

## Patrocinadores



## Entidades Organizadoras

- Adaspain.
- Asociación de Enseñantes Universitarios de la Informática (AENUU).
- Asociación de Técnicos Informáticos (ATI).
- Asociación Española para la Inteligencia Artificial (AEPiA).
- Asociación para la Interacción Persona-Ordenador (AIPO).
- Asociación para el Desarrollo de la Informática Educativa (ADIE).
- Ayuntamiento de Zaragoza.
- Capítulo Español de la IEEE Computational Intelligence Society.
- Comité Español de Automática (CEA).
- Conferencia de Decanos y Directores de Informática (CODDI) de las Universidades Españolas.
- Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Zaragoza.
- European Society for Fuzzy Logic and Technology (EUSFLAT).
- Federación de Asociaciones de Ingenieros en Informática (AI2).
- W3C España (World Wide Web Consortium).
- Programa Nacional de Tecnologías Informáticas - Dirección General de Investigación, Ministerio de Educación y Ciencia.
- Red Española de Metaheurísticas.
- Red Española de Minería de Datos y Aprendizaje.
- Sección Española de la European Association for Computer Graphics (EUROGRAPHICS).
- Sociedad de Arquitectura y Tecnología de Computadores (SARTECO).
- Sociedad de Ingeniería del Software y Tecnologías de Desarrollo del Software (SISTEDS).
- Universidad de Zaragoza.

ISBN: 978-84-9732-595-0

CEDI 2007 XII Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos | JISBD'07 |

# CEDI 2007

II CONGRESO ESPAÑOL  
DE INFORMÁTICA  
ZARAGOZA SPAINI

AUDITORIO PALACIO DE CONGRESOS  
11 AL 14 DE SEPTIEMBRE DE 2007

## XII Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos

| JISBD'07 |



EDITOR

Xavier Franch

**CEDI 2007**  
II CONGRESO ESPAÑOL  
DE INFORMÁTICA  
Nuevos retos  
científicos y tecnológicos  
en Ingeniería Informática  
**ZARAGOZA SPAIN**  
DEL 11 AL 14 DE SEPTIEMBRE

---



# ACTAS DE LAS XII JORNADAS DE INGENIERÍA DEL SOFTWARE Y BASES DE DATOS

**EDITOR**

Xavier Franch

**PATROCINA**

**INTERSYSTEMS**

**COLABORA**

**THOMSON**  
—★—™



**ACTAS DE LAS XII JORNADAS DE INGENIERÍA DEL SOFTWARE Y BASES DE DATOS (JISBD'07)**

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier otro medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros medios, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

Derechos reservados ©2007 respecto a la primera edición en español, por LOS AUTORES  
Derechos reservados ©2007 International Thomson Editores Spain, S.A.

Magallanes, 25; 28015 Madrid, ESPAÑA  
Teléfono 91 4463350  
Fax: 91 4456218  
clientes@parainfo.es

ISBN: 978-84-9732-595-0  
Depósito legal: M-

Maquetación: Los Editores  
Coordinación del proyecto: @LIBROTEX  
Portada: Estudio Dixi  
Impresión y encuadernación: FER Fotocomposición, S. A.

IMPRESO EN ESPAÑA-PRINTED IN SPAIN

## Comité Ejecutivo

### **Presidente del Comité de Programa**

*Xavier Franch (Universitat Politècnica de Catalunya)*

### **Secretario de la Comisión Permanente**

*Mario Piattini (Universidad de Castilla-La Mancha)*

### **Coordinadora de Tutoriales**

*Ana M. Moreno (Universidad Politécnica de Madrid)*

### **Coordinador de Talleres**

*Vicente Pelechano (Universidad Politécnica de Valencia)*

### **Coordinador de Demostraciones**

*Antonio Vallecillo (Universidad de Málaga)*

### **Coordinador de la Sesión de Divulgación de Trabajos Relevantes ya Publicados**

*Oscar Díaz (Universidad del País Vasco)*

### **Composición y Maquetación de Actas**

*Jordi Marco (Universitat Politècnica de Catalunya)*

### **Organización y Relaciones con CEDI 2007**

*Fran J. Ruiz (Universidad de Zaragoza)*

*M. Elena Gómez (Universidad de Zaragoza)*

*Javier Tuya (Universidad de Oviedo)*

## Comité Organizador

### **Presidente del CEDI**

*Alberto Prieto (Universidad de Granada)*

### **Presidente del Comité Científico**

*Juan J. Moreno (Universidad Politécnica de Madrid)*

### **Presidente del Comité Organizador CEDI 2007**

*Victor Viñals (Universidad de Zaragoza)*

### **Coordinador de Actividades Plenarias CEDI 2007**

*José Duato (Universidad Politécnica de Valencia)*

### **Secretario del CEDI 2007**

*José A. Castellanos (Universidad de Zaragoza)*

*José A. Bañares (Universidad de Zaragoza)*

## Comité de Programa

Alberto Abelló, Univ. Polit. Catalunya	Jon Iturrioz, Univ. País Vasco
Silvia Abrahão, Univ. Polit. Valencia	Natalia Juristo, Univ. Polit. Madrid
Jesus Aguilar, Univ. Sevilla	Patricio Letelier, Univ. Polit. Valencia
José Aldana, Univ. Málaga	Antonia Lopes, Univ. Lisboa
Bárbara Álvarez, Univ. Polit. Cartagena	Adolfo Lozano, Univ. Extremadura
María J. Aramburu, Univ. Jaume I	Esperanza Marcos, Univ. Rey Juan Carlos
João Araújo, Univ. Nova de Lisboa	Eduardo Mena, Univ. Zaragoza
Orlando Belo, Univ. do Minho	Ana Moreira, Univ. Nova de Lisboa
Rafael Berlanga, Univ. Jaume I	Juan J. Moreno, Univ. Polit. Madrid
Pere Botella, Univ. Polit. Catalunya	Juan M. Murillo, Univ. Extremadura
Nieves Brisaboa, Univ. Coruña	Oscar Pastor, Univ. Polit. Valencia
Isabel S. Brito, Inst. Polit. Beja	Antonio Polo, Univ. Extremadura
Coral Calero, Univ. Castilla-La Mancha	Carme Quer, Univ. Polit. Catalunya
Carlos Canal, Univ. Málaga	Celia Ramos, Univ. Algarve
José M. Cavero, Univ. Rey Juan Carlos	Isidro Ramos, Univ. Polit. Valencia
Matilde Celma, Univ. Polit. Valencia	José Riquelme, Univ. Sevilla
Rafael Corchuelo, Univ. Sevilla	Antonio Rito, Univ. Técnica de Lisboa
Dolors Costal, Univ. Polit. Catalunya	Antonio Ruíz, Univ. Sevilla
Yania Crespo, Univ. Valladolid	Francisco Ruíz, Univ. Castilla-La Mancha
Oscar Dieste, Univ. Polit. Madrid	José Samos, Univ. Granada
Javier Dolado, Univ. País Vasco	Fernando Sánchez, Univ. Extremadura
João Falcão e Cunha, Univ. Porto	Juan Sánchez, Univ. Polit. Valencia
Pablo de la Fuente, Univ. Valladolid	Ernest Teniente, Univ. Polit. Catalunya
Lidia Fuentes, Univ. Málaga	Miguel Toro, Univ. Sevilla
Mario Gaspar da Silva, Univ. Lisboa	Ambrosio Toval, Univ. Murcia
Marcela Genero, Univ. Castilla-La Mancha	Juan C. Trujillo, Univ. Alicante
Cristina Gómez, Univ. Polit. Catalunya	Javier Tuya, Univ. Oviedo
Jaime Gómez, Univ. Alicante	Belén Vela, Univ. Rey Juan Carlos
Alfredo Goñi, Univ. País Vasco	Cristina Vicente, Univ. Polit. Cartagena
Juan Hernández, Univ. Extremadura	

## Comité Asesor para la Selección de Trabajos de Prestigio

Oscar Díaz (Presidente), Univ. País Vasco	Neil A.M. Maiden, City Univ. London
Alan Davis, Univ. of Colorado	Timos Sellis, Nat. Technical Univ. Athens

## Revisores Adicionales

César J. Acuña  
Amaia Aguirregoitia  
Diego Alonso  
David Benavides  
Jordi Cabot  
Paloma Cáceres  
Javier Cámara  
Dante Carrizo  
Pedro J. Clemente  
Jose M. Conejero  
Javier Cubo  
Norberto Díaz  
Amador Durán  
Sergio España  
Mauricio Espinoza  
Ismael Etxeberria  
Antonio Fariña  
Raul Fernandez  
L. Fredlund  
Antonielly Garcia  
Antonio Cesar Gómez  
Ángel Herranz  
Sergio Ilarri  
Miguel Ángel Laguna  
Maria Lencastre  
Marta López  
Francisco Javier Lucas  
María Esperanza Manso  
Julio Mariño  
José Manuel Marqués  
Francisco Martínez  
Jorge Martínez

Miguel Ángel Martínez  
Fernando Molina  
Ana M. Moreno  
Elena Navarro  
Ismael Navas  
Isabel Nepomuceno  
Juan A. Nepomuceno  
Joaquín Nicolás  
Guadalupe Ortiz  
Juan Angel Pastor  
Joaquin Peña  
Jenifer Pérez  
Juan Manuel Pérez  
Beatriz Pontes  
Álvaro Prieto  
Antonia M. Reina  
Domingo Savio Rodríguez  
Roberto Rodríguez  
Oscar Romero  
Fran J. Ruiz  
Angeles Saavedra  
Gwen Salaün  
Pedro Sánchez  
André L. Santos  
Diego Seco  
Jesús Serrano  
Encarna Sosa  
Toufik Taibi  
Raquel Trillo  
José Antonio Troyano  
Juan Manuel Vara

## **Sistema Automático de Revisión**

*Quercus Software Engineering Group*

Jose Javier Berrocal Universidad de Extremadura

Conferencia auspiciada por



## Prólogo

Respondiendo a su cita anual, las XII Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos (JISBD) se han celebrado en Zaragoza, entre el 11 y el 14 de septiembre de 2007. Las Jornadas representan un punto de encuentro de la comunidad investigadora en ingeniería del software y en bases de datos. En sus inicios se celebraron dos eventos diferenciados, las Jornadas de Ingeniería del Software y las Jornadas sobre Investigación y Docencia en Bases de Datos. Posteriormente, en 1999, ambos eventos se unificaron en uno solo, reflejando la interrelación existente entre estas disciplinas. En esta duodécima edición, las Jornadas han constituido, una vez más, un punto de encuentro en el que profesionales y académicos de España, Portugal y Latinoamérica, de ambos campos, han podido compartir experiencias y resultados entre distintos grupos de investigación, desarrollo e innovación tecnológica.

Actualmente, JISBD es un evento auspiciado por Sociedad de Ingeniería del Software y Tecnologías de Desarrollo de Software (SISTEDES, <http://www.sistedes.org>). Entre los fines de dicha organización destacan el de promover la investigación, la innovación y la transferencia de tecnología entre los distintos agentes involucrados en el avance las tecnologías del Software y el de fomentar actividades con otras asociaciones nacionales e internacionales con fines similares, consiguiendo así proporcionar una mayor visibilidad a la investigación de sus asociados.

Al igual que en 2005, las XII Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos se han realizado en el marco del II Congreso Español de Informática (CEDI 2007). Esto ha permitido a los participantes de las Jornadas participar en las diversas actividades de CEDI de interés para toda la comunidad de investigación en Informática, tales como conferencias invitadas y mesas redondas. La celebración cada dos años de JISBD en el marco de CEDI encaja con los objetivos citados de dicha organización.

Este volumen recoge los trabajos seleccionados por el Comité de Programa de JISBD'07. Se recibieron un total de 87 contribuciones de 9 países: España, Portugal, Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Cuba, México y Venezuela. Cada contribución fue revisada por tres miembros del Comité de Programa. Posteriormente, se abrió una fase de discusión en la que se debatieron en mayor profundidad algunos trabajos y eventualmente se pidieron revisiones adicionales para ellos; asimismo, algunos trabajos se aceptaron condicionalmente, pendientes de verificar que la versión definitiva trataba adecuadamente los comentarios de los revisores; gracias al esfuerzo de los autores, todos estos trabajos fueron finalmente aceptados. Como resultado de todo el proceso, se configuró un programa compuesto por 30 artículos. Adicionalmente, se seleccionaron 5 trabajos más para su presentación como artículos cortos. Además, en esta edición de JISBD se recogió la posibilidad de presentar trabajos ya publicados en foros de prestigio reconocido. Se seleccionaron 4 artículos de esta modalidad. Finalmente, destacamos la celebración de una sesión para la presentación de herramientas, cuya convocatoria tuvo una acogida excelente por parte de la comunidad de JISBD, de manera que en dicha sesión se programaron un total de 19 demostraciones de herramientas.

El día previo a la conferencia, se organizaron un total de 7 talleres y un tutorial. Estos eventos están ganando importancia a cada nueva edición de JISBD y en el caso de los talleres, están creando sus propias comunidades con intereses más específicos. Algunos talleres ya están plenamente consolidados y llegan a acumular hasta un total de 8 ediciones. Cabe destacar que a partir de este año, las actas de los talleres se recogen en una publicación única en formato electrónico, con el soporte de SISTEDES, para potenciar la difusión de los trabajos presentados.

En referencia al programa, mencionar la participación de dos conferenciantes invitados de reconocido prestigio, siguiendo la pauta de ediciones anteriores. La primera conferencia impartida por Stephen Mellor, miembro del Object Management Group, y con un largo historial en la formulación de métodos para el análisis orientado a objetos. La segunda conferencia a cargo del profesor

John Mylopoulos, que posee igualmente una dilatada experiencia en diversos ámbitos de la ingeniería del software. La presencia de estos dos investigadores representó un elemento importante en el programa de las Jornadas.

Quisiera destacar un hecho que no por obvio, deja de ser merecedor de mención. La celebración de un evento de las características de JISBD, con una participación cada vez más numerosa y consolidada, y con unas exigencias de calidad que se van incrementando en cada edición, no podría realizarse sin la dedicación totalmente desinteresada de un gran número de personas. Desde el punto de vista científico, el trabajo en equipo desarrollado por los miembros del Comité Ejecutivo, en cuyo seno se han debatido los temas más candentes en la configuración de la oferta científica del congreso; y por supuesto la ardua y puntual labor de revisión efectuada por los miembros del Comité de Programa y los revisores adicionales. Desde el punto de vista organizativo, destacar la gran dedicación de los miembros del Comité Ejecutivo responsables de las tareas de enlace con CEDI, y la labor del Grupo Quercus de Ingeniería del Software de la Universidad de Extremadura, quienes han estado a cargo de todo el sistema de recepción y revisión de artículos. También deseo agradecer el soporte recibido por las entidades patrocinadoras y colaboradoras, y en especial la labor de respaldo de SISTEDES, tanto por lo que se refiere a apoyo logístico como a tareas de difusión, como ya se ha comentado. Y por último, especialmente, a los autores de los trabajos enviados a JISBD'07, en definitiva son ellos los que hacen posible la celebración del evento.

Finalmente, desear que el volumen que ahora tienes en tus manos, y que refleja el estado del arte en la investigación en Ingeniería del Software y Bases de Datos en la comunidad de habla hispana y portuguesa, sea de utilidad para tu trabajo.

Zaragoza, Septiembre 2007  
Xavier Franch (editor)

<b>Índice</b>	<b>9</b>
---------------	----------

## Índice

### CONFERENCIAS INVITADAS

<b>Creativity, Automation and Technology</b>	
<i>Stephen J Mellor</i> . . . . .	15
<b>Goal-Oriented Requirements Engineering</b>	
<i>John Mylopoulos</i> . . . . .	17

### TUTORIAL

<b>Tutorial: Herramientas Eclipse para Desarrollo de Software Dirigido por Modelos</b>	
<i>Cristina Vicente-Chicote y Diego Alonso</i> . . . . .	21

### TRABAJOS RELEVANTES YA PUBLICADOS

<b>Access Control and Audit Model for the Multidimensional Modeling of Data Warehouses</b>	
<i>Eduardo Fernández-Medina, Juan Trujillo, Rodolfo Villarroel y Mario Piattini</i> . . . . .	25
<b>A UML profile for multidimensional modeling in data warehouses</b>	
<i>Sergio Luján-Mora, Juan Trujillo e Il-Yeol Song</i> . . . . .	26
<b>Location-Dependent Queries in Mobile Contexts: Distributed Processing Using Mobile Agents</b>	
<i>Sergio Ilarri, Eduardo Mena y Arantza Illarramendi</i> . . . . .	27
<b>Integrating techniques and tools for testing automation</b>	
<i>Macario Polo, Sergio Tendero y Mario Piattini</i> . . . . .	28

### DESARROLLO DE SOFTWARE DIRIGIDO POR MODELOS

<b>Utilidad de las transformaciones modelo-modelo en la generación automática de código</b>	
<i>Javier Luis Cánovas Izquierdo, Óscar Sánchez Ramón, Jesús Sánchez Cuadrado y Jesús García Molina</i> . . . . .	31
<b>Building Ubiquitous Business Process following an MDD approach</b>	
<i>Pau Giner, Victoria Torres y Vicente Pelechano</i> . . . . .	41
<b>A case study on modeling persistence with MDA tools</b>	
<i>Giuliano Luz Pigatti Caliarì y Paulo Sérgio Muniz Silva</i> . . . . .	51

### ALMACENES Y MINERÍA DE DATOS

<b>Ingeniería inversa dirigida por modelos para el diseño de almacenes de datos</b>	
<i>Jose-Norberto Mazón, Enrique Ortega y Juan Trujillo</i>	63
<b>Minería de datos con clustering en espacios multidimensionales mediante modelos conceptuales extendiendo UML</b>	
<i>Jose Zubcoff, Jesús Pardillo y Juan Trujillo</i>	73
<b>Una extensión del metamodelo relacional de CWM para representar Almacenes de Datos Seguros a nivel lógico</b>	
<i>Emilio Soler, Juan Trujillo, Eduardo Fernández-Medina y Mario Piattini</i>	83

### PRUEBAS DEL SOFTWARE

<b>Generación sistemática de pruebas para composiciones de servicios utilizando criterios de suficiencia basados en transiciones</b>	
<i>José García-Fanjul, Javier Tuya y Claudio de la Riva</i>	95
<b>Generación automática de objetivos de prueba a partir de casos de uso mediante partición de categorías y variables operacionales</b>	
<i>Javier J. Gutiérrez, María J. Escalona, Manuel Mejías, Jesús Torres y Arturo Torres-Zenteno</i>	105
<b>370.000 bugs del proyecto Debian pueden ser analizados usando btsextract</b>	
<i>Miguel Pérez Francisco y Pablo Boronat Pérez</i>	115

### TECNOLOGÍAS DE BASES DE DATOS

<b>Búsqueda de vecinos en espacios multidimensionales agujereados</b>	
<i>Manuel Barrena, Carlos Pachón y Elena Jurado</i>	125
<b>Indexación dinámica para la recuperación de información basada en búsqueda por similitud</b>	
<i>Nieves R. Brisaboa, Antonio Fariña, Oscar Pedreira y Nora Reyes</i>	134
<b>WCSA: Un autoíndice orientado a palabras para textos en lenguaje natural</b>	
<i>Eduardo Rodríguez, Antonio Fariña, Ángeles S. Places, José R. Paramá y Oscar Pedreira</i>	144

### LÍNEAS DE PRODUCTO. ORIENTACIÓN A ASPECTOS

<b>Variabilidad, Trazabilidad y Líneas de Productos: una Propuesta basada en UML y Clases Parciales</b>	
<i>Miguel A. Laguna y Bruno González-Baixauli</i>	157
<b>Verificación de Modelos Arquitectónicos Orientados a Aspectos</b>	
<i>Jennifer Pérez, Cristóbal Costa, Jose Ángel Carsí e Isidro Ramos</i>	167
<b>Gestión Integral de Requisitos de Seguridad en Líneas de Producto Software</b>	
<i>Daniel Mellado, Eduardo Fernández-Medina y Mario Piattini</i>	177

## REQUISITOS. METAMODELADO EN MEDICIÓN

<b>Una metodología para elicitación de requisitos en proyectos GSD</b> <i>Gabriela N. Aranda, Aurora Vizcaíno, Alejandra Cechich, Mario Piattini y Juan Pablo Soto</i>	191
<b>Una Aproximación de Metamodelado para la Evaluación de Calidad en Procesos de Desarrollo Web</b> <i>Cristina Cachero, Emilio Insfran, Silvia Abrahão y Geert Poels</i>	201
<b>Marco de Trabajo basado en MDA para la Medición Genérica del Software</b> <i>Beatriz Mora, Félix García, Francisco Ruiz, Mario Piattini, Artur Boronat, Abel Gómez, José Á. Carsí e Isidro Ramos</i>	211

## MODELIZACIÓN CONCEPTUAL DE DATOS

<b>Definición, importancia y especificación en UML de las restricciones de integridad constante y permanente</b> <i>Raquel Pau y Antoni Olivé</i>	223
<b>Modelado de Aplicaciones Web Reactivas al Usuario</b> <i>Irene Garrigós y Jaime Gómez</i>	232
<b>Towards Integration of Access Control in the Hypermedia Development Process</b> <i>Daniel Sanz, Paloma Díaz e Ignacio Aedo</i>	242

## ARQUITECTURAS SOFTWARE

<b>Diseño de Sistemas Groupware sobre una Arquitectura centrada en Servicios Cooperativos: Ágora</b> <i>Miguel A. Martínez-Prieto, Pablo de la Fuente y Carlos E. Cuesta</i>	255
<b>Una Propuesta de Libro Electrónico basada en Composición de Responsabilidades sobre la Estructura Lógica</b> <i>Miguel A. Martínez-Prieto, Pablo de la Fuente, Jesús Vegas y Joaquín Adiego</i>	265
<b>Recuperación y procesado de datos biológicos mediante Ingeniería Dirigida por Modelos</b> <i>Abel Gómez, Artur Boronat, Claudia Täubner, Jose Á. Carsí, Isidro Ramos y Silke Eckstein</i>	275

## MODELOS DE CALIDAD

<b>Evaluando la Calidad de los Datos en Portales Web</b> <i>Angélica Caro, Coral Calero y Mario Piattini</i>	287
<b>Una propuesta de un modelo conceptual de calidad de almacenes de datos</b> <i>Manuel Serrano, Rafael Romero, Jose-Norberto Mazón, Juan Trujillo y Mario Piattini</i>	297
<b>Evaluación de los niveles de calidad en las transformaciones de modelos basado en el estudio de factores de éxito</b> <i>Alejandro Gómez, Gustavo Muñoz y Juan Carlos Granja</i>	307

## PROCESOS

<b>Técnica de Mejora del Mantenimiento Software Basada en Valor</b> <i>Daniel Cabrero, Javier Garzás y Mario Piattini</i> . . . . .	317
<b>Modelo para la Implementación de Mejora de Procesos en Pequeñas Organizaciones Software</b> <i>Francisco J. Pino, Juan C. Vidal, Félix Garcia y Mario Piattini</i> . . . . .	326
<b>Especificación de Procesos de Negocio Seguros a través de una extensión de UML 2.0</b> <i>Alfonso Rodríguez, Eduardo Fernández-Medina, Mario Piattini y Juan Trujillo</i> . . . . .	336

## ARTÍCULOS CORTOS

<b>Eficacia del método ELVIRA - Relato de un experimento</b> <i>Montse Ereño y Rebeca Cortazar</i> . . . . .	349
<b>Tracking the Evolution of Feature Oriented Product Lines</b> <i>Salvador Trujillo, Gentzane Aldekoa y Goiuri Sagardui</i> . . . . .	355
<b>Transformaciones QVT para la obtención de Clases de Análisis a partir de un Modelo de Proceso de Negocio Seguro</b> <i>Alfonso Rodríguez, Ignacio García, Eduardo Fernández-Medina y Mario Piattini</i> . . . . .	361
<b>Definición de un Proceso para la Construcción de Refactorizaciones</b> <i>Raúl Marticorena, Carlos López y Yania Crespo</i> . . . . .	367
<b>Combinando Modelos de Procesos y Activos Reutilizables en una Transición poco Invasiva hacia las Líneas de Producto de Software</b> <i>Orlando Avila-García, Antonio Estévez García, E. Victor Sánchez Rebull y José Luis Roda García</i> . . . . .	373

## DEMOSTRACIONES

<b>Generation of Business Process based Web Applications</b> <i>Pau Giner, Victoria Torres y Vicente Pelechano</i> . . . . .	381
<b>PervGT: Herramienta CASE para la Generación Automática de Sistemas Pervasivos</b> <i>Estefanía Serral, Carlos Cetina, Javier Muñoz y Vicente Pelechano</i> . . . . .	383
<b>UMLtoCSP: Una herramienta para la verificación de modelos UML/OCL mediante Constraint Programming</b> <i>Jordi Cabot, Robert Clarisó, Patricia de la Fuente Y Daniel Riera</i> . . . . .	385
<b>MDBE: Una Herramienta Automática para el Modelado Multidimensional</b> <i>Oscar Romero y Alberto Abelló</i> . . . . .	387
<b>MOMENT CASE: Un prototipo de herramienta CASE</b> <i>Abel Gómez, Artur Boronat, Jose Á. Carsí e Isidro Ramos</i> . . . . .	389
<b>Comprobación eficiente de restricciones de integridad en OCL</b> <i>Jordi Cabot y Ernest Teniente</i> . . . . .	391
<b>The MOVA Tool: A Rewriting-Based UML Modeling, Measuring, and Validation Tool</b> <i>Manuel Clavel, Marina Egea y Viviane Torres da Silva</i> . . . . .	393

<b>Demostración de la herramienta AGE (Agile Generative Environment)</b>	
<i>Jesús Sánchez Cuadrado y Jesús García Molina . . . . .</i>	395
<b>ModelSET: Soporte a Edición y Transformaciones de Modelos</b>	
<i>Antonio Estévez García, E. Victor Sánchez Rebull, Francisco Vargas Ruiz, Orlando Avila-García, Adolfo Sánchez-Barbudo Herrera y José Luis Roda García . . . . .</i>	397
<b>PRISMA CASE</b>	
<i>Jennifer Pérez, Cristóbal Costa, Jose A. Carsí e Isidro Ramos . . . . .</i>	399
<b>StateML: modelado gráfico de máquinas de estados y generación de código siguiendo un enfoque MDE</b>	
<i>Cristina Vicente-Chicote, Diego Alonso y Bárbara Álvarez . . . . .</i>	401
<b>V<sup>3</sup> Studio: Un entorno gráfico para el diseño de sistemas basados en componentes siguiendo un enfoque dirigido por modelos</b>	
<i>Cristina Vicente-Chicote, Diego Alonso y Olivier Barais . . . . .</i>	403
<b>REMM-Studio: Un entorno integrado para dar soporte a un enfoque de Ingeniería de Requisitos Dirigido por Modelos</b>	
<i>Cristina Vicente-Chicote, Begoña Moros y Ambrosio Toval . . . . .</i>	405
<b>MORPHEUS: support from AO-Requirements to AO-Software Architecture</b>	
<i>Elena Navarro, Patricio Letelier e Isidro Ramos . . . . .</i>	407
<b>Maudeling: Herramienta de gestión de modelos usando Maude</b>	
<i>José E. Rivera, Francisco Durán, Antonio Vallecillo y J. Raúl Romero . . . . .</i>	409
<b>WebTE: Generación de aplicaciones Web dirigida por modelos</b>	
<i>Santiago Meliá , Jaime Gómez y Jose Luis Serrano . . . . .</i>	411
<b>CE4WEB: Una Herramienta CASE Colaborativa para el Modelado de Aplicaciones con UML</b>	
<i>Víctor M.R. Penichet, María D. Lozano, J.A. Gallud y R. Tesoriero . . . . .</i>	413
<b>MaCMAS CASE Tool Demonstration: MDD-based refinement of Collaboration-Based UML Models</b>	
<i>Joaquín Peña y Antonio Ruiz-Cortés . . . . .</i>	415
<b>FAMA:hacia el análisis automático de modelos de características</b>	
<i>Pablo Trinidad, David Benavides, Sergio Segura y Antonio Ruiz Cortés . . . . .</i>	417

## Modelo para la Implementación de Mejora de Procesos en Pequeñas Organizaciones Software

Francisco J. Pino, Juan C. Vidal

Grupo IDIS  
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones  
Universidad del Cauca  
Calle 5 No. 4 - 70, Popayán, Cauca, Colombia.  
e-mail: {fpino, jcvidal}@unicauca.edu.co  
web: http://www.unicauca.edu.co/idis/

Félix García, Mario Piattini

Grupo Alarcos  
Escuela Superior de Informática  
Universidad Castilla-La Mancha  
Paseo de la Universidad 4, Ciudad Real, España.  
e-mail: {Felix.Garcia, Mario.Piattini}@uclm.es  
web: http://alarcos.inf-cr.uclm.es/

### Resumen

Las pequeñas organizaciones software (con menos de 50 empleados) son importantes para el crecimiento económico de muchos países. Para persistir y crecer, este tipo de organizaciones necesitan prácticas de Ingeniería del Software eficientes y eficaces adaptadas a su tamaño y tipo de negocio. Una práctica que a partir de finales de los años noventa ha tomado gran fuerza es la Mejora de Procesos Software en pequeñas organizaciones. Sin embargo, actualmente es baja la utilización de un modelo que guíe la implementación de mejora por parte de las pequeñas organizaciones, debido en gran parte a que hay poco trabajo en este tema. Así pues, este artículo presenta un modelo para la implementación de mejora de proceso para pequeñas organizaciones software, en función de sus objetivos de negocio, de manera sistemática y coherente. Se muestra un proceso que guía paso a paso la implementación de las mejoras de procesos en pequeñas organizaciones software. Este modelo ha sido desarrollado en el marco del proyecto COMPETISOFT y está siendo validado por las empresas participantes en dicho proyecto.

### 1. Introducción

Las pequeñas organizaciones software (con menos de 50 empleados) son fundamentales para el crecimiento de muchas economías nacionales y representan la mayoría de las organizaciones software. En Europa el 85% de las compañías del sector de las tecnologías de la información son muy pequeñas, entre 1 y 10 empleados [5]. En Iberoamérica el 75% de las empresas software

tienen menos de 50 empleados [13]. Además según [7] aproximadamente el 94% de empresas que desarrollan software son pequeñas organizaciones y desarrollan productos significativos que, para su construcción, necesitan prácticas eficientes de Ingeniería del Software adaptadas a su tamaño y tipo de negocio.

Una práctica que a partir de finales de los años noventa ha tomado gran fuerza en la comunidad de Ingeniería del Software (industria e investigadores) es la Mejora de Procesos Software (conocida por las siglas inglesas SPI, *Software Process Improvement*) en pequeñas organizaciones software. Una razón del impulso a esta área es que muchos autores están de acuerdo en que las características especiales de las pequeñas organizaciones software hacen que los programas de mejora de procesos deban aplicarse de un modo particular y visiblemente diferente a como se hace en las grandes organizaciones y que esto no es tan sencillo como el hecho de considerar dichos programas de mejora versiones a escala de las grandes compañías [12]. Además, las propuestas de mejora del SEI e ISO (como CMMI, IDEAL, SCAMPI, ISO 12207, ISO 15504) han sido creadas y están estructuradas para ser utilizadas por organizaciones grandes y difícilmente pueden ser aplicadas a organizaciones pequeñas. Esto se debe a que un proyecto de mejora supone gran inversión en dinero, tiempo y recursos, así como a la alta complejidad de las recomendaciones y al hecho de que el retorno de la inversión se produce a largo plazo [1, 17, 20].

Siguiendo este enfoque actualmente han aparecido un gran número de propuestas nacionales e internacionales relacionadas con mejora de procesos software para pequeñas

organizaciones software (ver sección de trabajos relacionados). Esto ha impulsado a este tipo de organizaciones a querer implantar mejora de procesos software como una estrategia para asegurar la calidad de sus productos, ante la existente directa correlación entre la calidad del proceso y la calidad del producto obtenido [8]. Ahora bien, para llevar a cabo una iniciativa de mejora de procesos software en una organización es necesario involucrar un modelo que conduzca la mejora, un método para la evaluación de procesos y un modelo de procesos de referencia a seguir. Además hay que tener en cuenta que las pequeñas organizaciones generalmente son extremadamente reactivas y flexibles, tienen típicamente una estructura plana, con un estilo de gestión de libre flujo que potencia el espíritu emprendedor y la innovación, poseen disponibilidad económica limitada y procesos livianos, entre otros aspectos. Tampoco tienen suficiente personal para desarrollar funciones especializadas que permitirían realizar tareas complejas secundarias a sus productos.

Hay pocos trabajos relacionados con modelos que guían la mejora para pequeñas organizaciones software y esto ha conducido a que la utilización de un modelo de implementación de mejora por parte de las pequeñas organizaciones sea baja [18]. 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 todos los demás modelos involucrados.

En este artículo se presenta un modelo para la implementación de mejora de proceso para pequeñas organizaciones software. Su propósito es mejorar los procesos de la organización en función de sus objetivos de negocio, de manera sistemática y coherente. Este modelo ha sido desarrollado en el marco del Proyecto COMPETISOFT (financiado por CYTED) que integra diferentes propuestas de mejora de procesos para pequeñas organizaciones software.

Además de esta introducción el artículo presenta en la sección 2 una panorámica de los trabajos relacionados. En la sección 3 se introduce el modelo para la implementación de mejora en una pequeña organización software. La sección 4 describe la aplicación y utilización del modelo en un proyecto SPI. La sección 5 muestra las conclusiones y trabajos futuros.

### 2. Trabajos relacionados

Actualmente, la mejora de procesos software es una estrategia de creciente interés para las pequeñas organizaciones software con el objetivo de asegurar la calidad de sus productos. Esto se evidencia por el análisis de la tendencia de las publicaciones realizado en [18], así como por el trabajo que organizaciones internacionales como el SEI y el ISO realizan actualmente con miras a que sus estándares de mejora de procesos software (ó adaptaciones de éstos) puedan ser aplicados a pequeñas organizaciones software, por ejemplo:

- El International Process Research Consortium -IPRC- del SEI lleva a cabo desde 2005 una iniciativa de investigación en Mejorar Procesos para Small Settings (Improving Processes in Small Settings -IPSS-), el término Small Settings hace referencia a equipos, proyectos, organizaciones y/o empresas pequeñas.
- Además, ISO ha conformando el año pasado el grupo de trabajo SC7-WG24 con el objetivo de establecer un marco común para describir perfiles evaluables del ciclo de vida de software para ser usados en pequeñas organizaciones software.
- También en los últimos años han aparecido diferentes propuestas nacionales para la mejora de procesos software en pequeñas organizaciones, relacionadas con:
  - El modelo de referencia de procesos: MoProSoft [16], MR-MPS [23], entre otros. Además, existen numerosas propuestas de adaptación de estándares como CMM, CMMI, SPICE, ISO 9001, ISO 12207.
  - El método de evaluación de procesos: RAPID [3], MARES [1], SPIRE [22], EvalProsoft [15], ADEPT [14], TOPS [6], MA-MPS [23], Light MEPDS [19], entre otros.
  - El modelo para guiar la mejora: PROCESSUS [9], MESOPyME [2], IMPACT [21].

El framework de PROCESSUS se basa en el paradigma de modelado de procesos, donde cada procedimiento es tratado como un proceso, el cual es definido, establecido, implementado y mantenido. El framework de IMPACT se basa en que el proceso es una abstracción de las prácticas llevadas a cabo en muchos proyectos diferentes por muchas personas diferentes, así es posible

procesos continuamente y mejorar el proceso desde la experiencia ganada por mucha gente en muchos proyectos. MESOPYME se centra en reducir el tiempo y el esfuerzo en la implementación de SPI basado en el concepto de paquetes de acción. Sin embargo ninguna de estas propuestas presenta un proceso explícito que guíe la implementación de proyectos SPI en una pequeña organización.

El aporte de la propuesta presentada en este artículo es definir un modelo de mejora de procesos integrado en un marco metodológico desarrollado específicamente para SPI en pequeñas organizaciones software. Además presentará explícitamente un proceso (describiendo actividades, roles, productos de trabajo, entre otros aspectos) que guíe paso a paso la implementación de las mejoras de procesos en pequeñas organizaciones software.

### 3. Modelo para la implementación de mejoras

El modelo de mejora de COMPERTSOFT está basado en Agile SPI [10] y forma parte, junto con el método de evaluación y el modelo de referencias, del marco metodológico desarrollado en el contexto del proyecto COMPERTSOFT. Para la definición, refinamiento y aplicación de los modelos del marco metodológico se ha empleado el método de investigación I-A (Investigación - Colaboración efectiva entre grupos. Establecer estrategias de comunicación y colaboración efectivas entre los diferentes actores involucrados en el proyecto de mejora de procesos, resultando en la importancia del aporte de cada persona a este proceso.

- **Aprendizaje continuo.** Creer a los diferentes actores involucrados en el proyecto de mejora de procesos, resaltando en la importancia del aporte de cada persona a este proceso.
- **Establecer estrategias de comunicación y colaboración efectivas entre grupos.** Establecer estrategias de comunicación y colaboración efectivas entre los diferentes actores involucrados en el proyecto de mejora de procesos, resultando en la importancia del aporte de cada persona a este proceso.
- **Medición básica de procesos.** Llevar a cabo el método de evaluación y el modelo de referencias, del marco metodológico desarrollado en el contexto del proyecto COMPERTSOFT. Para la definición, refinamiento y aplicación de los modelos del marco metodológico se ha empleado el método de investigación I-A (Investigación - Colaboración efectiva entre grupos. Establecer estrategias de comunicación y colaboración efectivas entre los diferentes actores involucrados en el proyecto de mejora de procesos, resultando en la importancia del aporte de cada persona a este proceso.

El modelo de mejora de COMPERTSOFT define un proceso para guiar la mejora continua de actividades, los roles, la descripción y los productos de trabajo de PmCOMPETSOFT. PmCOMPETSOFT tiene como propósito mejorar los procesos de la organización en cuanto a algunos factores de éxito de SPI descritos en [4]. Además sigue el patrón de

El modelo de mejora de COMPERTSOFT con pocos recursos y en poco tiempo.

- **Facilitar su aplicación en las pequeñas organizaciones software.**
- **Establecer los elementos necesarios para conducir la mejora de procesos en una pequeña organización software.**

El modelo de mejora que proponemos ha sido desarrollado con el fin de:

procesos establecidos por el proyecto COMPERTSOFT, con el objetivo de que sea más intuitivo y fácil de usar. A continuación se describe PmCOMPETSOFT con más detalle.

#### 3.1. PmCOMPETSOFT

PmCOMPETSOFT es un proceso ligero que guía la implementación de un ciclo de mejoras siguiendo un enfoque iterativo e incremental, y planes de satisfacción las siguientes *principios*:

- **Entrega temprana y continua de mejoras.** La generación de resultados visibles a corto plazo implica que los actores involucrados en el proceso de mejora observen los frutos de su trabajo de manera temprana, para así mantener su motivación. Además permite minimizar y controlar los riesgos del proyecto de mejora.
- **Diagnóstica continua y rápido de procesos.** Diagnosticar continuamente los procesos de la organización y el proyecto de mejora, con el fin de verificar si el proyecto de mejora está cumpliendo con el objetivo de incrementar el nivel de capacidad y eficiencia de los procesos de la organización.

El modelo de mejora de COMPERTSOFT está basado en Agile SPI [10] y forma parte, junto con el método de evaluación y el modelo de referencias, del marco metodológico desarrollado en el contexto del proyecto COMPERTSOFT. Para la definición, refinamiento y aplicación de los modelos del marco metodológico se ha empleado el método de investigación I-A (Investigación - Colaboración efectiva entre grupos. Establecer estrategias de comunicación y colaboración efectivas entre los diferentes actores involucrados en el proyecto de mejora de procesos, resultando en la importancia del aporte de cada persona a este proceso.

- **Lograr la mejora de procesos de manera disciplinada mediante el cumplimiento y la implementación de los planes de mejora.**
- **Definir objetivos y metas para el ciclo de productos de trabajo propuestas.**
- **Evaluar los resultados de cada ciclo de mejora con respecto a las mejoras introducidas en los procesos.** También, monitorear y supervisar el proyecto de mejora evaluando frecuentemente su eficiencia en la organización.
- **Identificar nuevas estrategias para mejorar el proceso y las lecciones aprendidas, con el fin de aprender continuamente del proceso y la mejora con la experiencia adquirida por la gente que participa en el proyecto de mejora.**

El diagrama de *Diagrama de actividades de actividades de PmCOMPETSOFT* se presenta en la figura 1, en la cual se incluyen las actividades, los roles y los productos de trabajo.

El diagrama de *Diagrama de actividades de actividades de PmCOMPETSOFT* se presenta en la figura 1, en la cual se incluyen las actividades, los roles y los productos de trabajo.

El diagrama de *Diagrama de actividades de actividades de PmCOMPETSOFT* se presenta en la figura 1, en la cual se incluyen las actividades, los roles y los productos de trabajo.

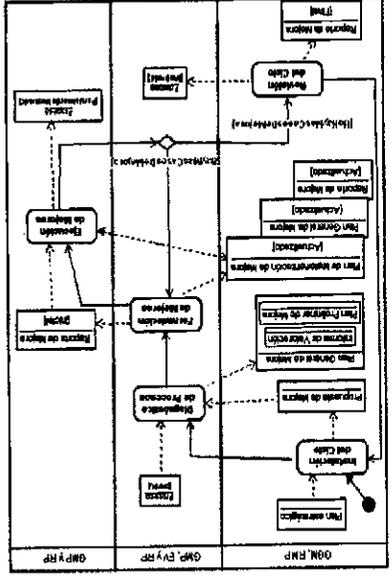


Figura 1. Flujo de trabajo de PmCOMPETSOFT

Nombre	Rol	Descripción
RMP	Responsable de Mejora y de gestión	Coordina los procesos de mejora, define la estrategia y supervisa el progreso. Capas de diseño de procesos.
GMP	Gerente de Mejora	Coordina los procesos de mejora, define la estrategia y supervisa el progreso. Capas de diseño de procesos.
GOM	Gerente de Mejora y Operaciones	Coordina los procesos de mejora, define la estrategia y supervisa el progreso. Capas de diseño de procesos.
RFP	Responsable de Proceso	Coordina los procesos de mejora, define la estrategia y supervisa el progreso. Capas de diseño de procesos.
EVD	Evaluador	Coordina los procesos de mejora, define la estrategia y supervisa el progreso. Capas de diseño de procesos.

Tabla 1. Roles de PmCOMPETSOFT

contiene, al menos: el proceso de mejora, los objetivos de mejoras generales y los recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto de mejora al interior de la organización.

- Actividad 2 – Diagnóstico de procesos: el Evaluador (EV) y el Responsable de Mejora de Procesos (RMP) realizan la actividad de valoración (evaluación interna) de procesos para conocer el estado general de los procesos de la organización y analizar las oportunidades de mejora de un proceso (casos de mejora) y su prioridad de mejora. La prioridad de mejora permite definir el orden de realización de las iteraciones del ciclo de mejora. Se realiza una planeación preliminar y general del ciclo de mejora. La información relacionada con esta actividad se registra en el Plan General de Mejora (PT02\_PGM).
- Actividad 3 – Formulación de mejoras: el Grupo de Mejora de Procesos (GMP) planifica la iteración actual del ciclo de mejora (con base en los casos de mejora de un proceso) y define la estrategia a seguir para mejorar el proceso seleccionado. De la primera iteración se obtiene una medida del esfuerzo de conducir esta iniciativa de mejora. Esta información se utiliza como base para la estimación del esfuerzo, costo, tiempo, recursos, entre otros, que demandarán las demás iteraciones del ciclo de mejora. En el Plan de Implementación de Mejora (PT03\_PIM) se registra la información relacionada con esta actividad y el aprendizaje adquirido en cada una de las iteraciones. Esta actividad puede realizarse una o varias veces en un ciclo de mejora.
- Actividad 4 – Ejecución de mejoras: el Grupo de Mejora de Procesos (GMP) gestiona y ejecuta los casos de mejora correspondientes a la iteración actual de acuerdo con los planes establecidos. Si la planificación de la iteración se ha desarrollado satisfactoriamente se aceptan e institucionalizan los nuevos procesos en la organización. En el Plan de Implementación de Mejora (PT 03PIM) se registra la información relacionada con esta actividad. En este plan se describe la ejecución y evaluación de la iteración actual, además se analizan las mejoras que se han introducido en los procesos de la organización. Esta actividad puede realizarse una o varias veces en un ciclo de mejora.
- Actividad 5 – Revisión del ciclo: se corrigen o ajustan todos los elementos relacionados con

la ejecución de cada una de las iteraciones de mejora. Al final se hace un análisis post-mortem del trabajo realizado en todo el ciclo de mejora. El Responsable de Mejora de Procesos (RMP) hace una realimentación del ciclo de mejora llevado a cabo antes de volver a comenzar la fase de instalación de un nuevo ciclo. En el Reporte de Mejora (PT04\_RM) se registran las lecciones aprendidas, medidas desarrolladas para medir el cumplimiento de los objetivos, procesos mejorados, etc.

**Productos de trabajo.** Para cada uno de los productos de trabajo de PmCOMPETISOFT se ha desarrollado una plantilla auto-contenida, con el objetivo de facilitar su construcción. Asimismo, en cada uno de los productos de trabajo se registra el esfuerzo de realizar las tareas asociadas con cada actividad y relacionadas con dichos productos. Los productos de trabajo de PmCOMPETISOFT son los siguientes:

- (PT01\_PM) Propuesta de Mejora. Documento que proporciona una introducción e iniciación a un ciclo de mejora, y contiene: objetivos de mejora generales, el proceso de mejora continua, alcance y metas globales del ciclo de mejora (modelo de referencia de procesos y método de evaluación) y recursos.
- (PT02\_PGM) Plan General de Mejora. Documento constituido por dos partes: el Informe de Valoración y el Plan Preliminar de Mejora. El Informe de Valoración recopila: estado, análisis y priorización de los procesos. El Plan Preliminar de Mejora define: número de iteraciones, planeación general, plan de mediciones, plan de capacitación, plan de manejo de riesgos y cronograma.
- (PT03\_PIM) Plan de Implementación de Mejora. Documento que define las prácticas y actividades a seguir para crear, ejecutar e institucionalizar los casos de mejora; y contiene: la planeación específica de la iteración, el registro de la ejecución de la mejora, las evaluaciones de los casos de mejora, la documentación de los procesos y el plan de aceptación e institucionalización.
- (PT04\_RM) Reporte de mejora. Documento que cierra una iteración ó ciclo de mejora; y contiene: procesos mejorados, evaluación inicial, evaluación final, esfuerzo involucrado, logros alcanzados, lecciones aprendidas,

revisión postmortem y recomendaciones de ajuste al proceso de mejora.

El modelo de mejora de COMPETISOFT también define una "Guía del Consultor" que presenta una orientación a la persona responsable de la mejora del proceso en una pequeña organización (que es el responsable de la realización de las prácticas de mejora de procesos software y del cumplimiento de sus objetivos) de cómo utilizar PmCOMPETISOFT para iniciar y establecer un ciclo de mejora de procesos.

#### 4. Aplicación del modelo

El modelo de mejora actualmente está siendo aplicado en la implantación de un proyecto SPI en distintas pequeñas organizaciones software de Argentina, Chile, Colombia, México y España. En España concretamente se está trabajando con dos pequeñas empresas, las cuales forman parte grupo crítico de referencia del proyecto COMPETISOFT. Con el objetivo de preservar su anonimato estas empresas se denominan en este artículo PeqEmpUno y PeqOrgDos.

La PeqEmpUno es una pequeña empresa desarrolladora de software con 4 años de trayectoria en el ámbito nacional. Actualmente la empresa cuenta con siete empleados, de los cuales seis se dedican a la parte de desarrollo, operación y mantenimiento de los productos software. Su promedio de ventas en los últimos tres años ha sido de 153000 dólares. En esta empresa se considera que la mejora de procesos software es importante porque "Si no se hace, la empresa tiene pocas posibilidades de crecer".

La PeqOrgDos es una pequeña organización académica (de una universidad española) que desarrolla software a través de contratos y convenios con 12 años de trayectoria en el ámbito nacional. Actualmente la organización cuenta con 21 personas, 15 de las cuales están dedicadas a la parte de desarrollo, operación y mantenimiento de los productos software. Considera que la mejora de procesos software es importante para la empresa porque "Si se sabe lo que se está haciendo se puede mejorar".

Es importante resaltar que las dos pequeñas empresas están estrechamente relacionadas y tienen un acuerdo estratégico para abordar la ejecución de proyectos software. Dependiendo de su volumen de trabajo en un momento

determinado cualquiera de las dos empresas puede solicitar a través de *outsourcing* el desarrollo de un producto software a su *partner*.

La alta dirección de ambas empresas ha decidido apostar por la mejora de procesos para dar soporte a la organización, consolidación y crecimiento de la empresa de manera sistemática. Ninguna de las dos empresas tiene experiencia en mejora de procesos software, sin embargo actualmente es importante para las empresas incrementar el nivel de capacidad de sus procesos con el fin de poder tener claridad, seguimiento y organización de los procesos que realiza para el desarrollo de sus productos software. También existe el deseo de mejorar sus procesos y ofrecer a sus clientes productos y servicios con mayor nivel de calidad. Es por esto que a partir de marzo del presente año se ha comenzado un ciclo de mejora de procesos en cada una de estas empresas con el soporte de un asesor en mejora de procesos que es parte del grupo de investigadores del proyecto COMPETISOFT.

En las iniciativas de mejora se están involucrando diferentes componentes creados en el proyecto COMPETISOFT. El modelo que guía la mejora es el presentado en este artículo; para realizar las evaluaciones rápidas se utiliza el método liviano para la valoración de procesos software -Light MECPDS- [19] (el cual se basa en el estándar internacional ISO/IEC 15504) y el modelo de procesos de referencia escogido es el desarrollado en el proyecto COMPETISOFT.

Del modelo de implantación de mejora propuesto ya se han llevado a cabo las actividades de instalación y diagnóstico. Actualmente se está trabajando en la fase de formulación de los casos de mejora. En las siguientes líneas se presenta el trabajo realizado en las dos empresas relativo a las etapas de iniciación y diagnóstico del modelo de mejora.

##### 4.1. Instalación del ciclo de mejora

Para la instalación del ciclo de mejora en cada empresa se llevó a cabo:

- El despegue del ciclo de mejora: se recopiló toda la información de las empresas, además se firmó por la alta gerencia de la empresa y el asesor del proyecto COMPETISOFT un documento denominado "Convenio de colaboración para la mejora de procesos", el



estratégico es la mejora continua de procesos software, y la estrategia a seguir para lograrlo es el Proyecto COMPETISOFT.

De las tablas 2 y 4 podemos analizar que el esfuerzo involucrado en la realización de las actividades de iniciación y diagnóstico por parte de las organizaciones es muy similar. Sin embargo el esfuerzo del asesor de COMPETISOFT es mayor en la PeqOrgDos. Este esfuerzo mayor se debe a que el análisis y síntesis de la información se hizo primero para esta organización y luego para la PeqEmpUno. Es decir, este esfuerzo está relacionado con el aprendizaje y la experiencia adquirida por parte del asesor de las tareas y productos de trabajo que deben ser ejecutadas para la realización de estas actividades del modelo de mejora, ya que es la primera vez que se aplica y utiliza el modelo propuesto.

### 5. Conclusiones y trabajo futuro

En este artículo se ha presentado un modelo de mejora de procesos integrado en un marco metodológico desarrollado específicamente para mejora de procesos en pequeñas organizaciones software denominado PmCOMPETISOFT y su aplicación en dos pequeñas organizaciones que actualmente llevan a cabo un proyecto SPI.

El modelo de mejora propuesto establece los elementos necesarios para conducir la mejora de procesos en una pequeña organización, y busca facilitar su aplicación de forma económica, con pocos recursos y en poco tiempo. Fundamenta sus principios en factores considerados de éxito para la implantación de un proyecto SPI en pequeñas organizaciones software. Además el modelo vela porque el proceso de mejora quede funcionando continuamente en la organización para promover la mejora continua de procesos. De la aplicación inicial en las dos empresas se observa que el modelo es adecuado para este tipo de organizaciones, considerando que las dos primeras actividades se han desarrollado con un esfuerzo promedio de 1 persona x 27 horas -h-, de las cuales 19 h corresponden al asesor y 8 h corresponden a la empresa. El esfuerzo promedio de diagnosticar los dos procesos es de 17 h, 13 h del asesor y 4 h de la empresa. Es importante tener en cuenta que se trata del primer ciclo de mejora y gran parte de este esfuerzo corresponde a conocimiento y experiencia adquirida.

Ya que los resultados parciales iniciales son alentadores, como trabajo futuro se continuará con el ciclo de mejora en las dos empresas teniendo en cuenta los hallazgos encontrados por las actividades de instalación y diagnóstico ya realizadas. Además se hará el seguimiento a la utilización del modelo de mejora propuesto en los proyectos SPI llevados a cabo por parte de las empresas Iberoamericanas involucradas en COMPETISOFT. El objetivo es que a partir de un conjunto representativo de casos de estudio se obtenga la reactualización necesaria para proceder a la evaluación, refinamiento, mejora y validación del modelo de mejora PmCOMPETISOFT.

### Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos: COMPETISOFT (Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo - CYTED- 506AC287), MECENAS (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Consejería de Educación y Ciencia, PBI06-0024) y ESFINOE (Dirección General de Investigación de el Ministerio de Educación y Ciencia de España, TIN2006-15175-C05-05).

### Referencias

- [1] Anacleto, A., C.G.V. Wangenheim, C.F. Salviano, and R. Savi. *A Method for Process Assessment in Small Software Companies*. 2004. 4th International SPICE Conference on Process Assessment and Improvement (SPICE 04). Portugal. pp. 69-76.
- [2] Calvo-Manzano, J.A., G. Cuevas, T. San Felú, A. De Amescua, and M. Pérez. *Experiences in the Application of Software Process Improvement in SMEs*. *Software Quality Journal*, 2002. Vol. 10(3) November pp. 261-273.
- [3] Cater-Steel, A.P. *Low-rigour, Rapid Software Process Assessments for Small Software Development Firms*. 2004. Australian Software Engineering Conference (ASWEC'04). pp. 368-377.
- [4] Dyba, T., *An Empirical Investigation of the Key Factors for Success in Software Process Improvement*. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 2005. Vol. 31(3) May pp. 410-424.
- [5] ESI. *Europe Software Institute*. 2007. [www.esi.ca/en/main/itmark.html](http://www.esi.ca/en/main/itmark.html).
- [6] *Esprit Project Toward Organised Software Processes in SMEs. Esprit Project 27977 - TOPS*. 1999. <http://www.cordis.lu/esprit/src/27977.htm>.
- [7] Fayad, M.E., M. Laitinen, and R.P. Ward. *Software Engineering in the Small*. *Communications of the ACM*, 2000. Vol. 43(3) March pp. 115-118.
- [8] Fuggetta, A. *Software process: a roadmap*. 2000. International Conference on Software Engineering (ICSE). ACM Press. pp. 25-34.
- [9] Horvat, R.V., I. Rozman, and J. Györkös. *Managing the complexity of SPI in small companies*. *Software Process: Improvement and Practice*, 2000. Vol. 5(1) March pp. 45-54.
- [10] Hurtado, J., F. Pino, J. Vidal, C. Pardo, and L. Fernandez. *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*. 2007, Idea Group Inc.: USA. p. In press.
- [11] Johnson, D.L. and J.G. Brodman. *Tailoring the CMM for Small Businesses, Small Organizations, and Small Projects*, in *Elements of Software Process Assessment and Improvement*. 1999, IEEE CS Press. p. 239-259.
- [12] Mas, A. and E. Arnengual. *La mejora de los procesos de software en las pequeñas y medianas empresas (pyme). Un nuevo modelo y su aplicación en un caso real*. *Revista Española de Innovación Calidad e Ingeniería del Software (REICIS)*, 2005. Vol. 1(2) December pp. 7-29.
- [13] Mayer & Bunge. *Panorama de la Industria del Software en Latinoamérica*. Mayer & Bunge Informática LTDA. Brasil. 2004. [www.mbi.com.br/200409\\_panorama\\_industria\\_software\\_america\\_latina.pdf](http://www.mbi.com.br/200409_panorama_industria_software_america_latina.pdf)
- [14] McCaffery, F., I. Richardson, and G. Coleman. *Adept - A Software Process Appraisal Method for Small to Medium-sized Irish Software Development Organisations*. 2006. *European Systems & Software Process Improvement and Innovation (EuroSPI 2006)*. Joensuu, Finland. pp. 7.12-7.21.
- [15] Oktaba, H. *Método de Evaluación de procesos para la industria de software - EvalProSoft - Versión 1.1, Marzo de 2004. NMX-I-006/01 al 04-NYCE-2004*. Organismo nacional de normalización y evaluación de la conformidad - NYCE. Ciudad de México. 2004.
- [16] Oktaba, H. *Modelo de Procesos para la Industria de Software - MproSoft - Versión 1.3, Agosto de 2005. NMX-059/01-NYCE-2005*. Organismo nacional de normalización y evaluación de la conformidad - NYCE. Ciudad de México. 2005.
- [17] Paulk, M.C. *Using the Software CMM in Small Organizations*. 1998. *Proc. Joint 16th Pacific Northwest Software Quality Conf. and 8th Int'l Conf. Software Quality*. 350-360.
- [18] Pino, F., F. Garcia, and M. Piattini. *Revisión sistemática de mejora de procesos software en micro, pequeñas y medianas empresas*. *Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software (REICIS)*, 2006. Vol. 2(1) Abril pp. 6-23.
- [19] Pino, F., F. García, F. Ruiz, and M. Piattini. *A Lightweight Model for the Assessment of Software Processes*. 2006. *European Systems & Software Process Improvement and Innovation (EuroSPI 2006)*. Joensuu, Finland. pp. 7.1-7.12.
- [20] Saiedian, H. and N. Carr. *Characterizing a software process maturity model for small organizations*. *ACM SIGICE Bulletin*, 1997. Vol. 23(1) July pp. 2-11.
- [21] Scott, L., R. Jeffery, L. Carvalho, J. D'Ambrá, and P. Rutherford. *Practical Software Process Improvement - The IMPACT Project*. 2001. *Proceedings of the Australian Software Engineering Conference*. pp. 182-189.
- [22] SPIRE. *Software Process Improvement in Regions of Europe (SPIRE)*. *European Commission ESPRIT/ESSI Programme*. 1993. <http://www.cse.dcu.ie/spire/>.
- [23] Weber, K., E. Araújo, A. Rocha, Machado, D. Scalet, and C. Salviano. *Brazilian Software Process Reference Model and Assessment Method, in Computer and Information Sciences*. 2005, Springer Berlin / Heidelberg. p. 402-411.

