar las actividades.

En las Guías de ajuste se sugieren modificaciones al proceso que no deben afectar los objetivos del mismo.

Para utilizar el modelo de procesos se tienen dos posibilidades:

- A. Organizaciones sin procesos establecidos: Para usar este modelo en una organización que no cuenta con procesos establecidos ni documentados se debe generar una instancia de cada uno de los procesos, tomando en cuenta las siguientes consideraciones:
  - Definir las metas cuantitativas de acuerdo a las estrategias de la organización.
  - Revisar los nombres de los roles y los productos (entradas, salidas o internos) y en su caso sustituirlos por los que se acostumbra en la organización.
  - Para cada producto definir el estándar de documentación cumpliendo con las características mencionadas en la descripción del producto.
  - Definir los recursos de infraestructura de cada proceso.
  - Usar las guías de ajuste o proponer suyas propias para adecuar el proceso en función de las estrategias de la organización.
  - Adicionalmente, para el proceso de Desarrollo y de Mantenimiento de Software, se requiere:
  - Definir métodos, técnicas o procedimientos específicos para las actividades, tareas, verificaciones y validaciones.
  
- B. Organizaciones con procesos establecidos: Para usar este modelo en una organización que cuenta con procesos establecidos o documentados, se debe establecer la correspondencia entre estos procesos y el modelo COMPETISOFT para identificar las coincidencias y discrepancias. La organización debe analizar las discrepancias y planificar las actividades de ajuste de los procesos para lograr la cobertura completa del modelo de procesos COMPETISOFT

#### 4.2 *MODELO DE EVALUACIÓN*

El propósito del proceso de Evaluación de Procesos (ver Figura 2) para la Industria de Software es otorgar a la organización solicitante un perfil del nivel de capacidad de los procesos implantados en la organización y un nivel de madurez de capacidades. La evaluación se realiza con base a la Parte 01: Requisitos de procesos y Parte 03: Modelo de capacidades de procesos.

Descripción: El proceso de la Evaluación de Procesos para la Industria de Software contempla la preparación, actividad previa a la evaluación, y las actividades propias de la evaluación tales como la planeación, ejecución, generación y entrega de resultados y cierre.

- Preparación: El Promotor selecciona un Evaluador Certificado, con quien acuerda, elabora y firma el Acuerdo de la Evaluación y solicita el Paquete de Evaluación al Organismo Rector.
- Planeación: El Evaluador Certificado confirma el compromiso con el Promotor para realizar la evaluación, identifica los proyectos a evaluar y a los participantes en la evaluación, elabora el Plan de Evaluación, lo valida con el Promotor y prepara al Equipo de Evaluación y a los participantes.
- Ejecución: Por cada proyecto a evaluar, el Equipo de Evaluación realiza una revisión a la documentación solicitada, prepara y realiza la entrevista con el Responsable de la Administración del Proyecto Específico y con su equipo de trabajo. Adicionalmente, por cada responsable de los procesos de Alta Dirección y Gestión se realiza la revisión de su documentación, se prepara y realiza una entrevista con el responsable. La información recaudada se registra como evidencia documental y oral en los cuestionarios de la evaluación. Finalmente, se consolida y se corrobora la información, para obtener la tabla de perfiles de calificaciones de atributos.
- Generación de resultados: El Equipo de Evaluación genera el perfil del nivel de capacidad de los procesos implantados y el nivel de madurez de capacidades. Con base en éstos, elabora el Reporte de Resultados.
- Entrega de resultados: El Evaluador Certificado presenta a la organización los resultados obtenidos y entrega el Reporte de Resultados al Promotor.
- Cierre de la evaluación: El Evaluador Certificado genera y envía el Reporte Estadístico al Organismo Rector y realiza actividades de cierre con el Equipo de Evaluación.

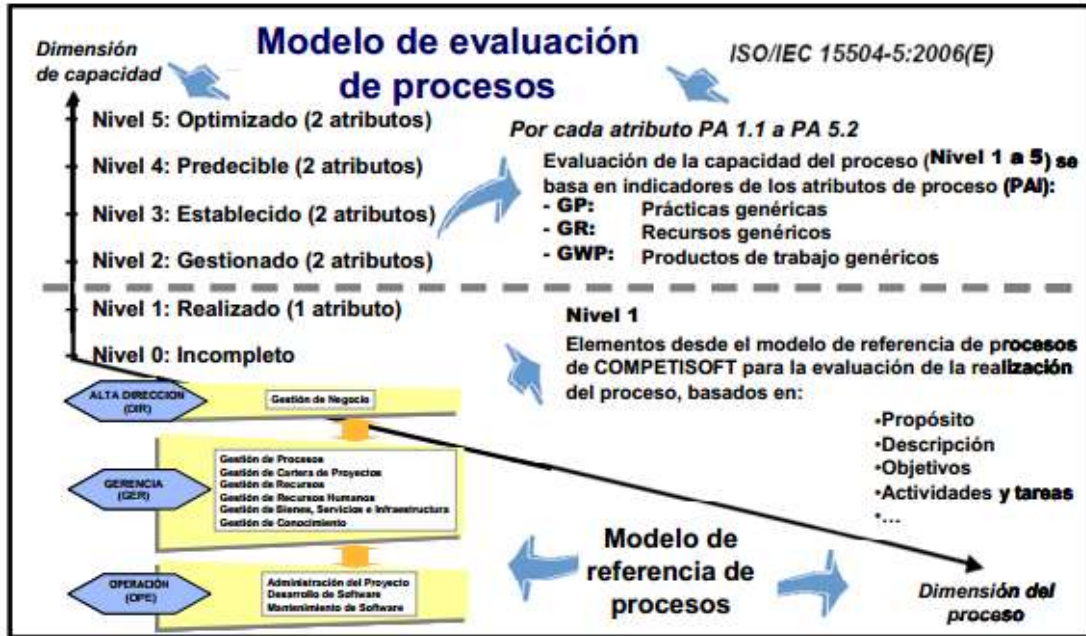


FIGURA 2. MODELO DE EVALUACIÓN DE PROCESOS DE COMPETISOFT

#### 4.3 HERRAMIENTAS DE SW DE SOPORTE

Estas son algunas de las herramientas para la gestión del modelo de procesos:

- Agile SPI- Process Manager Tool
- Primavera
- Project Plan Pro
- Concerto
- Project
- Profesional
- iTeam Work
- Planview
- Microsoft Project®

Estas son algunas de las herramientas para la evaluación y valoración de procesos:

- Agile SPI- SPQA.Web
- CMM-Quest
- Appraisal Wizard
- SPiCE 1-2-1
- IME Toolkit
- CMMI-SW

#### 4.4 *MODELO DE MEJORA*

Las pequeñas organizaciones software cuentan con escasos modelos que guían y gestionan la mejora de procesos software –SPI– y ello ha conducido a que la utilización de un modelo de implementación de mejora por parte de las pequeñas organizaciones sea baja (Pino et al., 2008b). Esto supone un gran inconveniente porque un modelo de este tipo constituye la guía necesaria para articular todas las actividades relacionadas con la mejora de procesos y por supuesto dinamizar todos los demás modelos involucrados.

En el Modelo de Referencia de Procesos de COMPETISOFT, las actividades relacionadas con la mejora de procesos están descritas de forma general en el proceso de Gestión de Procesos.

Para guiar de manera explícita y detallada la implementación de estas prácticas en el contexto de las PyMEs, se desarrolló el Modelo de Mejora de Procesos. En este sentido, este modelo se puede considerar como un despliegue de las prácticas del proceso de Gestión de Procesos.

El Modelo de Mejora de Procesos de COMPETISOFT (ver Figura 3) está basado en algunos componentes de la propuesta colombiana para la mejora de procesos Agile SPI (Hurtado et al., 2008). El modelo de mejora propuesto ha sido desarrollado con el fin de:

- Establecer los elementos necesarios para guiar y gestionar la mejora de procesos en una pequeña organización software, y lograr institucionalizar la cultura de la mejora continua al interior de la organización.
- Facilitar su aplicación en las pequeñas organizaciones software de forma económica, con pocos recursos y en poco tiempo, buscando siempre obtener resultados de mejora visibles a corto plazo.

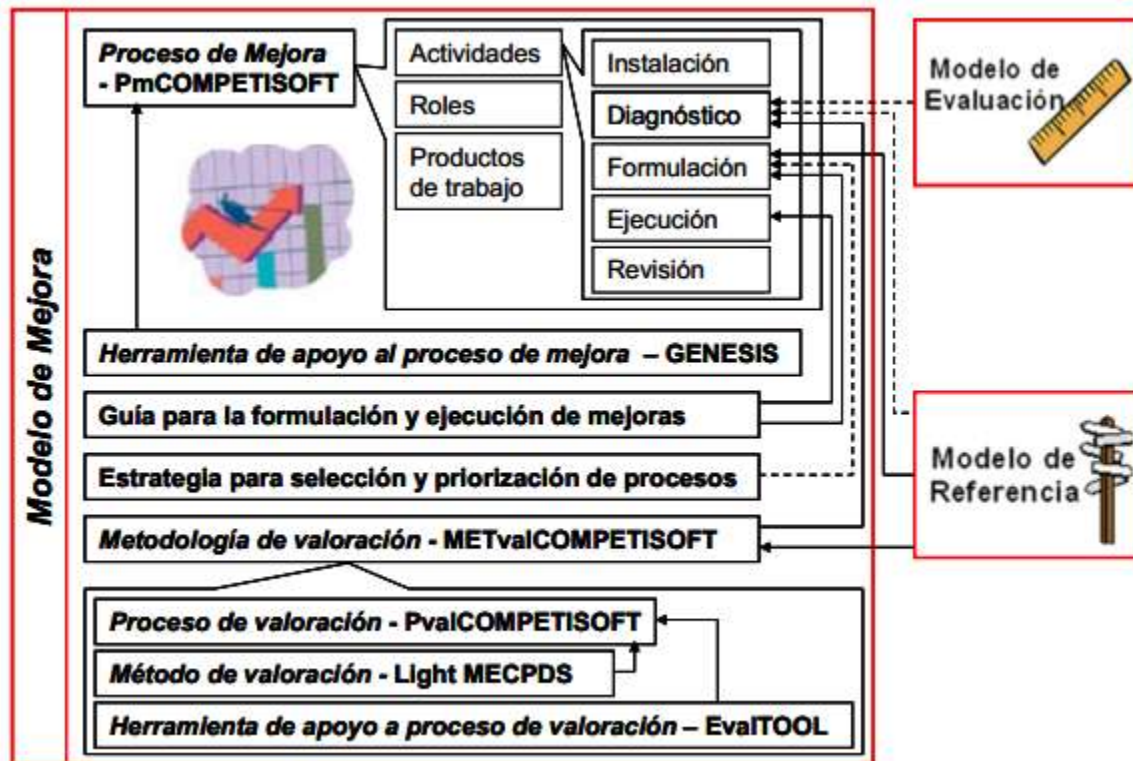


FIGURA 3. MODELO DE MEJORA DE PROCESOS DE COMPETISOFT.

Para guiar a las pequeñas organizaciones software en la conducción y gestión de los proyectos de mejora, el modelo de mejora de COMPETISOFT define un conjunto de componentes (ver Figura 3), los que se describen a continuación:

- Un proceso para guiar la mejora continua de procesos denominado PmCOMPETISOFT (Pino et al., 2007c), y una herramienta software, denominada GENESIS, para apoyar al responsable de conducir la mejora en la implementación de las actividades descritas por este proceso.
- Una metodología para la valoración de procesos (evaluación interna de procesos) denominada METvalCOMPETISOFT, la cual está compuesta por: (i) un proceso para guiar la valoración de procesos (PvalCOMPETISOFT) (Pino et al., 2008a), (ii) un método para la valoración de procesos (Pino et al., 2006a), (iii) un conjunto de medidas para estimar el rendimiento y la capacidad de los procesos (Pino et al., 2006b), y (iv) un conjunto de herramientas de soporte a la valoración de procesos software (Martínez et al., 2008) y (Pino et al., 2007a).
- Una guía para formular y ejecutar mejoras utilizando Scrum (PfemCOMPETISOFT), con el fin de aprovechar la sinergia de la valoración de procesos y encausarla hacia la iniciación de la realización efectiva de mejoras al interior de la pequeña organización software.
- Una estrategia para la selección y priorización de procesos (Pino et al., 2007b).



## 5 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Como puede observarse en la bibliografía citada, aunque ya existen modelos como CMM y CMMI, todavía no se puede considerar que estos modelos resuelvan los problemas de la mejora de procesos software y, de hecho, incluso han aparecido varias propuestas de mejoras o adaptaciones realizadas por investigadores de los principales grupos internacionales sobre Ingeniería del Software (Abran, Henderson-Sellers, Sommerville, etc.). Casi todas estas propuestas, sin embargo, abordan el problema de la mejora en grandes organizaciones (como el Departamento de Defensa de EEUU para el que se desarrollaron los modelos CMM y CMMI) pero no se ajustan para pymes y, menos aún, para la idiosincrasia de los países iberoamericanos.

Por ello, en el proyecto COMPETISOFT, no sólo se propuso un conjunto de modelos de procesos adaptado a los principales estándares internacionales, sino que también se desarrolló un modelo de capacidades y un método de evaluación de acuerdo con la última versión de la norma ISO 15504 (ISO, 2004), cuyas primeras partes acababan de ser aprobadas en 2004.

El proyecto complementó algunas iniciativas presentes a nivel nacional como las citadas de “MoProSoft” de México, “MR mps” de Brasil, SIMEP-SW de Colombia y Métrica v.3 en España. La ventaja de COMPETISOFT es que se aprovechan los conocimientos y *know how* de los principales grupos de Ingeniería del Software de Iberoamérica, lo que ha favorecido la creación de un verdadero mercado iberoamericano del software, estimulando la compartición de recursos y favoreciendo que se desarrollen de forma conjunta proyectos de mayor riesgo que afecten a varios países de la zona.

Se ha elaborado el Modelo de Procesos de COMPETISOFT, donde fueron aplicados los siguientes criterios:

1. Generar una estructura de los procesos que esté acorde con la estructura de las organizaciones de la industria de software (Alta Dirección, Gerencia y Operación).
2. Destacar el papel de la Alta Dirección en la planificación estratégica, su revisión y mejora continua como el promotor del buen funcionamiento de la organización.
3. Considerar a la Gerencia como proveedor de recursos, procesos y proyectos, así como responsable de vigilar el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la organización.
4. Considerar a la Operación como ejecutor de los proyectos de desarrollo y mantenimiento de software.
5. Integrar de manera clara y consistente los elementos indispensables para la definición de procesos y relaciones entre ellos.
6. Integrar los elementos para la administración de proyectos en un sólo proceso.

7. Integrar los elementos para la ingeniería y mantenimiento de productos de software en un solo marco que incluya los procesos de soporte (verificación, validación, documentación y control de configuración).
8. Destacar la importancia de la gestión de recursos, en particular los que componen la base de conocimiento de la organización tales como: productos generados por proyectos, datos de los proyectos, incluyendo las mediciones, documentación de procesos y los datos recaudados a partir de su uso y lecciones aprendidas.
9. Basar el modelo de procesos en ISO9000:2000 y nivel 2 y 3 de CMMI-DEV® V.1.2. e incorporar las mejores prácticas de otros modelos de referencia tales como PMBOK, SWEBOK y otros más especializados.

Para la elaboración de Modelo de Mejora de Procesos fueron aplicados los siguientes criterios:

1. La prioridad más alta es satisfacer las necesidades de mejora a través de la entrega temprana y continua de mejoras significativas al proceso de desarrollo.
2. Diagnosticar continuamente los procesos de la organización, ya que es difícil definir requisitos de mejora de procesos totalmente estables por parte de la organización,
3. Establecer una colaboración efectiva entre los diferentes actores involucrados en el ciclo SPI.
4. Construir proyectos en torno a individuos motivados hacia la mejora de procesos individuales, grupales y organizacionales.
5. Promover el desarrollo sostenido del ciclo de mejora, a través del trabajo continuo.
6. Promover una infraestructura técnica y de gestión, adecuada para soportar la mejora de procesos.
7. Promover el aprendizaje continuo para reflexionar acerca del que hacer sobre mejora de procesos al interior de la empresa.

Con respecto al Modelo de Evaluación de Procesos se decidió no definir uno en particular, sino proponer que cada país interesado defina su propio modelo de evaluación que esté de acuerdo a las necesidades de su industria de software y conforme a las normas internacionales ISO/IEC 15504-2 Performing an assessment e ISO/IEC 15504-4 Guidance on performing assessment.

El propósito es permitir el reconocimiento mutuo de las evaluaciones formales de COMPETISOFT entre diferentes países que utilicen como referencia el Modelo de Procesos de COMPETISOFT. Es decir, para llevar a cabo una evaluación formal COMPETISOFT se puede usar cualquier modelo de evaluación que sea conforme con esta norma internacional, la cual define cinco niveles de

capacidad para los procesos de la organización: Realizado, Gestionado, Establecido, Predecible y Optimizado.

El propósito del proceso de Evaluación de Procesos para la Industria de Software es otorgar a la organización solicitante un perfil del nivel de capacidad de los procesos implantados en la organización y un nivel de madurez de capacidades. La evaluación se realiza con base a la Parte 01: Requisitos de procesos y Parte 03: Modelo de capacidades de procesos.

El principal valor añadido del proyecto es sentar las bases para llegar a establecer un mecanismo común y mutuamente reconocido de evaluación y certificación de la industria del software Iberoamericana.

La integración iberoamericana para las investigaciones desarrolladas en el proyecto ha permitido aprovechar los conocimientos complementarios de los principales grupos de investigación de la región, lo que permite obtener un marco metodológico muy superior al que pueden conseguir los diferentes países de forma aislada. Además, permite un mejor aprovechamiento de los recursos económicos al aprovechar las economías de escala que supone desarrollar el marco para una comunidad tan grande.

Por último cabe destacar que el marco desarrollado en el proyecto alcanzará un nivel muy superior al que puedan desarrollar los distintos países de forma individual, y contribuirá a la integración de los mismos, al impulsar la creación de una comunidad iberoamericana de Ingeniería del Software con un buen nivel científico.

## 6 RECOMENDACIONES

Los resultados de este Proyecto repercuten en los países objetivo en cuanto que:

- Mejora de la competitividad de la industria de producción del software nacional. Lo que permitirá consolidar la producción del software como un sector estratégico, facilitando su exportación. Esta mejora de la competitividad vendrá dada a su vez por:
  - Disminución de costes, al disponer de un marco público y gratuito para la producción y evaluación del software desarrollado
  - Aumento de la calidad del software desarrollado, al disponer de modelos y técnicas adecuadas
  
- Mejora en el nivel de formación y capacitación de los profesionales informáticos, lo que permitirá atraer inversiones de otros países, encaminadas a la implantación de fábricas de software y empresas consultoras
  
- Incremento de la calidad del software instalado en empresas del país, que dispondrán de un marco para la evaluación de los productores de software
  
- Mejora en el aprovechamiento de las inversiones informáticas de las administraciones públicas (nacionales, regionales, locales, etc.) que dispondrán de un instrumento a la hora de valorar la capacidad de los contratistas.

Por lo anterior, la recomendación principal es continuar con los esfuerzos por mejorar los niveles de competitividad de las empresas productoras de software, aplicando y mejorando los modelos aquí generados.

## 7 AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del Instituto Tecnológico de Costa Rica por la oportunidad brindada y el apoyo recibido para participar en este Proyecto, que ha permitido trabajar en una propuesta de mejora de las condiciones de desarrollo de software en las pymes.

## 8 REFERENCIAS

1. ISO/IEC TR 29110-1:2011, Software Engineering - Lifecycle Profiles for Very Small Entities (VSEs). International Organization for Standardization (ISO), 2011. Disponible en: <http://profs.logti.etsmtl.ca/claporte/English/VSE/index.html>
2. MoProSoft. Modelo de Procesos para la Industria del Software, [<http://www.comunidadmoprosoft.org.mx/>].
3. OEL. Observatorio de la Economía Latinoamericana. Revista académica de economía. ISSN 1696-8352. [<http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/la/09/vsh.htm>]
4. ISO/IEC 15504. Software Process Improvement Capability Determination. [[http://es.wikipedia.org/wiki/ISO/IEC\\_15504](http://es.wikipedia.org/wiki/ISO/IEC_15504)]
5. SEI. Software Engineering Institute [<http://www.sei.cmu.edu/>]
6. Olsen K., Staal P. 1998. Using the Testing Maturity Model in Practical Test Planing and Post-Evaluation.
7. Carnegie Mellon University. 2006. Capability Maturity Model® Integration (CMMI) Versión 1.1. Pittsburgh PA.
8. Ibbs, C.W. and Kwak, Y. H. (2000), "Assessing project management maturity", Project Management Journal. Vol. 31 Issue 1, pp. 32-43.
9. Walker, A., McBride, T.M., Basson, G. & Oakley, R.2012, 'ISO/IEC 15504 measurement applied to COBIT process maturity', *Benchmarking: An International Journal*, vol. 19, no. 2, pp. 159-176.
10. Ian Sommerville and Jane Ransom. 2005. An empirical study of industrial requirements engineering process assessment and improvement. ACM Trans. Softw. Eng. Methodol. 14, 1 (January 2005), 85-117.
11. Ramasubbu et al. Offshore Software Project Productivity & Quality WORK DISPERSION, PROCESS-BASED LEARNING, AND OFFSHORE SOFTWARE DEVELOPMENT PERFORMANCE 1.
12. April A., Hayes J. H., Abran A., Dumke R. 2005. Software Maintenance Maturity Model (SMmm): the software maintenance process model. Journal of software maintenance and evolution: research and practise, 17, 197-233.
13. Gartner Group (2002), Enterprise Architecture and IT "City Planning", July 2002.
14. EABOK . Public release approved; distribution unlimited. Case No. 04-0104, 04-0105. Guide to the (Evolving) Enterprise Architecture Body of Knowledge. 2004.

15. VAN DER RAADT, B., SOETENDAL, J., PERDECK, M. & VLIET, H. V. (2004) Polyphony in Architecture. Proceedings of the 26th International Conference on Software Engineering. IEEE Computer Society.
16. J. Batista, A. Dias De Figueiredo. 2000. SPI in a very small team: a case with CMM. *Software Process: Improvement and Practice*. Volume 5, Issue 4, December 2000, pp. 243–250.
17. Hareton K. N. Leung, Terence C. F. Yuen. 2001. A process framework for small projects. *Software Process: Improvement and Practice*. Volume 6, Issue 2, June 2001, pp. 67–83.
18. Fayad, M. E., Laitinen, M., & Ward, R. P. (2000). Software engineering in the small. *Communications of the ACM*, 43(3), 115–118.
19. Tuffley, A., B. Grove, and M. G, SPICE For Small Organisations. *Software Process Improvement and Practice*, 2004. 9: p. 23-31.
20. Mekelburg, D., Sustaining Best Practices: How Real-World Software Organizations Improve Quality Processes. *Software Quality Professional*, 2005. 7(3): p. 4-13.
21. Zahran, S. (1998) *Software process improvement : practical guidelines for business success*, Addison-Wesley Pub. Co., Reading, Mass.
22. Dyba, T. (2005). An empirical investigation of the key factors for success in software process improvement. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 31(5), 410–424.
23. Chrissis M.B., Konrad M., Shrum S.: *CMMI®: Guidelines for Process Integration and Product Improvement*. Addison Wesley (Feb. 2003).
24. Hanna Oktaba. 2006. MoProSoft1: A Software Process Model for Small Enterprises. Proceedings of the First International Research Workshop for Process Improvement in Small Settings. January 2006, pp. 93–101.
25. Kival C. Weber, Eratóstenes E. R. Araújo, Ana Regina C. da Rocha, Cristina A. F. Machado, Danilo Scalet, and Clênio F. Salviano. 2005. Brazilian software process reference model and assessment method. In Proceedings of the 20th international conference on Computer and Information Sciences (ISCIS'05), pInar Yolum, Tunga Güngör, Fikret Gürgen, and Can Özturan (Eds.). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 402-411.
26. Hurtado, Julio; Pino, Francisco; Vidal, Juan; Pardo, César and Fernandez, Luis. Agile SPI: Software Process Agile Improvement, A Colombia approach to software process improvement in small software organizations. In: *Software process improvement for small and medium enterprises: techniques and case studies* (M. Piattini, Oktaba, H.). Idea Group Inc., vol. 1, No. 1, pp. 177- 192. 2008.
27. METRICA. <http://es.wikipedia.org/wiki/MÉTRICA>
28. Kasse, T.: *Practical insight into CMMI®*. Artech House Publishers. (Mayo 2004).

29. ISO. (2004). ISO/IEC 12207:2002/FDAM 2. Information technology – Software life cycle processes. Geneva: International Organization for Standardization. [www.iso.org](http://www.iso.org).
30. Wood-Harper, 1985. Research Methods in Information Systems: Using Action Research. In Mumford et al. 1995.
31. Avison, D.E.; Lau, F.; Myers, M.; and Nielsen, P.A., (1999). Action Research: Making Academic Research Relevant. *Communications of ACM*, 42, 1.
32. Seaman C (1999) Qualitative methods in empirical studies of software engineering. *IEEE Trans Softw Eng* 25(4):557–572.
33. Shull F, Feldman RL (2008) Building theories from multiple evidence sources. In: Shull F et al (ed) *Guide to advanced empirical software engineering*. Springer-Verlag, London.
34. Baskerville, R.L. 2001. Investigating Information Systems with Action Research. [En línea] *Communications of the Association for Information Systems Vol 2*, article 19. [http://cis.gsu.edu/~rbaskerv/CAIS\\_2\\_19/index.html](http://cis.gsu.edu/~rbaskerv/CAIS_2_19/index.html).
35. Estay, C. y Pastor, J. (2002). Experiencia de investigación-acción Gestión de proyectos: 1 IS-AR proyecto, 2 cycles/projects, 4 individual, 5 roles, n objectives. In *BITWORLD 2002*, Guayaquil, Ecuador. 3-5 June.
36. Kock, N. y Lau, F. 2001. Information Systems Action Research: Serving Two Demanding Masters. *Information Technology & People* (special issue on Action Research in Information Systems), 14(1), pp. 6-11.
37. Wadsworth, Y. (1998). What is Participatory Action Research? November. <http://elmo.scu.edu.au/schools/sawd/ari/ari-wadsworth.html>.
38. Pino, Francisco; García, Félix y Piattini, Mario. "Proceso de valoración para la mejora de procesos software en pequeñas organizaciones". XI Workshop de Ingeniería de Requisitos y Ambientes de Software, IDEAS 2008. Recife, Brasil, 2008a. pp. 211-224.
39. Pino, Francisco; García, Félix y Piattini, Mario (2008b). "Software process improvement in small and medium software enterprises: A systematic review". *Software Quality Journal*, vol. 16, No. 2, pp. 237-261.
40. Pino, Francisco; García, Félix y Piattini, Mario. "Priorización de procesos como apoyo a la mejora de procesos en pequeñas organizaciones software". XXXIII Conferencia Latinoamericana de Informática, CLEI 2007. p. 77.
41. Pino, Francisco; García, Félix; Ruiz, Francisco y Piattini, Mario (2006). "Adaptación de las normas ISO/IEC 12207:2002 e ISO/IEC 15504:2003 para la evaluación de la madurez de procesos software en países en desarrollo". *IEEE Latin America Transactions*, vol. 4, No. 2, pp. 17-24.
42. Pino, Francisco; Vidal, Juan; García, Félix y Piattini, Mario. "Modelo para la implementación de mejora de procesos en pequeñas organizaciones software". XII Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos, JISBD´2007. pp. 326-335.