



13th Conference on Software Engineering and Databases

XIII Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos

Gijón (Spain), October 7-10 2008

EDITORS: Ana Moreira
María José Suárez-Cabal
Claudio de la Riva
Javier Tuya

**13th Conference
on Software Engineering
and Databases**

**XIII Jornadas
de Ingeniería del Software
y Bases de Datos**

Gijón (Spain), October 7-10 2008

EDITORS: Ana Moreira
María José Suárez-Cabal
Claudio de la Riva
Javier Tuya

Edita:
Ana Moreira
María José Suárez-Cabal
Claudio de la Riva
Javier Tuya

Filmación e impresión:
Gráficas Rigel

Depósito Legal:
AS - 5.236 - 08

ISBN:
978-84-612-5820-8

Volume Editors Details

Ana Moreira

Departamento de Informática
Faculdade de Ciências e tecnologia
Universidade Nova de Lisboa
2829-516 Caparica, Portugal
E-mail: amm@di.fct.unl.pt
URL: <http://ctp.di.fct.unl.pt/~amm/>

María José Suárez-Cabal

Departamento de Informática
Universidad de Oviedo
33204 Gijón, Spain
E-mail: cabal@uniovi.es

Claudio de la Riva

Departamento de Informática
Universidad de Oviedo
33204 Gijón, Spain
E-mail: claudio@uniovi.es
URL: <http://www.di.uniovi.es/~claudio/>

Javier Tuya

Departamento de Informática
Universidad de Oviedo
33204 Gijón, Spain
E-mail: tuya@uniovi.es
URL: <http://www.di.uniovi.es/~tuya/>

Preface

Celebrating 13 Years of JISBD

With the 2008 edition in Gijón (October 7 to 10), the Conference on Software Engineering and Databases (JISBD) celebrates 13 years of existence. Born as a forum where the Spanish community would publish their work, meet to discuss potential research collaborations and evaluate the progress of research projects funded by the Spanish Ministry of Science and Technology, JISBD has long since moved beyond its initial boundaries and crossed several oceans.

Presently, the conference has become an important reference for younger researchers, as well as a forum which the more experienced do not wish to miss. In recent years, JISBD has broadened its radius, accepting papers also in English and Portuguese, in addition to Spanish. This change, not only brought more conference participants, but also significantly increased the number of submissions and, principally, the quality of the submissions accepted.

The JISBD community is now self-sustained and continues to expand. The quality of work accepted is equivalent to that of other relevant international events. In recent years, it has been possible to edit a special volume of IEEE LA with extended versions of the best conference papers and this also is happening with the current edition. This special issue, together with the conference proceedings with ISBN, is a showcase of the quality of the work of JISBD.

One of the highlights of this conference has been the excellence of its keynote speakers. Many of the most admired international researchers and professionals have already been invited to address the JISBD participants.

Within this rich framework for scientific and technological interchange, the conference includes several satellite events. In addition to the presentation of high quality original papers in the main conference, the program includes tutorials, tool demonstrations and workshops for the discussion of innovative ideas and work in progress, as well as a forum to bring to a wider audience research work already published in prestigious journals or conference proceedings (with an acceptance rate below 25% and an impact factor above 0.5).

It is no exaggeration to claim that JISBD has been consolidating its position as a reference event where researchers and professionals of Software Engineering and Databases can get together to discuss results and share ideas. JISBD has become an important forum for collaboration between different strands and research groups, while continuing to offer its participants a well organized event with exceptional hospitality.

About this Edition

The increased global reach of JISBD is evident in the origin of papers received. This year, in addition to the two Iberian and ten Latin-American countries, submissions arrived also from China, France, Germany, India, Iran and Pakistan.

Of a total of 115 abstracts, 112 papers were submitted for review. Most papers were reviewed by three PC members, and several were reviewed by four. The program Committee accepted 30 full papers and selected 12 for presentation as short papers. The acceptance rate for full papers was approximately 25%.

The increasing success of the conference implies greater responsibilities in terms of guaranteeing independent judgement and ensuring compliance with international standards of ethics. For this reason, a greater effort has been made in recent years to avoid double submissions, a task made

more difficult by the fact that the conference accepts submissions in three languages. This year, three good papers were rejected due to double submission, in different languages to different events.

In addition to the accepted papers, the conference includes five workshops, one tutorial, nine tool demos, an industrial panel and also a forum to discuss important relevant work already published elsewhere.

A highlight of the conference is, without doubt, the excellence of the invited keynote speakers. This year is no exception and we are honoured indeed to receive Bashar Nuseibeh and Bran Selic.

Bashar Nuseibeh is an academic and researcher at the Open University in the UK and invited professor in various other universities, including Japan's National Institute of Informatics. Bashar chairs several international committees and is recognized also for industry work, including organizations such as the UK's National Air Traffic Services (NATS), Texas Instruments, Praxis Critical Systems, Philips Research Labs, and NASA.

Bran Selic was, for many years, a distinguished engineer and researcher at IBM, and currently heads a global consultancy based in Canada. He is internationally known for his work in large-scale industrial systems, and for his pioneering work in Model-Driven Development and Real-Time Embedded Systems.

Bashar's keynote is entitled "*The five W's (and one "H") of Security: ... Software Engineering of Secure Systems*" while Bran's is on "*Model-Based Software Engineering: Expected and Unexpected Challenges*".

Acknowledgements

A very special word of thanks is due to Bashar and Bran for having accepted my invitation and for sharing all the participants their knowledge, experience and refined wit. I sincerely hope JISBD was also for them a gratifying and unique experience.

Acknowledgements are due to a multitude of collaborators without whom the conference could not have been a success. Firstly, the paper authors for the trust placed in the quality of JISBD as a conference that merited their submissions. Secondly, to the PC members, whose diligent review work ensured that the authors' trust continues to be justified.

For managing the submission and review process, I was fortunate to have the constant help of Juan Hernández and José Javier Berrocal; they were my guardian angels, constantly alert to deadlines and ready to help as necessary. A special thanks for the contribution of my "Executive Program Committee", Antonio Vallecillo, Juan Hernández, Miguel Toro, Vicente Pelechano and Xavier Franch.

Acknowledgement is due to the main conference organizers, especially to Javier Tuya and his co-chair, Claudio de la Riva, for their efficient handling of the numerous tasks that a conference of this size and quality entails. Thanks also to those responsible for the satellite events (in alphabetical order), António Rito Silva, Antonio Vallecillo, Gustavo Rossi, João Araújo, João Falcão e Cunha, José Berrocal, José Corrales, José García-Fanjul, João Miguel Fernandes, Lidia Fuentes and María José Suárez-Cabal.

Finally, a special word of thanks to the sponsors of this conference, without whose contribution the event would have been somewhat less charming (not to mention gastronomically less satisfying).

Ana Moreira
Program Committee Chair

Prefácio

Celebrando 13 Anos de JISBD

Com a edição de 2008 em Gijón (7-10 Outubro), a Conferência em Engenharia de Software e Bases de Dados (JISBD) celebra 13 anos de existência. Apesar de ter nascido como um fórum onde a comunidade espanhola publicava os seus trabalhos e se reunia para discutir potenciais colaborações futuras de investigação, e até avaliar o estado de andamento dos projectos de investigação financiados pelo Ministério da Ciência e Tecnologia espanhola, há muito que extravasou essas fronteiras e cruzou oceanos.

Actualmente o JISBD é um marco importante na investigação dos mais jovens, mas também um fórum que os mais seniores não querem perder. Nos últimos anos a conferência abriu-se para o mundo inteiro, aceitando artigos escritos em Inglês, Espanhol e Português. Esta viragem trouxe não só mais participantes à conferência, mas também um aumento significativo do número de trabalhos submetidos e, principalmente, um aumento na qualidade desses trabalhos.

A comunidade do JISBD é agora auto-sustentada e em contínua expansão. A qualidade dos trabalhos aceites é equiparada à de muitos outros eventos internacionais de relevo. Por este motivo, nos últimos anos, foi-nos possível editar um volume especial no IEEE LA com uma versão estendida dos melhores trabalhos da conferência, o que acontecerá também nesta edição. Este volume, em conjunto com as actas formais da conferência com ISBN, é uma mostra da qualidade do trabalho que aqui se discute.

Uma das características de excelência desta conferência tem sido, desde sempre, o gabarito dos seus palestrantes convidados. É um prazer ver que muitos dos mais admirados investigadores e profissionais internacionais já foram convidados a falar para os participantes do JISBD.

Neste enquadramento fecundo para divulgação científica e tecnológica, a conferência inclui vários eventos satélite. Além dos artigos seleccionados para apresentação na conferência, o programa inclui ainda tutoriais, demonstrações de ferramentas, workshops para discussão de ideias inovadores e trabalhos em andamento, assim como um evento para a disseminação de trabalho de investigação já publicado em revistas e actas de conferências de grande prestígio (onde o índice de aceitação é inferior a 25% e o factor de impacto superior a 0.5).

Assim, não é excessivo afirmar que o JISBD se tem vindo a consolidar como um evento de referência onde investigadores e profissionais em Engenharia de Software e Bases de Dados se encontram para discutir, disseminar e trocar ideias, partilhar experiências e resultados entre diversos sectores e grupos de investigação, num contexto de excelente organização e invulgar hospitalidade.

Sobre esta Edição

A atestar o crescimento e internacionalização do JISBD está a origem dos artigos que nos chegaram. Este ano, a nacionalidade dos autores foi surpreendentemente diversificada, pois para além dois países Ibéricos e de dez países Latino-Americanos, recebemos trabalhos também da Alemanha, China, França, Índia, Irão e Paquistão.

O número total de resumos foi de 115, sendo que destes, 112 artigos foram submetidos para avaliação. Cada artigo foi avaliado por pelo menos três revisores, sendo que vários foram avaliados por quatro. O Comité de Programa aceitou 30 artigos longos e escolheu 12 para apresentação como artigos curtos. Assim, o índice de aceitação de artigos longos foi de cerca de 25%.

Este sucesso acarreta responsabilidades acrescidas em garantir a independência de julgamentos e em fazer cumprir a ética e as normas internacionais. É por este motivo que, nos últimos anos, se

tem feito um esforço muito grande para evitar submissões duplicadas, tarefa nem sempre fácil para os membros do Comitê de Programa, já que a conferência aceita três línguas de escrita. Este ano foram rejeitados três bons artigos avaliados como de submissão duplicada, em duas línguas, para eventos diferentes.

Para além dos artigos seleccionados, a conferência conta também com a organização de cinco *workshops*, um *tutorial*, nove demonstrações de ferramentas, um painel industrial e ainda um fórum onde se discutem trabalhos de relevo já publicados em revistas ou outras conferências.

Mas sem dúvida que os momentos mais altos da conferência são sempre marcados pelo admirável conjunto de palestrantes convidados. Este ano tivemos a sorte de receber Bashar Nuseibeh e de Bran Selic.

Bashar Nuseibeh é um académico e investigador da Open University, na Inglaterra, e professor convidado em várias outras universidades, incluindo o Instituto Japonês de Informática. Bashar preside vários comités internacionais e é admirado também pelo seu trabalho para a indústria, que inclui organizações como o National Air Traffic Services (NATS) do Reino Unido, Texas Instruments, Praxis Critical Systems, Philips Research Labs, e a NASA.

Bran Selic foi durante umas dezenas de anos engenheiro e investigador distinguido da IBM e actualmente preside uma empresa de consultoria internacional sediada no Canadá. É conhecido mundialmente pelos seus trabalhos em sistemas de larga escala industrial e também pelo seu pioneirismo nas áreas de desenvolvimento orientado a modelos e sistemas embutidos de tempo real.

A palestra do Bashar é intitulada “*The five W’s (and one “H”) of Security: ... Software Engineering of Secure Systems*”, enquanto que a do Bran é sobre “*Model-Based Software Engineering: Expected and Unexpected Challenges*”.

Agradecimentos

Uma palavra especial de agradecimento ao Bashar e ao Bran por terem aceite o meu convite e por brindarem todos os participantes com a sua experiência, conhecimento e refinado sentido de humor. Espero que o JISBD tenha sido também para eles uma experiência agradável e diferente.

Agradecimentos são justamente devidos ao grande número de colaboradores, sem o contributo dos quais, a conferência não poderia ter tido êxito. Aos autores, claro, por confiarem na qualidade do JISBD e submeterem, por isso, os seus trabalhos. Aos membros do Comitê de Programa cujas revisões asseguram que essa confiança continua a justificar-se.

Para gerir o sistema de submissão, contei com o apoio incondicional do Juan Hernández e do José Javier Berrocal. Eles foram os meus “anjos da guarda”, sempre atentos a todos os prazos e prontos a dar todas as explicações. Um agradecimento particular ao contributo meu “Comitê Executivo de Programa”, Antonio Vallecillo, Juan Hernández, Miguel Toro, Vicente Pelechano e Xavier Franch. Obrigada pelo vosso apoio e sugestões.

Obrigada aos organizadores principais da conferência, em especial ao Javier Tuya, e ao seu vice-presidente, Claudio de la Riva, pela gestão eficaz das inúmeras tarefas que uma conferência desta dimensão exige. Um agradecimento é ainda devido, e por ordem alfabética, aos responsáveis dos eventos satélite, António Rito Silva, Antonio Vallecillo, Gustavo Rossi, João Araújo, João Falcão e Cunha, José Berrocal, José Corrales, José García-Fanjul, João Miguel Fernandes, Lidia Fuentes e María José Suárez-Cabal.

Finalmente, um agradecimento aos patrocinadores da conferência, sem o contributo de quem o evento teria tido menos charme (e uma gastronomia muito menos requintada).

Ana Moreira
Presidente do Comitê de Programa

Prefacio

Con esta edición 2008 en Gijón (7 al 10 de Octubre), las Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos (JISBD) celebra 13 años de existencia. JISBD nació como un foro donde la comunidad española publicaba su trabajo, discutía potenciales colaboraciones en investigación y evaluaba el progreso de los proyectos de investigación financiados por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, y en la actualidad ha traspasado fronteras y cruzado varios océanos.

Actualmente, la conferencia es una referencia importante para jóvenes investigadores, así como un foro de cita obligada para investigadores más experimentados. Durante los últimos años, JISBD se ha abierto al mundo, aceptando artículos en Inglés y Portugués, además de Castellano. Este cambio no solamente se ha traducido en más participantes, sino que ha incrementado significativamente el número de artículos enviados, y principalmente, la calidad de los artículos aceptados.

La comunidad JISBD está actualmente auto sustentada y continúa expandiéndose. La calidad de los trabajos aceptados es equivalente al de otros eventos internacionales relevantes. Durante los últimos años, ha sido posible editar un volumen especial de IEEE LA con versiones ampliadas de los mejores trabajos presentados en la conferencia, lo que sucederá también en la presente edición. Este volumen especial, junto con las actas de la conferencia con ISBN, es una muestra de la calidad de los trabajos de JISBD.

Una de las características más sobresalientes de la conferencia ha sido la calidad de los ponentes invitados. Varios investigadores y profesionales de reconocido prestigio internacional han sido invitados a participar como ponentes en JISBD.

Dentro de este marco científico y tecnológico, la conferencia incluye varios eventos relacionados. Además de la presentación de artículos originales de alta calidad en la conferencia principal, el programa incluye tutoriales, demostraciones de herramientas, talleres para la discusión de ideas innovadoras y trabajos en curso, así como la divulgación de trabajos de investigación publicados en revistas y conferencias de prestigio (con un ratio de aceptación por debajo del 25% y un factor de impacto por encima de 0,5).

No es una exageración afirmar que JISBD ha consolidado su posición como un evento de referencia donde investigadores y profesionales de la Ingeniería del Software y las Bases de Datos se reúnen para discutir resultados y compartir ideas. JISBD se ha convertido en un foro importante para la colaboración entre diferentes sectores y grupos de investigación, en un contexto de excelente organización y excepcional hospitalidad.

Sobre la presente edición

El crecimiento e internacionalización de JISBD se hace evidente analizando el origen de los artículos recibidos. En la presente edición, además de los artículos recibidos de los dos países de la Península Ibérica y los diez países Latinoamericanos, se han recibido artículos de China, Francia, Alemania, India, Irán y Pakistán.

De un total de 115 resúmenes previamente recibidos, finalmente se recibieron 112 artículos para su revisión. La mayoría de los artículos fueron revisados por tres miembros del Comité de Programa y varios por cuatro. El Comité de Programa aceptó 30 artículos largos y seleccionó 12 para su presentación como artículos cortos. El ratio de aceptación para los artículos largos fue de aproximadamente el 25%.

El éxito de la conferencia implica grandes responsabilidades en términos de garantizar la independencia de las revisiones y el cumplimiento de los estándares internacionales de ética. Por esta razón, durante los últimos años se ha realizado un mayor esfuerzo en aras de evitar envíos duplicados, una tarea especialmente dificultosa, ya que la conferencia acepta envíos en tres idiomas. En la

presente edición tres artículos fueron rechazados debido al doble envío en diferentes idiomas para diferentes eventos.

Además de los artículos aceptados, la conferencia incluye cinco talleres, un tutorial, nueve demostraciones de herramientas y foro para la discusión y divulgación de trabajos relevantes previamente publicados, así como una mesa redonda de carácter industrial.

Una característica importante de la conferencia es, sin ninguna duda, la excelencia de los ponentes invitados. La presente edición no es una excepción y estamos orgullosos de contar con la presencia de Bashar Nuseibeh y Bran Selic.

Bashar Nuseibeh es académico e investigador en la Open University del Reino Unido y profesor invitado en otras muchas universidades, incluyendo el Instituto Nacional Japonés de Informática. Bashar preside varios comités internacionales y está reconocido igualmente por su trabajo industrial, incluyendo organizaciones tales como el Servicio Nacional de Tráfico Aéreo del Reino Unido (NATS), Texas Instruments, Praxis Critical Systems, Philips Research Labs y la NASA.

Bran Selic fué durante varios años un destacado ingeniero e investigador en IBM y actualmente lidera una consultora internacional con sede en Canadá. Es internacionalmente conocido por su trabajo en sistemas industriales a gran escala y por su trabajo pionero en Desarrollo Dirigido por Modelos y Sistemas Empotrados en Tiempo Real.

La conferencia de Bashar se titula *“The five W’s (and one “H”) of Security: ... Software Engineering of Secure Systems”* y la de Bran *“Model-Based Software Engineering: Expected and Unexpected Challenges”*.

Agradecimientos

Un agradecimiento especial es para Bashar y Bran por haber aceptado mi invitación y por compartir con todos los participantes sus conocimientos, experiencia y refinado sentido del humor.

Agradecimientos también para la multitud de colaboradores sin los cuales el éxito de la conferencia no habría sido posible. En primer lugar, para los autores de los artículos por confiar en la calidad de JISBD y enviar sus trabajos. En segundo lugar, para los miembros del Comité de Programa, cuyas revisiones aseguran la calidad de los trabajos.

Para el proceso de gestión y revisión de los trabajos recibidos, fui afortunada por tener la ayuda constante de Juan Hernández y José Javier Berrocal. Ellos fueron mis ángeles guardianes, alertándome constantemente de las fechas límite y siempre preparados para ayudarme cuando lo necesitaba. Agradecimientos especiales por la contribución de mi “Comité de Programa Ejecutivo”, Antonio Vallecillo, Juan Hernández, Miguel Toro, Vicente Pelechano y Xavier Franch.

Agradecimientos también para los organizadores de la conferencia principal, especialmente al presidente del comité organizador Javier Tuya y su vicepresidente Claudio de la Riva, por su manejo eficiente de las numerosas tareas que una conferencia de este tamaño y calidad conllevan. Agradecimientos también para los responsables de los eventos relacionados (en orden alfabético) António Rito Silva, Antonio Vallecillo, Gustavo Rossi, João Araújo, João Falcão e Cunha, José Berrocal, José Corrales, José García-Fanjul, João Miguel Fernandes, Lidia Fuentes y María José Suárez-Cabal.

Finalmente, palabras especiales de agradecimiento para los patrocinadores de la conferencia, sin cuya contribución el evento habría sido menos encantador (y con una gastronomía menos refinada).

Ana Moreira
Presidenta del Comité de Programa

Conference Committee

Program Committee Chair

Ana Moreira (Univ. Nova de Lisboa, Portugal)

Organizing Chair

Javier Tuya (Univ. Oviedo, Spain)

Organizing Co-Chair

Claudio de la Riva (Univ. Oviedo, Spain)

Permanent Committee Secretary

Mario Piattini (Univ. Castilla-La Mancha, Spain)

Tutorial Chair

António Rito Silva (Univ. Técnica Lisboa, Portugal)

Workshop Chair

João Araújo (Univ. Nova de Lisboa, Portugal)

Tool Demonstrations Chair

Lidia Fuentes (Univ. Málaga, Spain)

Relevant Papers Dissemination Chairs

Antonio Vallecillo (Univ. Málaga, Spain)

João Falcão Cunha (Univ. Porto, Portugal)

Proceedings Chair

María José Suárez-Cabal (Univ. Oviedo, Spain)

Cyber Chair

Jose Javier Berrocal (Univ. Extremadura, Spain)

Web Chair

José A. Corrales (Univ. Oviedo, Spain)

Publicity Chairs

Gustavo Rossi (Univ. La Plata, Argentina)

José García-Fanjul (Univ. Oviedo, Spain)

João Miguel Fernandes (Univ. Minho, Portugal)

Organizing Committee (Univ. Oviedo, Spain)

Javier Tuya
Claudio de la Riva
José García-Fanjul
Isabel Sevilla
María José Suárez-Cabal
José Ramón de Diego
Raquel Blanco
Eugenia Díaz Fernández
José A. Corrales
Marta Fernández de Arriba

SISTEDES Executive Board

President

Miguel Toro (Univ. Sevilla, Spain)

Vice President

Juan José Moreno (Univ. Polit. Madrid, Spain)

Secretary

Nieves R. Brisaboa (Univ. Coruña, Spain)

Treasurer

Javier Tuya (Univ. Oviedo, Spain)

Members

Pere Botella (Univ. Polit. Catalunya, Spain)
Ricardo Peña (Univ. Complutense Madrid, Spain)
Coral Calero (Univ. Castilla-La Mancha, Spain)
Manuel Hermenegildo (Univ. Polit. Madrid, Spain)
Ernesto Pimentel (Univ. Málaga, Spain)
María Ribera Sancho (Univ. Polit. Catalunya, Spain)
Natalia Juristo (Univ. Polit. Madrid, Spain)
Salvador Lucas (Univ. Polit. Valencia, Spain)

Submission and Review Support System (Quercus Software Engineering Group)

Javier Berrocal (Univ. Extremadura, Spain)
Juan Hernández (Univ. Extremadura, Spain)

Secretariat

Fundación Universidad de Oviedo
C/ Principado 3, 4ª Planta
33007 Oviedo, Spain.
Tel: 34-985104927
Fax: 34-985104928

Executive Program Committee

Xavier Franch (Univ. Polit. Catalunya, Spain)
Juan Hernández (Univ. Extremadura, Spain)
Vicente Pelechano (Univ. Polit. Valencia, Spain)
Antonio Vallecillo (Univ. Málaga, Spain)
Miguel Toro (Univ. Sevilla, Spain)
Javier Tuya (Univ. Oviedo, Spain)

Program Committee

Albert Abelló (Univ. Polit. Catalunya, Spain)
Ana Paula Afonso (Univ. Lisboa, Portugal)
Ademar Aguiar (Univ. Porto, Portugal)
Jesús Aguilar (Univ. Sevilla, Spain)
José Aldana (Univ. Málaga, Spain)
Mauricio Alférez (U. Nova de Lisboa, Portugal)
Bárbara Álvarez (Univ. Polit. Cartagena, Spain)
Raquel Anaya (Univ. EAFIT, Colombia)
María José Aramburu (Univ. Jaume I, Spain)
Hernán Astudillo (U. T. Federico Santa María, Chile)
Orlando Belo (Univ. do Minho, Portugal)
Rafael Berlanga (Univ. Jaume I, Spain)
Paulo Borba (Univ. Federal Pernambuco, Brazil)
Pere Botella (Univ. Polit. Catalunya, Spain)
Rosana Braga (Univ. São Paulo, Brazil)
Nieves Brisaboa (Univ. Coruña, Spain)
Isabel Brito (Inst. Polit. Beja, Portugal)
Fernando Brito e Abreu (U. Nova de Lisboa, Portugal)
Coral Calero (Univ. Castilla-La Mancha, Spain)
Marcelo Campo (UNICEN, Argentina)
Carlos Canal (Univ. Málaga, Spain)
Valeria de Castro (Univ. Rey Juan Carlos, Spain)
Matilde Celma (Univ. Polit. Valencia, Spain)
Christina Chávez (Univ. Bahia, Brazil)
Rafael Corchuelo (Univ. Sevilla, Spain)
Dolors Costal (Univ. Polit. Catalunya, Spain)
Yania Crespo (Univ. Valladolid, Spain)
Carlos Delgado (Univ. Carlos III, Spain)
Oscar Díaz (Univ. País Vasco, Spain)
Javier Dolado (Univ. País Vasco, Spain)
Xavier Franch (Univ. Polit. Catalunya, Spain)
Pablo de la Fuente (Univ. Valladolid, Spain)
Mario Gaspar da Silva (Univ. Lisboa, Portugal)
Alessandro García (Univ. Lancaster, UK)
Marcela Genero (Univ. Castilla-La Mancha, Spain)
Cristina Gómez (Univ. Polit. Catalunya, Spain)
Jaime Gómez (Univ. Alicante, Spain)
Alfredo Goñi (Univ. País Vasco, Spain)
Silvia Gordillo (UNLP, Argentina)
Pedro Guerreiro (Univ. Algarbe, Portugal)
Juan Hernández (Univ. Extremadura, Spain)
Jon Iturrioz (Univ. País Vasco, Spain)
Elena Jurado (Univ. Extremadura, Spain)
Natalia Juristo (Univ. Polit. Madrid, Spain)
Miguel Katrib (Grupo WEBOO, Cuba)
María Lencastre (Univ. Pernambuco, Brazil)
Antonia Lopes (Univ. Lisboa, Portugal)
Adolfo Lozano (Univ. Extremadura, Spain)
Esperanza Marcos (Univ. Rey Juan Carlos, Spain)
Henrique Madeira (Univ. Coimbra, Portugal)
Eduardo Mena (Univ. Zaragoza, Spain)
Ana María Moreno (Univ. Polit. Madrid, Spain)
Juan José Moreno (Univ. Polit. Madrid, Spain)
Juan Manuel Murillo (Univ. Extremadura, Spain)
Oscar Pastor (Univ. Polit. Valencia, Spain)
Vicente Pelechano (Univ. Polit. Valencia, Spain)
Marcelo Pimenta (Univ. F. Rio Grande do Sul, Brazil)
Ernesto Pimentel (Univ. Málaga, Spain)
Mónica Pinto (Univ. Málaga, Spain)
Ángeles Places (Univ. Coruña, Spain)
Antonio Polo (Univ. Extremadura, Spain)
Claudia Pons (UNICEN, Argentina)
Tom Price (Univ. F. Rio Grande do Sul, Brazil)
Carme Quer (Univ. Polit. Catalunya, Spain)
Celia Ramos (Univ. Algarbe, Portugal)
Isabel Ramos (Univ. Sevilla, Spain)
Isidro Ramos (Univ. Polit. Valencia, Spain)
Claudio de la Riva (Univ. Oviedo, Spain)
José Riquelme (Univ. Sevilla, Spain)
José Luis Roda (Univ. La Laguna, Spain)
María José Rodríguez Fortis (Univ. Granada, Spain)
José Raúl Romero (Univ. Córdoba, Spain)
Antonio Ruiz (Univ. Sevilla, Spain)
Francisco Ruiz (Univ. Castilla-La Mancha, Spain)
José Samos (Univ. Granada, Spain)
Fernando Sánchez (Univ. Extremadura, Spain)
Juan Sánchez (Univ. Polit. Valencia, Spain)
Carla Silva (Univ. F. Pernambuco, Brazil)
Ernest Teniente (Univ. Polit. Catalunya, Spain)
Miguel Toro (Univ. Sevilla, Spain)
Ambrosio Toval (Univ. Murcia, Spain)
Juan Carlos Trujillo (Univ. Alicante, Spain)
Toni Urpi (Univ. Polit. Catalunya, Spain)
Antonio Vallecillo (Univ. Málaga, Spain)
Belén Vela (Univ. Rey Juan Carlos, Spain)

Referees

Álvaro E. Prieto Ramos
Amador Durán Toro
André L. Santos
Andrea Delgado
Ángel Herranz
Angélica Caro
Anna Grimán Padua
Antonio Jesús Roa Valverde
Antônio Oliveira Filho
Antonio Ruiz-Cortés
Arturo Zambrano
Carlos Bobed
Carlos D. Barranco González
Carlos Enrique Cuesta Quintero
Carlos Neil
Cecilia Delgado Negrete
César J. Acuña
Claudio Sant' Anna
Cristina Vicente Chicote
Daniel Rodríguez
Dante Carrizo
Diana Marcela Sánchez
Diego Alonso Cáceres
Diego Seco Naveiras
Domingo Savio Rodríguez Baena
Eduardo Rodríguez López
Elisa Yumi Nakagawa
Ellen Francine Barbosa
Encarna Sosa Sánchez
Fernando Molina Molina
Fran J. Ruiz Bertol
Francisco Javier Lucas Martínez
Francisco Luís Gutiérrez Vela
Francisco Martínez Álvarez
Ignacio García Rodríguez de Guzmán
Ismael Caballero
Ismael Navas Delgado
Ismael Sanz Blasco
Javier Pérez García
Joaquín Lasheras
Joaquín Nicolás
Jorge Gracia
Jorge Martínez Gil
José María Cavero Barca
Juan Ángel Pastor Franco
Juan M. Vara
Juan Manuel Pérez Martínez
Manuel Ángel Serrano Martín
Manuel Resinas
Márcio de Medeiros Ribeiro
Marcirio Chaves
Marcos López Sanz
Mari Carmen Otero
María Esperanza Manso Martínez
María Luisa Rodríguez Almendros
María Teresa Gómez López
María Visitación Hurtado Torres
Martin Solari
Miguel Ángel Laguna Serrano
Miguel Ángel Martínez
Miguel Rodríguez Luaces
M^a Ángeles Moraga de la Rubia
Nuno Cardoso
Orlando Avila-García
Oscar Dieste
Óscar Pedreira Fernández
Othmane Chniber
Pablo Inostroza
Pablo Trinidad
Paloma Cáceres García de Marina
Pedro Sánchez Palma
Raquel M. Crespo García
Raquel Trillo Lado
Roberto Almeida Bittencourt
Roberto Rodríguez Echeverría
Roberto Ruiz
Rui Lopes
Sascha Ossowski
Sergio Ilarri Artigas
Vicente Luque Centeno

Sponsors



Ayuntamiento de Gijón



GOBIERNO DEL
PRINCIPADO DE ASTURIAS



INTERSYSTEMS



Table of Contents¹

Keynote Address 1

The five W's (and one "H") of Security: Software Engineering of Secure Systems	1
<i>Bashar Nuseibeh</i>	

Aspects

Analysis of Modularity by an Aspect-Oriented Measurement Process.....	3
<i>José Conejero, Juan Hernández, Elena Jurado, Klaas Berg</i>	

Process Engineering

Automating the Software Process Management.....	15
<i>Javier Berrocal, José Manuel García, Juan Manuel Murillo</i>	

Software Product Lines

Generación Automática de Casos de Prueba en Líneas de Producto	27
<i>Pedro Mateo, Beatriz Lamanha, Macario Usaola</i>	
Gestión de la Variabilidad de los Requisitos de Seguridad en Líneas de Producto	39
<i>Daniel Mellado, Eduardo Fernandez-Medina, Mario Piattini</i>	

¹ The section headings below correspond to the conference program, but do not include all the presentations in each conference session (where short papers and dissemination papers on the same topic also were included). Thus, the sections here all contain fewer papers than the corresponding conference session; the short papers are listed separated in this volume, followed by a chapter with an overview of the dissemination papers.

Information Engineering

Clasificación de Imágenes en el Sistema Qatris Imanager Mediante Regresión Logística Bayesiana	51
<i>Inés Horrillo, Manuel Barrena</i>	
Efficient Retrieval of Ontology Fragments Using an Interval Labeling Écheme ...	63
<i>Victoria Romero, Rafael Llavori</i>	
Un Modelo para el Análisis y Explotación de Información Cognitiva en Repositorios Documentales	75
<i>Miguel A. Martínez-Prieto, Joaquín Adiego, Pablo de la Fuente</i>	
Un Sistema de Consulta sobre Documentos Transformados con LZCS.....	87
<i>Joaquín Adiego, Gonzalo Navarro, Pablo de la Fuente</i>	

Model Engineering

Análisis de Series Temporales Dirigido por Modelos Conceptuales sobre Datos Multidimensionales.....	99
<i>Jose Zubcoff, Jesús Pardillo, Juan Trujillo</i>	
Una Aproximación Dirigida por Modelos para el Desarrollo de Esquemas XML.....	111
<i>Verónica Bollati, Juan Vara, Belén Vela, Esperanza Marcos</i>	
Generación de Metadatos OLAP Dirigida por Modelos sobre Almacenes de Datos	123
<i>Juan Trujillo, Jesús Pardillo, Jose-Norberto Mazón</i>	

Formal Methods

Modelling Mash-up Resources	135
<i>Iván Pérez, Ángel Herranz, Susana Muñoz, Juan Moreno-Navarro</i>	
Optimizando el Funcionamiento del Algoritmo FOIL	147
<i>Pablo Palacios, José Arjona, José Álvarez, Iñaki Fernández de Viana</i>	
Towards the Correctness Verification of Business Processes Modelled with UML.....	159
<i>Luis Mendoza, Manuel Capel, Kawtar Akhlaki</i>	

Maintenance and Testing

Agil_MANTEMA: Una Metodología de Mantenimiento de Software para Pequeñas Organizaciones	171
<i>Francisco Pino, Francisco Ruiz, Jorge Triñanes, Félix García, Mario Piattini</i>	
Priorización del Valor de Artefactos Software Basada en la Frecuencia de Uso..	183
<i>Daniel Cabrero, Javier Garzas, Mario Piattini</i>	
Identificación de Fallos en Módulos Software	195
<i>José Riquelme, Roberto Ruiz, Daniel Rodríguez</i>	

Data Mining, Data Streaming and Datawarehouses

Hacia la Implementación Automática de Almacenes de Datos Seguros en Herramientas OLAP.....	205
<i>Carlos Blanco, Ignacio García-Rodríguez de Guzmán, Eduardo Fernández-Medina, Juan Trujillo, Mario Piattini</i>	
Una aproximación Basada en Diagramas de Actividades de UML para el Modelado Conceptual de Procesos ETL en Almacenes de Datos.....	217
<i>Lilia Muñoz, Jose-Norberto Mazón, Jesús Pardillo, Juan Trujillo</i>	
MeCADI*: un Marco Orientado a Objetivos para el Modelado de la Calidad en Almacenes de Datos.....	229
<i>Cristina Cachero, Jesús Pardillo, Jose-Norberto Mazón, Juan Trujillo</i>	

Reengineering and Software Modernization

Reverse Engineering of Object-Relational Database Schemas	241
<i>Jordi Cabot, Cristina Gómez, Elena Planas, M. Elena Rodríguez</i>	

Quality, Measurement & Estimation of Products & Processes

Una Metodología Basada en ISO/IEC 15939 para la Elaboración de Planes de Medición de Calidad de Datos.....	253
<i>Eugenio Verbo, Ismael Caballero, Ricardo Pérez, Coral Calero, Mario Piattini</i>	
Metodologías para Definir Programas de Medición en PyMEs: El Marco MIS-PyME.....	265
<i>María Díaz-Ley, Félix García, Mario Piattini</i>	

Visualización de la Usabilidad de Componentes Software.....	275
<i>M^a Ángeles Moraga, Sergio Susín, Virginia Arcos, Coral Calero</i>	
Aportaciones de una Visualización Metafórica al Análisis de Proyectos Software	287
<i>Amaia Aguirregoitia, J.Javier Dolado</i>	
Aplicación de las Técnicas de Modelado y Simulación en la Gestión de la Capacidad de los Servicios TI.....	299
<i>Elena Orta Cuevas, Mercedes Ruiz Carreira, Miguel Toro Bonilla</i>	
Measure Assessment for Heterogeneous XML Collections.....	311
<i>María Pérez Catalán, Ismael Sanz, Rafael Berlanga</i>	

Requirements Engineering

Revisiones Sistemáticas: Recomendaciones para un Proceso Adecuado a la Ingeniería del Software	321
<i>Oscar Dieste, Anna Grimán, Marta López</i>	
Metodologías Ágiles desde la Perspectiva de la Especificación de Requisitos Funcionales y No-Funcionales	333
<i>Pilar Rodríguez, Agustín Yagüe, Pedro Alarcón, Juan Garbajosa</i>	
Metamodelo y Perfil UML para el Modelado Orientado a Metas de Requisitos Medibles.....	345
<i>Fernando Molina, Cristina Cachero, Jesús Pardillo, Ambrosio Toval</i>	

Keynote Address 2

Model-Based Software Engineering: Expected and Unexpected Challenges.....	357
<i>Bran Selic</i>	

Short Papers

AAJ: Un Lenguaje de Descripción Arquitectónica Orientado a Aspectos.....	361
<i>María Boton, Amparo Navasa</i>	
An Ontology for IT Services	367
<i>Jorge Freitas, Anacleto Correia, Fernando Abreu</i>	

Construcción de Modelos Lógicos Multidimensionales Seguros para su Implementación en Herramientas OLAP Mediante MDA y QVT	373
<i>Carlos Blanco, Ignacio García-Rodríguez de Guzmán, Eduardo Fernández-Medina, Juan Trujillo, Mario Piattini</i>	
Desarrollo de Almacenes de Datos Espacio Temporales Dirigido por Modelos ..	379
<i>Octavio Glorio, Juan Trujillo</i>	
Generating Domain Specific Aspect Code for Navigation from Platform Specific Models in MWACSL.....	385
<i>Antonia M. Reina Quintero, Miguel Toro Bonilla, Jesús Torres Valderrama</i>	
Zentipede: Una Contribución a la Renovación de la Gestión del Proceso Software	391
<i>José Manuel García Alonso, José Javier Berrocal, Juan Manuel Murillo Rodríguez</i>	
Hacia la Definición de un Simulador para la Enseñanza de la Elicitación de Requisitos en el Contexto del Desarrollo Global del Software	417
<i>Miguel Romero, Aurora Vizcaino, Mario Piattini</i>	
Un Marco de Referencia para Comparar ESBs desde la Perspectiva de la Integración de Aplicaciones.....	403
<i>Rafael Corchuelo, Rafael Frantz, Jesús González</i>	
Refactorizaciones en la Migración del Software.....	409
<i>Rául Marticorena, Yania Crespo, Carlos López</i>	
Diseño Evolutivo de Bases de Datos XML	415
<i>Carlos Nilo, Cecilia Reyes, Jose Marti</i>	
Impacto de las Multiplicidades en la Resolución de Problemas de Sumarizabilidad para OLAP	421
<i>Jose-Norberto Mazón, Jens Lechtenbörger, Juan Trujillo</i>	

Workshops, Tutorials, Demos and Dissemination

Workshops.....	427
<i>João Araújo</i>	
Tutorials	429
<i>António Rito Silva</i>	

Tool Demonstrations	431
<i>Lidia Fuentes</i>	
ActiveRulesDBX – Ferramenta para Execução de Regras a partir da Detecção de Eventos Temporais.....	433
<i>Eugênio de O. Simonetto, Jéferson Kasper, Giovanni R. Librelotto</i>	
Deriving AO Software Architectures using the AO-ADL Tool Suite	437
<i>Mónica Pinto, Lidia Fuentes, Luis Fernández, Juan A. Valenzuela</i>	
ESFORA: a tool for the dEfinition of domain SPecific OpeRation languages.....	441
<i>David Musat, Jennifer Pérez, Pedro P. Alarcón, Agustín Yagüe</i>	
FAMA Framework	445
<i>Pablo Trinidad, David Benavides, Antonio Ruiz-Cortés, Sergio Segura</i>	
ProSÉ: A Protégé plugin for Reusing Ontologies, Safe and Économique	449
<i>Ernesto Jiménez-Ruiz, Bernardo Cuenca Grau, Ulrike Sattler Thomas Schneider, Rafael Berlanga</i>	
REMM-Studio+: Extensiones para Modelar Variabilidad y Permitir la Reutilización de Requisitos	453
<i>Begoña Moros, Cristina Vicente-Chicote, Ambrosio Toval</i>	
RUX-Tool: Una herramienta CASE para el modelado y la generación automática de Interfaces de Usuario para RIA	457
<i>Marino Linaje, Juan Carlos Preciado, Fernando Sánchez-Figueroa Rober Morales-Chaparro, David Gordillo, Fernando Sánchez-Herrera</i>	
StateML+: Diseño, Validación y Generación de Código Ada para Máquinas de Estado Jerárquicas	461
<i>Diego Alonso, Cristina Vicente-Chicote, Bárbara Álvarez</i>	
Relevant Papers Dissemination	465
<i>Antonio Vallecillo, João Falcão Cunha</i>	
Feature Oriented Model Driven Development: A Case Study for Portlets.....	467
<i>Salvador Trujillo, Don Batory, Oscar Díaz</i>	
DEX: High-Performance Exploration on Large Graphs for Information Retrieval.....	69
<i>Norbert Martínez-Bazan, Victor Muntés-Mulero, Sergio Gómez-Villamor, Jordi Nin, Mario-A. Sánchez-Martínez, Josep-L. Larriba-Pey</i>	
Determining Criteria for Selecting Software Components: Lessons Learned	471
<i>Juan Pablo Carvallo, Xavier Franch, Carme Quer</i>	

Engineering Rich Internet Application User Interfaces over Legacy Web Models	473
<i>Marino Linaje, Juan Carlos Preciado, Fernando Sánchez-Figueroa</i>	
Guideliness for Eliciting Usability Functionalities	475
<i>Natalia Juristo, Ana María Moreno, Maria-Isabel Sánchez-Segura</i>	
From Wrapping to Knowledge	477
<i>José Luis Arjona, Rafael Corchuelo, David Ruiz, Miguel Toro</i>	
Introducing Structure Management in Automatic Reference Resolution: An XML-based Approach	479
<i>M. Mercedes Martínez-González, Pablo de la Fuente</i>	
Run-time Composition and Adaptation of Mismatching Behavioural Transactions	481
<i>Javier Cámara, Gwen Salaün, Carlos Canal</i>	
Building Domain-Specific Languages for Model-Driven Development	483
<i>Jesús Sánchez Cuadrado, Jesús García Molina</i>	
Reconciling requirement-driven data warehouses with data sources via multidimensional normal forms.....	485
<i>Jose-Norberto Mazón, Juan Trujillo, Jens Lechtenbörger</i>	
Developing Secure Data Warehouses with a UML Extension.....	487
<i>Eduardo Fernández-Medina, Juan Trujillo, Rodolfo Villarroel, Mario Piattini</i>	
Author Index.....	489

Metodologías para definir Programas de Medición en PyMEs: El marco MIS-PyME

María Díaz-Ley¹, Félix García² y Mario Piattini²

¹ Sistemas Técnicos de Loterías del Estado (STL)
Departamentos de Desarrollo del Software
28234 Madrid, España
María.diaz@stl.es

² Grupo Alarcos
Departamento de Tecnologías y Sistemas de Información
Centro Mixto de Investigación y Desarrollo de Software UCLM-INDRA
Universidad de Castilla-La Mancha,
13071 Ciudad Real, España
{Felix.Garcia, [Mario.Piattini](mailto:Mario.Piattini@uclm.es)}@uclm.es

Resumen. Las pequeñas y medianas empresas (PyMEs) tienen una serie de características que dificultan el éxito al definir e implementar un programa de medición (limitación de recursos, poco conocimiento en el área de medición, limitación de presupuesto y formación, etc.), además las metodologías y aproximaciones para definir programas de medición más conocidas como Goal Question Metric (GQM), Goal-Driven software Measurement - GQ(I)M, PSM o ISO/IEC 15939 no están orientadas a ser implementados en este tipo de empresas. Este tipo de compañías necesitan metodologías cuyos pasos y roles definidos sean factibles para sus características y que tengan guías básicas de ayuda para este cometido. En este artículo se expone la necesidad de tener en la literatura marcos metodológicos para definir programas de medición orientados a PyMEs. Para ello se determinan los requisitos que deberían cumplir estos marcos metodológicos y se expone por qué las metodologías y aproximaciones más conocidas en esta área no cumplen estos requisitos. Además se presenta MIS-PyME, un marco metodológico orientado a cubrir esta carencia.

Palabras Clave: Marco metodológico, programas de medición, PyME, MIS-PyME

1 Introducción

El sector principal en la industria del desarrollo y mantenimiento del software en la mayoría de los países son las pequeñas y medianas empresas (PyMEs). En Alemania, en el 2000, el 77% de las empresas de software eran PYMEs, en Brasil, en el 2001, el 69%[1], en Méjico, en el 2002, el 92%[2]. Sin embargo, no se ha fomentado en el área de procesos y medición de software marcos metodológicos orientados a este tipo de empresas. En el área de medición, las metodologías y aproximaciones más conocidas: GQM[3], GQ(I)M[4, 5] e ISO/IEC 15939 [6], PSM [7] no son fácilmente aplicables en las PyMEs.

Además, se ha demostrado que la medición de software es especialmente compleja y difícil de llevar a cabo en el contexto de las PYME [1]. La razón es que algunas características típicas de estas empresas se convierten en las causas de fallo a la hora de definir e implementar los programas de medición. Estas compañías necesitan metodologías para definir programas de medición que sean fáciles de seguir, cuyos roles sean adecuados para una PyME, y que proporcionen guías de ayuda básicas para facilitar la definición e implantación del programa de medición.

En la Tabla 1 se observan las restricciones de estas empresas: recursos limitados, poco conocimiento en el área de medición del software y escasa formación y las características que deberían tener las metodologías para definir e implantar programas de medición para responder a estas restricciones. Estas características se dividen en dos bloques unas relativas a las características de la metodología y otras relacionadas con las guías de ayuda para facilitar llevar a cabo la metodología. Finalmente se exponen también los beneficios derivados de la incorporación de estas características a los marcos metodológicos para definir e implantar programas de medición en PyMEs.

Tabla 1. Características de los marcos metodológicos para la definición de programas de medición adaptados a las restricciones de las PyMEs

Restricción	Características	Beneficios Esperados
	Características Metodológicas	
Recursos limitados	Pocas personas involucradas en el proceso. (PPP)	Permite a las SMEs seguir la metodología ya que no tienen que asignar demasiadas personas para este tipo de iniciativas.
	Reutilización de modelos de medición (RMM)	Ahorra tiempo y fomenta la utilización de los mismos modelos de medición en la organización lo que facilita la implantación del proceso de medición y el estudio de la mejora de los procesos de la organización.
	Pocos pasos y efectivos. (PPE)	Fomenta la implantación de estas iniciativas en la organización ya que parece fácil, sin excesivo esfuerzo y enfocado en las áreas más importantes.
Poco conocimiento en el área de medición del software y escasa formación	Características relacionadas con las Guías de Soporte	
	Guías específicas para integrar la medición en los procesos software. (GINT)	Facilita a los usuarios entender los beneficios derivados de su uso. Son esenciales para la implantación y continuidad del programa de medición, para analizar los resultados del programa de medición y tomar decisiones.
	Guías específicas para adaptar la definición de la medición a la madurez de la compañía. (GMM)	Facilita la definición del programa de medición por personas internas de ésta, no haciendo necesaria la contratación de expertos en medición. Ayudan a evitar definir programas de medición que son complicados de implementar con éxito.
	Guías específicas para dar apoyo sobre las necesidades básicas en medición para la mejora de procesos. (GMP)	Asesoran acerca de los objetivos de medición que ayudan a alcanzar los objetivos comunes de mejora de procesos. Por lo tanto facilitan la definición de programas de medición por personas internas que no son expertos en medición. El programa de medición se puede desarrollar con menos esfuerzo gracias a estas guías. Permite entender y enfocar mejor el programa de medición cuando éste se define guiado por los objetivos de mejora de proceso.
	Ejemplos (EJ)	Ayuda a los usuarios a entender los programas de medición y su definición.
	Guías específicas para definir, entender los beneficios y el potencial de la medición. (GGEN)	Ayuda al analista en medición interno a entender los beneficios de los indicadores, los análisis, las interpretaciones y las decisiones que se pueden derivar a partir de ellos y así definir y utilizar los indicadores de forma fiable. Permiten realizar una definición del programa de medición más útil, fiable y rápida.

Este artículo expone las características que deben satisfacer las metodologías para la definición e implantación de los programas de medición del software en PyMEs, indicadas en la Tabla 1 y

muestra por qué las metodologías y aproximaciones más conocidas en la medición no cumplen todas estas características. Además presenta MIS-PyME un marco metodológico para la definición e implantación de programas de medición orientado a PyMEs que intenta cumplir con las características mencionadas.

El artículo está organizado como sigue: La sección 2 presenta las metodologías y aproximaciones más conocidas en el área de medición y describe si cumple las características indicadas anteriormente y por qué. La sección 3 presenta MIS-PyME y expone por qué MIS-PyME sí cumple con las características identificadas para definir e implementar programas de medición en PyMEs. Finalmente en la sección 4 se presentan las principales conclusiones del artículo y se indican las líneas generales futuras de investigación.

2 Cumplimiento de los Requisitos por parte de los Marcos Metodológicos y Aproximaciones de Medición Más Conocidos.

En este apartado se presentan los marcos metodológicos más conocidos relacionados con la definición de los programas de medición y se indican qué características de las indicadas en la Tabla 1 cumplen estos marcos metodológicos, cuáles no, y por qué. Los marcos metodológicos más relevantes que se han considerado en el análisis son los siguientes:

- Goal Question Metric GQM[3]. Esta metodología consiste en derivar los modelos y medidas del programa a partir de los objetivos de medición para asegurar la consistencia y completitud del programa de medición.
- GQ(I)M. El SEI (Software Engineering Institute) publicó en 1996 la guía Goal-Driven Software Measurement [4]. Este marco es una extensión de GQM y se denomina Goal Question Indicator Metric, GQ(I)M [4, 5]. GQ(I)M principalmente aporta al método anterior (GQM) la definición de indicadores como uno de los elementos básicos para la definición del programa de medición[5].
- ISO/IEC 15939 [6] indica las actividades y tareas para identificar, definir, seleccionar, aplicar y mejorar la medición del software bajo un proyecto genérico o bajo la estructura de la organización. También proporciona una terminología en medición común para la industria.
- PSM (Practical Software and Systems Measurement) [7] es un marco creado por El Departamento de Defensa en 1994 y su objetivo es proporcionar a los jefes de proyecto y responsables técnicos de las mejores prácticas y guías respecto a la medición del software en proyectos. PSM está basado en ISO/IEC 15939 pero proporciona extensas guías para ayudar a llevar a cabo la metodología.

Según nuestro conocimiento en el área de medición del software, existen muy pocos estudios relacionados con la definición de programas de medición adaptados a las PyMEs. Uno de estos trabajos es el de Gresse et al. [1] que, entre otras prácticas, añade el principio de reutilizar los modelos de medición y por lo tanto reducir el esfuerzo en definir los programas de medición.

Las Tablas 2, 3, 4, 5 y 6 presentan un análisis sobre el cumplimiento de las características necesarias para que los marcos metodológicos sean fácilmente aplicados en las PyMEs por parte de los marcos metodológicos y las propuestas presentadas en esta sección. Dichas características se han expuesto en la Tabla 1 y como ya hemos mencionado se clasifican en dos áreas, aquellas características relacionadas con la metodología, es decir, que tanto los roles como los pasos deben estar orientados a PyMEs, y el otro área, de soporte, relacionado con las guías de ayuda que facilitan la aplicación de la metodología en las PyMEs. Cada una de las siguientes tablas corresponde con un marco metodológico y en cada fila de la tabla se muestra: una de las características identificadas en la Tabla 1 (carac.), si el marco metodológico que corresponde a la tabla de análisis cumple esta característica (cum.) y una explicación de por qué el marco metodológico cumple o no cumple con la característica analizada. Los valores que puede tener el campo de cumplimiento (cum.) son: “No” en el caso de que claramente no lo cumpla; “Si” en el

caso de que claramente lo cumpla; y “Regular” en caso de que no lo cumpla por completo, pero sí en parte.

Tabla2: Goal Question Metric (GQM) [3] y su adaptación a PyMEs

Carac.	Cum.	Motivo
PPP	No	Este método propone un equipo experto e independiente que lidere las iniciativas del programa de medición y que tenga pleno acceso a los líderes de cada proyecto. Las medianas y pequeñas empresas puede que no tengan fondos para contratar a expertos en medición; además si las personas que realizan el programa de medición son de dentro de la empresa no es fácil que sea un equipo independiente al proyecto y que los jefes de proyecto puedan dedicar mucho esfuerzo al programa de medición.
RPM	No	GQM está diseñado para definir programas de medición desde el comienzo.
PPE	Regular	GQM define 11 pasos y algunos de ellos pueden ser simplificados para ser aplicados en una PyME. La fase de planificación puede simplificarse (especificando las áreas de mejora, equipo del proyecto, validación y calendario) y puede ser más general, no solo orientado a proyectos. Además se podría realizar una divulgación de los objetivos y beneficios etc. en vez de realizar una formación completa. La fase de definición se podría simplificar incluyendo el plan de medición en la definición de cada medida; y a la hora de definir las preguntas e hipótesis se podría hacer una definición formal de los indicadores que contenga además el plan de análisis. Además se podría definir el proceso de medición de manera más reutilizable, primero definiendo los artefactos (medidas e indicadores) por una parte y el proceso por otra.
GINT	No	No proporciona ninguna información sobre cómo integrar el programa de medición en los otros procesos software de desarrollo, calidad o gestión.
GMM	No	No proporciona información sobre las restricciones que tienen los programas de medición respecto a su madurez a la hora de implantarlos.
GMP	No	No proporciona guías sobre los objetivos básicos y comunes de medición que permiten alcanzar ciertos objetivos básicos y comunes de mejora de procesos aunque sí basa el método en derivar los programas de medición de las áreas de mejora de procesos.
EJ	Regular	Proporciona ejemplos sobre programas de medición pero no contiene un módulo donde estén definidos los indicadores y medidas típicas para típicos objetivos de mejora de proceso.
GGEN.	No	No proporciona guías específicas del potencial de los programas de medición comunes, los posibles análisis e interpretaciones que se pueden realizar, y el beneficio para la mejora de procesos y del negocio.

Tabla3: El método de Gresse *lightweigh* [1] y su adaptación a PyMEs

Carac.	Cum.	Motivo
PPP	Si	A diferencia de GQM no se indica que debe haber un equipo de medición independiente y expone que puede haber una estructura de la organización informal y que solo una persona de la organización estará parcialmente asignada a la definición e implantación del programa de medición. Se expone que se deberá dedicar menos esfuerzos a las tareas de formación, que habrá menos personas involucradas en el proyecto piloto, que deberá de haber menos vías de comunicación. Se expone que el programa de medición generalmente deberá estar respaldado por una o dos personas que están convencidas de su valor y solo revisarán el programa de medición definido las personas involucradas en el proyecto y el responsable del programa de medición.
RPM	Si	Incluye dos actividades relacionadas con la reutilización de los modelos. La primera aparece cuando se formalizan los objetivos de medición “reutilización de los modelos de calidad y recursos” y la segunda se realiza al terminar el proceso y consiste en guardar los modelos de medición según su contexto para ser usados en el futuro.
PPE	Si	Define 9 pasos que cubren todos los pasos del programa de medición hasta su

		implementación.
GINT, GMM, GMP, EJ, GGEN: El método <i>lightweigh</i> solo se enfoca en adaptar la metodología GQM a las PyMEs y no adapta o añade módulos de soporte a GQM, por lo que estas características no se cumplen en este método por los mismos motivos que en GQM.		

Tabla 4: Goal Question Indicador Metric (GQ(I)M) [4] y su adaptación a PyMEs

Carac.	Cum.	Motivo
PPP	No	No proporciona información sobre los roles involucrados en el proceso y sobre el tipo de personas que debe desempeñarlos.
RPM	No	GQ(I)M está diseñado para definir programas de medición desde el inicio.
PPE	Regular	Está formado por 10 pasos pero no incluye ciertos pasos definidos en GQM y de gran importancia relacionados con las revisiones, instrumentación y aceptación del programa de medición.
GINT	No	No proporciona ninguna información sobre cómo integrar el programa de medición en los otros procesos software de desarrollo, calidad o gestión.
GMM	No	No proporciona información sobre las restricciones que tienen los programas de medición respecto a su madurez a la hora de implantarlos.
GMP	No	Aunque indica en detalle cómo derivar los objetivos de medición de los objetivos de negocio, no proporciona guías sobre los objetivos básicos y comunes de medición que permiten alcanzar ciertos objetivos básicos y comunes de mejora de procesos.
EJ	Regular	Contiene algunos ejemplos de indicadores.
GGEN.	Regular	Proporciona algunos ejemplos sobre los indicadores pero son solo ejemplos para entender de manera general su utilidad y potencial. A pesar de que proporciona plantillas de gran utilidad para la definición y el análisis de indicadores[5], no incluye guías específicas y completas de cada indicador común y objetivo de medición.

Tabla 5: ISO/IEC 15939 [6] y su adaptación a PyMEs

Carac.	Cum.	Motivo
PPP	No	La cláusula 5.1.2 específica los roles que deben de existir para definir e implementar los programas de medición. Sin embargo no indica el número de personas que deben realizar estos roles. Estos roles además están definidos de forma genérica y no diferencia los distintos tipos de compañías, es decir no contempla el contexto de las PyMEs.
RPM	No	No incluye guías sobre cómo reutilizar los modelos de medición.
PPE	Si	El proceso de medición está formado por 4 pasos compuestos y efectivos.
GINT	No	La sección 5.3.1 indica que el programa de medición debe estar integrado en los otros procesos de software definidos en la compañía pero no indica, para cada medida común cómo se integra.
GMM	No	No se tiene en cuenta la madurez en la medición cuando el programa de medición se define. Es decir, no se tienen en cuenta las restricciones de ciertos análisis, herramientas, madurez de otros procesos software de la casa, etc. necesarios para implantar con éxito el programa de medición.
GMP	No	Este estándar no proporciona información sobre los objetivos básicos de mejora de procesos y los objetivos de medición que se derivan de estos y ayudan a alcanzar estos objetivos de mejora de procesos.
EJ	Regular	Proporciona ejemplos generales de modelos de medición, criterios de evaluación de los artefactos de medición y el proceso pero no hay ejemplos de todos o casi todos los programas de medición más comunes.
GGEN.	No	No proporciona guías específicas para entender el potencial de cada medida común, de sus análisis e interpretaciones, su utilidad y los beneficios derivados de su uso.

Tabla 6: Practical Software and Systems Measurement (PSM) [7] y su adaptación a PyMEs

Carac.	Cum.	Motivo
PPP	No	Los capítulos 1.2.4 y 6.3 especifican los roles que deben de existir para definir e implementar los programas de medición. Sin embargo no indica el número de personas que deben realizar estos roles ni su perfil. Estos roles además están definidos de forma genérica y no diferencia los distintos tipos de compañías, es decir no contempla bien el contexto de las PyMEs.
RPM	No	PSM no incluye la reutilización de modelos como uno de sus pasos pero lo indica como un principio aconsejable a seguir en el capítulo 1.5.
PPE	Regular	El proceso de medición consiste en cuatro estados efectivos y compuestos. Sin embargo hay varias partes de PSM que no está enfocado a PyMEs por ejemplo: la sección 6 respecto a la implementación de procesos de medición (6.2 - conseguir apoyo de la organización, 6.3 - la asignación de roles y 6.4 - proporcionar recursos) podría ser simplificada y especificada en mayor detalle para una PyME, por ejemplo la sección 6.2 y la parte de la formación de la 6.4 podría simplificarse con dos divulgaciones, una a la hora de definir el plan de proyecto en donde se indicase el objetivo del programa de medición y los roles y personas implicadas, y otra en la validación del programa en donde se indicase los puntos importantes del programa de medición, los cambios en el proceso de medición y en las responsabilidades de los roles implicados y se mostrase cómo sacar la información oportuna de las herramientas. Las actividades expuestas en 7.2y 7.3 no están adaptadas a una PyME inmadura en medición, estas actividades deberían definirse dependiendo del nivel de madurez respecto a la medición que tenga la compañía, además para evaluar el proceso de medición tampoco se referencia a modelos adaptados a PyMEs sino a CMMI o ISO 15504.
GINT	Si	La sección 2.5.4 indica cómo se debería integrar el programa de medición en los procesos técnicos y de gestión, y de una forma más práctica, cada una de las plantillas de medidas define cómo se puede integrar esa medida y en qué actividades de los procesos técnicos y de gestión se puede usar.
GMM	Regular	PSM indica algunas restricciones sobre cada tipo de análisis como en la Parte 5 donde se especifican ejemplos de indicadores o en la Parte 2.4 donde se indican las herramientas que generalmente son necesarias para el uso de determinadas medidas. Sin embargo no relaciona estas restricciones con un modelo de madurez respecto a la medición donde las limitaciones y la evolución de la medición están claramente expuestas. Además falta información sobre las restricciones que tienen ciertos indicadores respecto a la intención de estos (ej. para evaluar a veces es necesario poder predecir de forma fiable el objetivo esperado) y tampoco se especifican las restricciones respecto al alcance de la medición en la organización (ej. antes de medir un proyecto en base a los paquetes de trabajo, es mejor haber ganado experiencia midiendo las fases de éste).
GMP	Regular	La sección 2 y 3 muestra cómo se especifican las medidas a partir de las necesidades (o áreas) en los proyectos. A pesar de la gran importancia que tienen los programas de medición relacionados con los proyectos, PSM no tiene en cuenta las necesidades de la organización en general y por lo tanto no deriva los programas de medición de los objetivos de mejora de procesos.
EJ	Si	La sección 5 está exclusivamente dedicada a dar ejemplos y explicar su potencial y beneficios. Los ejemplos de los indicadores mostrados en esta sección están relacionados con las plantillas de medición definidas en PSM.
GGEN.	Si	PSM proporciona información completa para definir y derivar los programas de medición a partir de las necesidades de los proyectos, y sobre los beneficios y la utilidad de cada medida y sobre los análisis comunes que pueden realizarse y sus interpretaciones. Además proporciona información para adaptar las medidas comunes a las necesidades y al contexto específico de los proyectos.

A modo de resumen, en las Tablas 2, 3, 4, 5, y 6 se observa que ninguno de los marcos metodológicos y aproximaciones mencionados cumple con todas las características indicadas en la Tabla 1. GQM[3], GQ(I)M[4, 5] e ISO/IEC 15939 [6] sólo se enfocan al aspecto metodológico por

lo que no cumple las características relacionadas con las guías de soporte, es decir, no proporcionan guías de ayuda para llevar a cabo de forma exitosa los pasos definidos en sus metodologías. Además las metodologías no están orientadas a las PyME. PSM [7] es el único que sí cumple con las características de soporte indicados en la Tabla 1, sin embargo la metodología tanto en los pasos como en los roles no está adaptada a las PyMEs y se podrían completar las guías para dar apoyo respecto a la madurez en la medición de la compañía para poder implementar ciertos programas de medición de forma exitosa y las guías para derivar los programas de medición no solo de las necesidades en los proyectos sino con una visión más amplia de la organización y la mejora de procesos. La metodología expuesta por Gresse et al. [1], sí está adaptada a las PyMEs pero, sin embargo, este método no cumple con las características del área soporte indicada en la Tabla 1.

Este apartado muestra de forma resumida una carencia: la escasez de marcos metodológicos completos para definir e implantar programas de medición que se adapten a las características de las PyMEs. Por ello se definió MIS-PyME.

3 MIS-PyME

MIS-PyME [8] es un marco metodológico orientado a definir programas de medición basados en indicadores de software y orientado a PyMEs.

Los principios en los que se basa MIS-PyME son los siguientes: reutilización de los modelos de medición; basar los programas de medición en los indicadores ya que son una unidad comprensible de alto nivel y menos dependientes del contexto que las medidas, adaptar los programas de medición a la madurez de la empresa en cuestiones de medición del software es decir, intentar implantar programas de medición factibles y no los supuestos mejores programas de medición si estos tienen restricciones que obstaculizan la exitosa implantación de los mismos; y orientar los programas de medición como una ayuda para las iniciativas de mejora de proceso y no como un fin en sí mismo.

La metodología MIS-PyME se basa en la metodología expuesta en GQM[3] y GQ(IM) [4, 5] pero la adapta a las características de una PyME. La metodología MIS-PyME hace uso de los siguientes productos de trabajo:

- **Tabla de objetivos de medición** MIS-PYME: MIS-PYME propone un conjunto de objetivos de medición comunes que permiten alcanzar objetivos típicos de mejora de procesos.
- **Plantillas de indicadores** MIS-PYME: Se propone para cada objetivo de medición una plantilla de indicador. La plantilla guiará al usuario en la definición de los indicadores y sus respectivas medidas respecto a los siguientes temas: las restricciones del indicador desde el punto de vista de la madurez necesaria para implantarlo, cómo puede ser integrado el indicador en el resto de los procesos de software, típicas preguntas que responde el indicador, típicas salidas del indicador y posibles interpretaciones, etc.
- **Base de datos** MIS-PYME: Cada plantilla de indicador contiene un conjunto de ejemplos de definiciones de indicadores reales que han sido implantados con éxito en empresas.

Además MIS-PyME proporciona un modelo de madurez en la medición que ha sido diseñado para ayudar al usuario, a través de las plantillas de indicadores, a definir programas de medición adaptados a la madurez en la medición del software. El modelo de medición define un conjunto de cuatro temas y cinco niveles de madurez. Cada tema está orientado a un aspecto del cual el éxito del programa de medición depende. Cada uno de estos temas evoluciona a lo largo de los niveles de madurez y por lo tanto, para cada nivel de madurez y para cada tema se describen las condiciones necesarias para alcanzar cada nivel de madurez. El modelo de madurez además proporciona una interfaz para integrarlo con el resto del marco MIS-PyME. Esta interfaz contiene un conjunto de preguntas para facilitar al usuario decidir si el nivel de madurez requerido para cierto indicador puede alcanzarse. En [9] se describe con mayor detalle el modelo de madurez de MIS-PyME.

Las propiedades de MIS-PyME que se han resumido en esta sección proporcionan la principal ventaja de MIS-PyME y cumple con las características necesarias de los marcos metodológicos de definición de programas de medición orientados a PyMEs como se puede observar en la Tabla 7.

Tabla 7: MIS-PyME y su adaptación a PyMEs

Carac.	Cum.	Motivo
PPP	Si	En MIS-PyME el programa de medición se lleva a cabo por dos personas cuyos roles son el analista de medición y el promotor. El resto de los interesados en el programa de medición solo están involucrados en las etapas de revisión y aceptación. MIS-PyME define los roles, el número de personas que deben de llevar a cabo estos roles y el perfil de estos roles.
RPM	Si	En el paso 2 de la metodología se incluye la posibilidad de la reutilización de modelos de medición ya implementados en la compañía. Además la forma de definir el programa de medición definiendo primero los artefactos de medición (indicadores, medidas, plantillas, guías), luego las actividades y luego el proceso de medición facilita la reutilización.
PPE	Si	MIS-PYME está formado por 9 pasos que cubren todo el proceso de definición e implementación del programa de medición. Respecto a sus modelos base se intenta agilizar ciertas tareas como las de la planificación y formación, que en vez de realizar una formación se realiza una divulgación en la etapa de planificación y al implantar el programa de medición. En la definición del programa de medición solo hay dos personas implicadas hasta la verificación de éste, el analista en medición y el promotor de la iniciativa. El resto de personas solo estarán involucradas en la verificación y aceptación de éste. Además la definición del programa de medición se realiza teniendo en cuenta la reutilización del programa de medición y además hace uso de las guías de soporte MIS-PyME que agilizan su definición.
GINT	Si	MIS-PyME dedica un paso de la metodología a integrar el programa de medición en los procesos software definidos en la organización. Además las plantillas de indicadores MIS-PyME contienen un campo llamado "integración" que sugiere al usuario dónde y cómo integrar ese indicador en los otros procesos software de calidad, desarrollo o gestión.
GMM	Si	Las plantillas de indicadores MIS-PyME proporcionan al usuario información respecto a lo que se necesita y las restricciones de cierto indicador para ser implantado. Esta información está contenida en los campos de la intención, el enfoque y la entidad, que son campos de las plantillas que definen el objetivo de medición (también objetivo del indicador). Esta información está basada en el modelo de madurez de MIS-PyME que proporciona una interfaz entre el modelo puro y las plantillas de indicadores. Esta interfaz proporciona al usuario preguntas para formularse y saber si realmente la empresa cumple con las necesidades de madurez para cierto tipo de indicador.
GMP	Si	La tabla de objetivos de medición proporciona un enlace entre los objetivos de mejora de procesos comunes y los objetivos de medición comunes que pueden dar apoyo a estos objetivos de mejora de procesos.
EJ	Si	La base de datos de MIS-PyME proporciona ejemplos reales de indicadores que están asociados con la plantilla del indicador de su tipo. Esto permite que el usuario se haga una idea de su utilidad, de cómo lo definen e implantan otras empresas, etc.
GGEN.	Si	Las plantillas de indicadores proporcionan para cada tipo de indicador común una serie de guías que ayudan al usuario a definir el programa de medición. Además de las indicadas anteriormente contiene las posibles "preguntas" que pueden contestarse por medio del indicador y permite al usuario entender su utilidad. Además incluyen las posibles salidas del indicador, cómo pueden visualizarse gráficamente y las posibles interpretaciones para cada salida lo que le permite entender su potencial, la utilidad y el beneficio adquirido.

Los beneficios que se obtienen de MIS-PyME y de las propiedades de este marco metodológico se observan en [8] que muestra cómo se aplicó MIS-PyME y los resultados que se obtuvieron al

definir un programa de medición en el departamento de desarrollo y mantenimiento de una mediana empresa. Los resultados se compraron con los obtenidos en una experiencia previa usando GQ(I)M[4, 5]. En este caso de estudio se observa que el programa de medición definido con MIS-PyME, a diferencia del definido con GQ(I)M, está mejor integrado en los procesos de STL, se definió acorde a la madurez de la empresa en temas de medición y de una forma más fácil, clara y reutilizable. Por otra parte, los beneficios observados de la metodología MIS-PyME en comparación con GQ(I)M son los siguientes: los módulos de soporte que proporciona MIS-PyME (tabla de objetivos, plantillas de indicadores y la base de datos MIS-PyME) son de gran utilidad para facilitar la definición, su adaptación a la madurez de la empresa y la integración con la mejora de procesos. Además, a diferencia de GQ(I)M, contempla las actividades de integración, verificación, instrumentación y aceptación del programa de medición. También sugiere un modelo de roles adaptado a las PyMEs y describe para cada actividad qué roles deben desempeñarla intentando no requerir demasiado esfuerzo.

4 Conclusiones y Trabajo Futuro

La medición de software es especialmente compleja y difícil de llevar a cabo en el contexto de las PYME [1]. La razón es que algunas características típicas de estas empresas se convierten en las causas de fallo a la hora de definir e implementar los programas de medición (limitación de recursos, poco conocimiento en el área de medición, limitación de presupuesto y formación, etc.).

Este artículo presenta las características que deberían de cumplir los marcos metodológicos de definición de programas de medición del software para ser aplicados en PyMEs que son: pocas personas involucradas en el proceso (PPP), reutilización de los modelos de medición (RMM), pocos pasos y efectivos (PPE), guía específicas para integrar la medición en los procesos software (GINT), guía específica para adaptar la definición de la medición a la madurez de la compañía (GMM), guías específicas para dar apoyo sobre las necesidades básicas en medición para la mejora de procesos (GMP) y guías específicas para entender los beneficios y el potencial de la medición (GGEN); y describe por qué ninguno de los métodos más conocidos para la definición de programas de medición GQM[3], GQ(I)M[4, 5], ISO/IEC 15939 [6], PSM [7], GQM *lightweigh* [1], cumplen con todas estas características (ver Tabla 8). Esta fue la causa de definir MIS-PyME, un marco metodológico para la definición de programas de medición de software adaptados a PyMEs que sí cumple con estas características y por lo tanto supone una importante aportación en el área de metodologías de medición del software en PyMEs.

Tabla 8: Cumplimiento de las características necesarias de los marcos metodológicos para adaptarse a las PyMEs por parte de los marcos metodológicos más conocidos.

Marcos	PPP	RPM	PPE	GINT	GMM	GMP	EJ	GGEN
GQM	No	No	Reg.	No	No	No	Reg	No
GQ(I)M	No	No	Reg	No	No	No	Reg	Reg
ISO/IEC / 15939	No	No	Si	No	No	No	Reg	No
PSM	No	No	Reg.	Si	Reg.	Reg.	Si	Si
GQM <i>lightweigh</i>	Si	Si	Si	No	No	No	Reg.	No.

El trabajo futuro se basará principalmente en ampliar los módulos de soporte MIS-PyME y seguir validando MIS-PyME en otras PyMEs con distintas características.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado parcialmente por los proyectos COMPETISOFT (CYTED, 506AC0287), ESFINGE (Dirección General de Investigación del Ministerio de Educación y Ciencia, TIN2006-15175-C05-05) e INGENIO (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, PAC08-0154-9262).

Referencias

1. Gresse, C., Punter, T. Anacleto, A.: Software measurement for small and medium enterprises. In: 7th International Conference on Empirical Assessment in Software Engineering (EASE). Keele, UK, (2003).
2. Oktaba, H.: MoProSoft: A Software Process Model for Small Enterprises. In: Proceedings of International Research Workshop for Process Improvement in Small Settings. 1(4), pp.123 - 128. Pittsburgh, United States, (2005).
3. Solingen, R.v Berghout, E., The Goal/Question/Metric Method - A practical guide for Quality Improvement of Software Development: Mc Graw Hill. (1999).
4. Park, R.E., Goethert, W.B. Florac, W.A., Goal-Driven Software Measurement-A Guidebook: Carnegie Mellon University Pittsburgh: Software Engineering Institute. (1996).
5. Goethert, W. Sivy, J., Applications of the Indicator Template for Measurement and Analysis, in Software Engineering Measurement and Analysis Initiative, CMU/SEI, Editor. (September 2004).
6. ISO/IEC 15939, in Software Engineering - Software Measurement Process. (2002).
7. PSM: Practical Software and Systems Measurement - A Foundation for Objective Project Management Version 4.0c: Department of Defense and US Army. (November, 2000).
8. Díaz-Ley, M., García, F.Ó. Piattini, M., Software Measurement Programs in SMEs - Defining Software Indicators: A methodological framework, in Product Focused Software Development and Process Improvement (PROFES'07). LNCS. vol. 4589, pp. 247-261. Springer, Heidelberg, (2007).
9. Diaz-Ley, M. Garcia, F.Ó. Piattini, M.: MIS-PyME Software Measurement Maturity Model-Supporting the Definition of Software Measurement Programs. In: Product Focused Software Development and Process Improvement (PROFES'08). LNCS. vol. 5089, pp. 19-33. Springer, Heidelberg, (2008).

