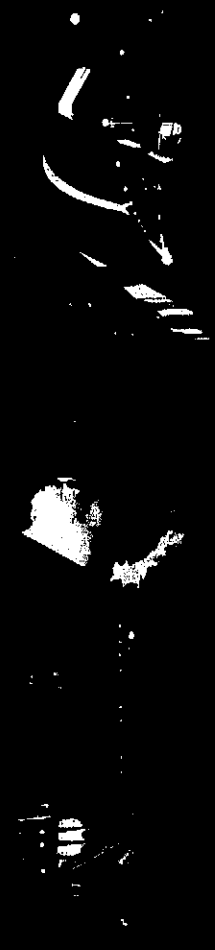


# JSWEB



IV Jornadas Científico-Técnicas en Servicios Web y SOA  
Sevilla, 29 y 30 de Octubre de 2008



gm Cajas I isotrol Ibermática xlm etc

tcp fidetia etsi

Universidad de Sevilla

Editores: José Manuel López Cobo, Antonio Vallecillo y Antonio Ruiz-Cortés

**Jornadas Científico-Técnicas  
en Servicios Web y SOA –  
JSWEB 2008**

Actas de las IV Jornadas Científico-Técnicas en  
Servicios Web y SOA.

Sevilla 29 y 30 de Octubre de 2008

Editores: José Manuel López Cobo  
Antonio Vallecillo  
Antonio Ruiz-Cortés

## Prefacio

El interés por los servicios Web y las Arquitecturas Orientadas a Servicios (SOA) continúa en claro crecimiento, tanto en entornos industriales como académicos. A pesar de los continuos avances a nivel conceptual y tecnológico, y la amplia adopción que estas nuevas tecnologías están teniendo por parte de la industria, todavía son precisos muchos esfuerzos en torno a ellas, sobre todo a raíz del nacimiento de la Web 2.0 y los nuevos avances en las metodologías y herramientas de ingeniería del software. En particular, el Desarrollo de Software Dirigido por Modelos (DSDM), las nuevas RIA (Rich Internet Applications), la Web Semántica, la integración de aplicaciones de empresa (EAI), y la modernización de sistemas dirigida por arquitecturas (ADM) necesitan cada vez más del soporte conceptual y tecnológico que proporcionan los servicios Web y SOA como plataformas en donde desarrollar, desplegar e integrar los nuevos sistemas y aplicaciones que demanda el mercado. De hecho, tanto los servicios Web como SOA son percibidos cada vez más por la industria actual como la mejor tecnología existente para el desarrollo e integración de grandes sistemas abiertos y distribuidos, por encima de las tecnologías tradicionales.

Por este motivo, continuando el éxito de ediciones anteriores, esta cuarta edición de las jornadas ha servido como punto de encuentro y referencia para profesionales, empresas e investigadores interesados en el uso y la adopción de las tecnologías y plataformas que proporcionan los servicios Web y las Arquitecturas Orientadas a Servicios.

Las Jornadas JSWEB 2008 tuvieron lugar los días 29 y 30 de Octubre de 2008 en Sevilla, organizadas por el Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos de la Universidad de Sevilla. El presente volumen contiene las actas con los artículos presentados en las Jornadas.

Este año las Jornadas recibieron 35 artículos para su revisión, entre los cuales el Comité de Programa decidió 14 para su inclusión en estas actas y presentación en la conferencia. Esto ha supuesto un ratio de aceptación del 40%, lo que demuestra el arduo proceso de revisión y selección al que fueron sometidos los artículos, así como la calidad de los finalmente seleccionados. Además de estos artículos, otros 9 fueron seleccionados para participar en la conferencia como artículos cortos, con la idea de favorecer y estimular el debate científico entre los asistentes y dar cabida a la presentación de trabajos incipientes. Todos los artículos fueron revisados siguiendo un sistema de revisión por pares, por al menos 2 revisores (en media 3,5) de entre los miembros del Comité de Programa de JSWEB 2008, que estuvo compuesto por expertos nacionales de reconocido prestigio, tanto de la industria como de la universidad.

El programa resultante refleja perfectamente el hecho de que tanto las arquitecturas SOA como los servicios Web involucran diferentes aspectos, tanto técnicos como de índole humana y de organización, en cuanto a recursos y a procesos. Estos temas incluyen el modelado de aplicaciones basadas en servicios;

### IV Jornadas Científico-Técnicas en Servicios Web y SOA

Primera edición, Octubre 2008

Copyright © 2008 Los autores

Editores: J. M. López Cobo, A. Vallecillo y A. Ruiz-Cortés

Diseño de cubiertas: M. Sagall

Impresión: Gráficas San Antonio, Sdad. Coop. And.

ISBN-13: 978-84-691-6710-6

Depósito Legal: SE 6076-2008

La coordinación y composición dinámica de servicios; los contratos; calidad de servicio y otros aspectos no funcionales; la ingeniería de servicios; y las buenas prácticas en el uso y aplicación de los servicios Web y SOA. Estos temas constituyen precisamente las sesiones del programa de la conferencia.

Por otro lado, el éxito de la conferencia JSWEB también se refleja en el número de eventos que suceden a su alrededor. En primer lugar, JSWEB 2008 contó con dos conferenciantes invitados de primer nivel: Dieter Fensel (director del Semantic Technologies Institute de Innsbruck) que impartió la charla "Computer Science in the 21st century", y Montaña Merchán, Subdirectora adjunta de la División de Proyectos Tecnológicos del Ministerio de Administraciones Públicas, que impartió la charla "Intermediación de servicios". Nuestro agradecimiento más sincero por su disponibilidad para aceptar la invitación y venir a Sevilla a impartir sus conferencias. Las mesas redondas sobre temas de máxima actualidad e interés son otro de los puntos más fuertes de JSWEB 2008. Como en ocasiones anteriores, JSWEB 2008 contó con dos mesas redondas que en esta edición fueron sobre "Service Systems for the New Internet Society: Challenges Ahead" y "SOA en la Administración Pública".

Nos gustaría expresar nuestro más sincero agradecimiento a los miembros del Comité de Programa por su tiempo y dedicación a la hora de revisar y seleccionar los artículos que fueron finalmente aceptados para su presentación, y que han permitido confeccionar un año más un programa de gran calidad y nivel. Por supuesto, queremos también agradecer a los autores que enviaron artículos a las Jornadas, fueran finalmente aceptados o no, por el esfuerzo realizado y por su contribución al evento. También queremos agradecer a los organizadores locales del Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos de la Universidad de Sevilla todo su esfuerzo y trabajo, que han permitido hacer realidad esta conferencia, así como al Comité Director de las JSWEB: primero, por depositar en nosotros su confianza a la hora de presidir el Comité de Programa; y segundo, por su constante apoyo y soporte. Especial mención merece José Carlos del Arco, que siempre nos ha ayudado durante todas las fases de preparación y puesta en marcha de las Jornadas. También mencionar el sistema de revisión de artículos que hemos utilizado, EasyChair, que fue de una utilidad y ayuda inestimable. Nos gustaría por tanto agradecer a su creador, Andrei Voronkov, por toda su ayuda y eficiente soporte durante el proceso de revisión.

Finalmente, nos gustaría mencionar nuestro agradecimiento explícito a los patrocinadores del evento, que hicieron posible que la conferencia fuera todo un éxito: GMV, CAJASOL, ISOTROL, IBERMATICA, XIMETRIX, TCP Sistemas e Ingeniería, TELVENT, ISOCO, SADIEL, NOVAYRE, el Ministerio de Ciencia e Innovación, la Universidad de Sevilla, la Consejería de Innovación Ciencia e Empresa de la Junta de Andalucía y SANDETEL.

Muchas gracias a todos los asistentes y participantes a las JSWEB 2008, y esperamos verles de nuevo en las próximas JSWEB 2009.

Octubre 2008

José Manuel López Cobo  
Antonio Vallecillo  
Antonio Ruiz Cortés

## Organización

Las IV Jornadas Científico-Técnicas de Servicios Web y SOA (JSWEB 2008) son organizadas por el grupo de Ingeniería del Software Aplicada del Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos de la Universidad de Sevilla.

### Comité director de las jornadas

José Carlos del Arco	TCP Sistemas e Ingeniería
Francisco Curbera	IBM T.J. Watson Research Center
Manuel Lama	Universidad de Santiago de Compostela
Esperanza Marcos	Universidad Rey Juan Carlos
Encarnación Quesada	W3C Spain
María Valeria de Castro	Universidad Rey Juan Carlos
Pedro Alvarez	Universidad de Zaragoza
Jesús Arias Fisteus	Universidad Carlos III de Madrid
Enrique Bertrand	Software AG

### Presidentes del comité de programa

José Manuel López Cobo (Industria)	Ximatrix
Antonio Vallecillo (Academia)	Universidad de Málaga

### Organización Local

Antonio Ruiz-Cortés	Universidad de Sevilla
Antonio J. Sáenz	ISOTROL
José Carlos del Arco	TCP Sistemas e Ingeniería
David Ruiz	Universidad de Sevilla
Joaquín Peña	Universidad de Sevilla
Pablo Fernández	Universidad de Sevilla
David Benavides	Universidad de Sevilla
Amador Durán	Universidad de Sevilla
Beatriz Bernárdez	Universidad de Sevilla
Carlos Müller	Universidad de Sevilla
José Antonio Parejo	Universidad de Sevilla
José María García	Universidad de Sevilla
Manuel Resinas	Universidad de Sevilla
Octavio Martín	Universidad de Sevilla
Pablo Trinidad	Universidad de Sevilla
Sergio Segura	Universidad de Sevilla
Pedro Alvarez	Universidad de Zaragoza

**Comité de programa**

Francisco Almeida  
 Enrique Alvarez  
 Jesús Arias Fisteus  
 Sinuhe Arroyo  
 Leire Bastida  
 José Ángel Bañares  
 Enrique Bertrand  
 Carlos Bobed  
 Jordi Cabot  
 Javier Camara  
 Baltasar Carretero  
 Pablo Castells  
 Jaime Cid  
 Óscar Corcho  
 Rafael Corchuelo  
 Francisco Curbera  
 Carlos Delgado Kloos  
 Óscar Díaz  
 Mannel Escobar  
 Antonio Estevez  
 Ignacio Garcia Rodriguez  
 Ferrán García  
 José García Fraquelo  
 Daniel González Morales  
 Jesus Gorroñoigoitia  
 Juan Miguel Gómez  
 Juan José Hierro  
 José Emilio Labra  
 Mannel Lama  
 Rubén Lara

**Revisores externos**

Simhe Arroyo  
 Javier Chamizo  
 Francisco Javier Fabra  
 Damaris Fuentes Lorenzo  
 Juan Garbajosa  
 Ferran Garcia  
 Joaquin Molina  
 Fernando Lasheras  
 Marcos López Sanz  
 Eduardo Martín Rojo  
 Miguel Ángel Lucas  
 Francisco Javier Martínez

**Tabla de contenidos**

<b>Sesión 1. Modelado</b>	
Modelado de Coreografías de Servicios con UML 2.1.....	1
<i>Marcos Lopez-Sanz, Carlos E. Cuesta, Esperanza Marcos</i>	
Obteniendo Modelos de Sistemas de Información a partir de Modelos de Negocio de alto nivel: un enfoque Dirigido por Modelos .....	15
<i>Valeria de Castro, Juan Manuel Vara, Elisa Herrmann, Esperanza Marcos</i>	
From BPMN to BPEL4People: A MDE Approach.....	29
<i>Victoria Torres, Pau Giner, Vicente Pelechano</i>	
<b>Sesión 2a. Composición y coordinación</b>	
Integración en DENEb de componentes para la conectividad dinámica de los procesos Web. Aplicación a escenarios de gestión de emergencias basados en Sensor Web .....	42
<i>Javier Fabra, Pedro Álvarez, Jose Angel Bañares, Joaquín Ezpeleta</i>	
Modelando la Composición y Adaptación de Servicios Web dependientes del Contexto .....	56
<i>Javier Cubo, Carlos Canal, Ernesto Pimentel</i>	
Diseño e implementación de un motor de ejecución de coreografías de servicios web semánticos basado en ontologías .....	70
<i>Juan Carlos Vidal, Manuel Lama, Adrian Novogil, Alberto Bugarin</i>	
Generación Automática y Dinámica de Servicios en OpenCF .....	85
<i>Adrián Santos, Francisco Almeida, Vicente Blanco, Jonás Regueira</i>	
Implementación de un framework para la generación dinámica de invariantes en composiciones de servicios web con WS-BPEL .....	91
<i>Antonio García-Domínguez, Manuel Palomo-Duarte, Inmaculada Medina-Bulo</i>	
<b>Sesión 2b. Ingeniería de servicios</b>	
CEP/ESP: Procesamiento y correlación de gran cantidad de eventos en arquitecturas SOA .....	97
<i>Victor Ayllón García, Juan Manuel Rema Morales</i>	

Silvestre Losada  
 Vicente Luque Centeno  
 Diego López  
 Jordi Marco  
 Esperanza Marcos  
 Montaña Merchán  
 Nathalie Moreno  
 Juan José Moreno Navarro  
 Juan Antonio Ortega  
 Guadalupe Ortiz Bellot  
 David Pascual Portela  
 Óscar Pastor  
 Marta Patiño  
 Juan Pavón  
 Vicente Pelechano  
 Juan Antonio Prieto  
 Fernando Pujol Conejo  
 Isidro Ramos  
 Mariano Rico  
 José Raúl Romero  
 Manuel Rubio  
 Antonio Ruiz-Cortés  
 Borja Sotomayor  
 Luis Sánchez Fernández  
 Eduardo Sánchez Vila  
 Ambrosio Toval  
 Genoveva Vargas  
 Miguel Angel Villacañas  
 Valeria de Castro  
 Pedro Javier Álvarez

Marc Oriol Hilari  
 Sascha Ossowski  
 José Antonio Parejo Maestre  
 Francisco Pérez Sorrosal  
 Manuel Resinas  
 Alejandro Rodriguez  
 Adrián Santos  
 Fernando Sánchez Vilas  
 Victoria Torres  
 Juan M. Vara  
 Baltasar Carretero  
 Juan Antonio Alvarez García

Ranking Semantic Web Services Using Rules Evaluation and Constraint Programming.....	111
<i>José María García, Ioan Tona, David Ruiz, Antonio Ruiz-Cortés, Ying Ding, Juan Miguel Gomez</i>	
<b>PRECISO: Proceso de Reingeniería para la Extracción y Creación Instantánea de Servicios Web a partir de Orígenes de Datos .....</b>	<b>120</b>
<i>Ricardo Pérez del Castillo, Ignacio García-Rodríguez de Guzmán, Ismael Caballero, Macario Polo, Mario Piattini</i>	
Metodologías de desarrollo para Service Oriented Architectures con Rational Unified Process .....	126
<i>Ándrea Delgado, Ignacio García, Francisco Ruiz, Mario Piattini</i>	
Estado del Arte en la Investigación de Métodos y Herramientas de Pruebas para Procesos de Negocio BPEL .....	132
<i>Marcos Palacios, José García-Fanjul, Javier Tuya, Claudio De la Riva</i>	
<b>Sesión 3. Calidad de Servicio (QoS/SLAs)</b>	
Desarrollo de servicios WEB con gestión de Identidad federada y servicios de autorización .....	138
<i>Francisco Garijo, Carlos Rodríguez</i>	
Building Reliable Services Based Mashups.....	151
<i>Alberto Portilla Florras, Víctor Hernández-Barruch, Genoveva Vargas Solor, José Luis Zechinelli Martini, Christine Collet</i>	
Propiedades de calidad de servicio en el descubrimiento de recursos Grid .	164
<i>David Buján-Carballeda, Oscar Corcho, Josuka Díaz-Labrador</i>	
A First Approach to Model SLAs for Composite Services, using WS-Agreement .....	178
<i>Carlos Müller, José Antonio Parejo Mestre, Antonio Ruiz-Cortés</i>	
Teonologías Web Avanzadas para el Aseguramiento de la Calidad de Servicio.....	192
<i>Antonio Cuadra, Francisco Garcés, Marcos Reyes, Damaris Fuentes-Lorenzo, Luis Sánchez-Fernandez, José M. Cantera</i>	
<b>Sesión 4. Experiencias/Buenas Prácticas</b>	
Sistema de Gestión de Recaudación: Basado en una Arquitectura Orientada a Servicios .....	198
<i>José David García Luna, Juan José Herrera Martín, Antonio Estévez</i>	

Recomendaciones para la adopción de SOA.....	212
<i>Javier Cámara</i>	
Gobierno SOA: Elemento Clave en la Integración de Negocio y Tecnología	226
<i>Leire Bastida</i>	
Gestión Integral en Procesos de Negocio Intensivos En Conocimiento .....	233
<i>Alvaro Cabrero, Jose-Manuel Lopez-Cobo, Juan Prieto</i>	
Proyecto UNION: Generación de un entorno para la interoperabilidad en Fagor Electrodomésticos.....	239
<i>Jon Kepa Gurrkagotia, Ainhoa Serru, Gorka Saruchagu, Asier Hermoso</i>	
<b>Índice de autores .....</b>	<b>245</b>

## PRECISO: Proceso de Reingeniería para la Extracción y Creación Instantánea de Servicios Web a partir de Orígenes de Datos

Ricardo P. del Castillo<sup>1</sup>, Ignacio García-Rodríguez de Guzmán<sup>1</sup>, Ismael Caballero<sup>1</sup>, Macario Polo<sup>1</sup> y Mario Piattini<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Alarcos Research Group.

UCLM-INDRA Research and Development Institute.

University of Castilla-La Mancha

Paseo de la Universidad, nº4 13071 - Ciudad Real (España)

{ricardo.pdelcastillo, ignacio.grodriguez, ismael.caballero, macario.polo, mario.piattini}@uclm.es

**Resumen.** Desde el punto de vista de las arquitecturas orientadas a servicios (SOA), la concepción de los Sistemas de Información cambia radicalmente exponiendo el software como servicios. Este nuevo enfoque no es sólo aplicable a los nuevos desarrollos sino también a los sistemas heredados como pueden ser las bases de datos relacionales. Éstas pueden ser importantes fuentes de servicios que pueden suministrar información en un contexto SOA. En este trabajo se presenta PRECISO, un proceso que sigue un enfoque ADM (*Architecture-Driven Modernization*) para generar, configurar y desplegar Servicios Web automáticamente extraídos a partir de bases de datos relacionales. El proceso y la herramienta propuesta se han validado mediante un caso de estudio industrial para el desarrollo de un portal Web.

**Palabras clave:** Servicios Web, reingeniería, MDA, ADM, bases de datos relacionales.

### 1 Introducción

Debido a la rápida evolución tecnológica y al alto grado de incertidumbre en los mercados de las TIC, las organizaciones deben someter a sus SI a un proceso de continua renovación para mantener su nivel de competitividad [8]. Los desarrolladores de esos SI se ven obligados a realizar desarrollos y mantenimientos más apresurados [7]. Esta aceleración hace necesario la reutilización de componentes y artefactos software [21]. En los SI actuales quizá uno de los artefactos más importantes sean las bases de datos ya que contienen toda la información de la organización. La reingeniería se ha erigido como una de las prácticas más potentes y populares para hacer frente a la evolución necesaria de los SI en términos de reutilización y migración de estos, por ejemplo a entornos como la Web [8].

Por otra parte, MDA (*Model-Driven Architecture*) está influenciado el desarrollo software elevándolo a un mayor nivel de abstracción [15]. En este punto surge ADM

(Architecture-Driven Modernization) que propone llevar a cabo reingeniería siguiendo el enfoque MDA [16]. En este artículo se propone un proceso de reingeniería basado en ADM que permita: (1) descubrir funcionalidades en bases de datos relacionales; (2) trasladar estas funcionalidades hacia servicios; y (3) exponerlos como Servicios Web. Además, se construyó una herramienta que soporta el proceso.

El resto del artículo está estructurado como sigue: la sección 2 resume el estado del arte, la sección 3 presenta el proceso propuesto, la sección 4 muestra un caso de estudio industrial de reingeniería donde se empleó PRECISO, y finalmente la sección 5 expresa las conclusiones y las líneas de trabajo futuro.

### 2 Estado del Arte

De acuerdo a [5], la reingeniería es un proceso mediante el cual un sistema heredado es inspeccionado y alterado para construir una nueva versión del mismo. Este proceso se compone de tres etapas: ingeniería inversa, reestructuración e ingeniería directa. Normalmente la investigación existente sobre reingeniería conjunta de aplicaciones y bases de datos se ha centrado en aspectos como el código SQL embebido en aplicaciones o la extracción de funcionalidad desde código PL/SQL [20], la migración de modelos de bases de datos [1], recuperación del diseño de la base de datos [9], integración de bases de datos con diferentes modelos de datos mediante *wrapping* [13], construcción de aplicaciones a partir de bases de datos [19], etc. Sin embargo, hay poca investigación sobre descubrimiento de funcionalidades desde bases de datos.

Por otra parte, la Arquitectura Dirigida por Modelos, (*Model-Driven Architecture* (MDA)) [15], aboga por el desarrollo de sistemas basados en modelos permitiendo la transformación entre estos y la generación automática de código. Así se puede definir un sistema mediante un modelo a nivel de negocio especificando sus funcionalidades (Modelo Independiente de la Plataforma o PIM). A partir de ese modelo definir transformaciones hacia modelos que soportan detalles específicos de la plataforma concreta (Modelo Específico de Plataforma o PSM). Y finalmente, generar código fuente del sistema. En MDA cada modelo representa un sistema, y cada modelo se describe de acuerdo a un metamodelo. Estos son modelos que permiten representar modelos [15]. En la bibliografía se pueden encontrar conjuntamente procesos de reingeniería con un enfoque MDA. Es lo que se conoce como Modernización Dirigida por la Arquitectura (ADM), un proceso de reingeniería que involucra a diferentes modelos de sistemas como artefactos de entrada y salida de dicho proceso [14].

Cada vez más organizaciones se encuentran inmersas en la nueva filosofía de mercado orientada al servicio. Este enfoque es por el que aboga SOA (Arquitectura Orientada a Servicios) [3] y más concretamente una de sus *'implementaciones'*, los Servicios Web [10]. En cuanto a la generación de Servicios Web como resultado de un proceso de reingeniería, también existen trabajos relevantes: reingeniería sobre aplicaciones heredadas COBOL hacia Servicios Web [21]. En [2] se describe un proceso MDA que transforma un PIM de acuerdo al metamodelo UML2 [17] hacia varios PSM, entre otros uno para generar Servicios Web. En [6] se realiza reingeniería sobre sistemas heredados tomando como principal bloque de construcción Servicios Web. En el siguiente apartado se describe el proceso implementado por PRECISO.

### 3 Proceso ADM Implementado por PRECISO

PRECISO establece las líneas guía para generar Servicios Web a partir de bases de datos relacionales mediante un proceso de reingeniería sobre artefactos MDA. La Fig. 1 representa el proceso propuesto: a partir de una BD relacional heredada se obtendrá su PSM, mediante ingeniería inversa, de acuerdo al metamodelo de SQL-92 [12]. Después se transforma del PSM a PIM subiendo el nivel de abstracción. Este PIM se representa acorde al metamodelo UML2 [17]. Desde el PIM se obtiene otro PSM que especifica los servicios y a partir de éste se obtienen los Servicios Web por ingeniería directa. El esquema de la Fig. 1 es el hilo conductor del proceso propuesto. En la Fig. 2 se describe PRECISO, un proceso que consta de tres actividades principales que a su vez se descomponen en una serie de tareas debidamente ordenadas.

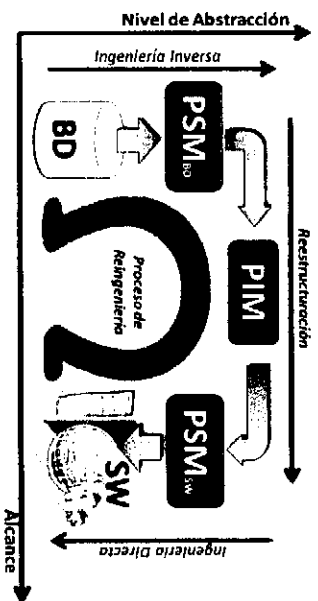


Fig. 1. Proceso de Reingeniería según el enfoque ADM propuesto.

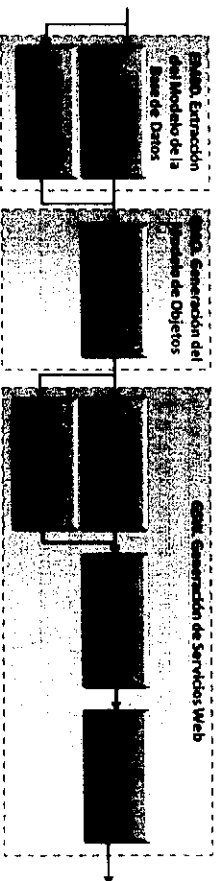


Fig. 2. Proceso ADM propuesto para la generación de Servicios Web a partir de bases de datos.

#### 3.1 Extracción del modelo de la base de datos

La primera actividad crea un modelo PSM que representa la base de datos y se descubren todos los posibles servicios.

- **EMBD 1. Ingeniería Inversa de la base de datos:** se descubre el diseño de la base de datos mediante ingeniería inversa. Los metadatos de la base de datos formarán el modelo PSM conforme al metamodelo de SQL-92, subconjunto de [4].
- **EMBD 2. Descubrimiento de servicios:** en paralelo se descubren los servicios que ofrece la base de datos de entrada. A partir del PSM recuperado se buscan ciertos patrones, con los cuales se infiere un conjunto de servicios bien conocidos.

#### 3.2 Generación del modelo de objetos

El modelo de objetos es generado a partir de la información obtenida anteriormente.

- **GMO 1. Transformación hacia el modelo de objetos:** en esta tarea se realizará la transformación  $PSM \rightarrow PIM$  que involucra a los modelos del esquema de base de datos relacional y al modelo de objetos (véase Fig. 1). Este último se elabora de acuerdo al metamodelo de UML2 [17]. Estas transformaciones pueden establecerse formalmente mediante lenguajes específicos como QVT (*Queries / Views / Transformations*) [18] o ATL (*ATLAS Transformation Language*) [11]. Por el contrario, también pueden ser descritas con otros lenguajes y posteriormente ser explicitadas programáticamente en la herramienta que implementa el proceso.

#### 3.3 Generación de los Servicios Web

Finalmente se generan los Servicios Web que gestionarán la base de datos inicial.

- **GSW 1. Generación de las interfaces WSDL:** desde el PIM que representa el modelo de objetos (bajando el nivel de abstracción) se obtiene el PSM que soporta los Servicios Web (véase Fig. 1) de acuerdo al metamodelo de WSDL, el Lenguaje de Descripción de Servicios Web (recomendación de la #3C).
- **GSW 2. Generación del código del modelo de objetos:** en paralelo a la tarea anterior es generado el código fuente del modelo de objetos que se obtuvo. Este código será la base para la implementación de la lógica de los Servicios Web.
- **GSW 3. Publicación de Servicios Web:** en esta tarea se crea como tal el código del Servicio Web basado en el modelo de objetos y en la descripción de interfaces WSDL. Además, en él se publican los servicios descubiertos.
- **GSW 4. Despliegue de Servicios Web:** los Servicios Web son desplegados para su paso a producción, haciéndolos así completamente operativos en la Web.

### 4 Caso de Estudio Industrial

El caso de estudio que se presenta consiste en un proyecto de desarrollo real llevado a cabo en el *Centro Mixto de I+D UCLM-INDRA (Universidad de Castilla-La Mancha e Indra Software Labs)*. Este *Centro Mixto (CM)* descaba crear un portal Web con información surgida de la colaboración *industria-universidad*. Para el caso de estudio se utilizó PRECISO, una herramienta desarrollada *ad hoc* para soportar el proceso homónimo propuesto.

El portal requería un módulo para gestionar los trabajos de investigación del *CM* así como información asociada. Además dispondrá de un motor de búsqueda para filtrar los artículos según diferentes criterios. El sistema se basa en una base de datos heredada del *CM*. Por lo tanto, se dan las condiciones adecuadas para aplicar PRECISO. Para ello, en primer lugar la herramienta establece la conexión con la base de datos heredada. Seguidamente, se generó el fichero \*.xmi que representa el modelo de la base de datos extraído. A continuación se generó el modelo de objetos sobre el que se basarán los futuros Servicios Web. Además, se escriben en disco las clases C#



con el código de ese modelo de objetos. A partir de dicho modelo de objetos y basándose en los servicios descubiertos anteriormente en el PSM, se publican selectivamente los servicios deseados. Tras la publicación se desplegaron los Servicios Web en el servidor para más tarde ser integrados con el portal Web.

Mediante la herramienta se realizó la publicación y despliegue selectivo de los servicios que fueron inferidos por la herramienta en el esquema de la base de datos. Del total de 245 servicios que podían generarse, tan sólo fue necesario publicar un 30 % para soportar las funcionalidades requeridas (véase la Tabla 1). Este porcentaje equivale sobre todo a los servicios correspondientes a operaciones CRUD (para la edición de la información) y a servicios creados a partir de vistas, ya que éstas se corresponden con los servicios sobre los que se basa el motor de búsquedas.

El personal de desarrollo se vio favorecido por el tiempo ahorrado en el desarrollo de la lógica de acceso a la base de datos y la lógica de los servicios más avanzados. Posteriormente, los Servicios Web generados y completamente operativos, tan sólo tuvieron que ser invocados desde la capa de presentación del portal Web. Además, el hecho de poder trabajar con datos reales desde fases tempranas de desarrollo facilitó la realización de pruebas de software sobre este módulo dentro del portal Web.

Tipo Servicio	Potenciales Servicios	Servicios Equivotos	Desempeño
insert	13	11	85%
update	13	11	85%
delete	13	11	85%
select	13	12	92%
setters	56	0	0%
getters	56	0	0%
show	13	0	0%
views	4	4	100%
referenced tables	24	12	50%
combined tables	32	8	25%
observed tables	8	4	50%
TOTAL	245	73	30%

Tabla 1. Desempeño de servicios publicados en el caso de estudio del Centro Mixto.

## 5 Conclusiones y Líneas de Trabajo Futuro

En el artículo se ha propuesto un proceso ADM para la modernización de bases de datos relacionales. Este proceso ha permitido ofrecer las funcionalidades de una base de datos en forma de servicios a fin de que éstas puedan ser integradas en entornos SOA. Además, se ha construido una herramienta para instrumentalizar el proceso. Con el fin de validar PRECISO, se ha presentado un caso de estudio en un contexto industrial donde se llevó a cabo la reingeniería de una base de datos heredada hacia Servicios Web dentro del desarrollo de un portal Web. El caso de estudio puso de manifiesto una serie de ventajas de PRECISO como son la aceleración en el proceso de desarrollo, fácil integración en entornos SOA y mejora en las pruebas. A partir del presente trabajo se abren nuevas líneas de investigación futura tales como: (1) profundizar en el análisis del esquema de la base de datos identificando más patrones en dicho esquema, (2) formalización de las transformaciones entre modelos mediante lenguajes de propósito específico como QVT o ATL. Además se desarrollarán nuevas versiones de la herramienta que soporte los nuevos avances en la investigación.

**Agradecimientos:** Este trabajo fue financiado por los proyectos PRALIN (PAC08-0121-1374), ESFINGE (TIN2006-15175-C05-05/) y MECENAS (PBI06-0024).

## Referencias

- Behm, A., A. Geppert y K. Dittich, Algebraic Database Migration to Object Technology, in Lecture Notes in Computer Science. Springer Berlin / Heidelberg. 2000.
- Bezivin, J., S. Hammoudi, D. Lopes y J. Jouault, Applying MDA Approach for Web Service Platform, in Proceedings of the Enterprise Distributed Object Computing Conference, Eighth IEEE International. 2004, IEEE Computer Society. p. 58-70
- Booth, D., H. Haas, F. McCabe, E. Newcomer, M. Champion, C. Ferris y D. Orchard, Web Services Architecture. 2004: W3C - World Wide Web Consortium.
- Calero, C., An Ontological Approach To Describe the SQL:2003 Object-Relational Features. Accepted in "Computer Standards and Interfaces". 2005: p. 28.
- Chikofsky, E.J., J.H.C., Reverse Engineering and Design Recovery: ATaxonomy. IEEE Software(January). 1990: p. 13-17.
- Chung, S., P.S. Young y J. Nelson, Service-Oriented Software Reengineering: Bertic3 as Web Services, in Proceedings of the IEEE International Conference on Web Services. 2005, IEEE Computer Society.
- Di Lucca, G.A., A.R. Fasolino y P. Tramontana, Reverse engineering Web applications: the WARE approach. Journal of Software Maintenance and Evolution: Research and Practice 16, 2004.
- García, I., PRESSWEB: Un Proceso para REingeniería de Sistemas heredados hacia Servicios Web. 2007, Universidad de Castilla-La Mancha. p. 344.
- Hainaut, J.-L., V. Englebert, J. Henrard, J.-M. Hick y D. Roland, Database reverse engineering: From requirements to CARE tools, in Applied Categorical Structures. SpringerLink. 2004.
- IBM, New to SOA and Web services. <http://www.ibm.com/developerworks/webservices/newto/>. 2006: p. 6.
- INRIA, ATL Transformation Description Template version 0.1. [http://www.eclipse.org/m2m/atl/doc/ATL\\_Transformation\\_Template%5Bv0.01%5D.pdf](http://www.eclipse.org/m2m/atl/doc/ATL_Transformation_Template%5Bv0.01%5D.pdf). 2005, ATLAS group.
- ISO/IEC 9075:1992, Database Language SQL. 1992.
- McBrien, P. y A. Poulouvasilis, Automatic Migration and Wrapping of Database Applications - A Schema Transformation Approach, in Proceedings of the 18th International Conference on Conceptual Modeling. 1999, Springer-Verlag.
- Newcomb, P., Architecture-Driven Modernization (ADM), in Proceedings of the 12th Working Conference on Reverse Engineering. 2005, IEEE Computer Society.
- OMG, MDA Guide Version 1.0.1. [www.omg.org/docs/omg/03-06-01.pdf](http://www.omg.org/docs/omg/03-06-01.pdf), OMG, Editor. 2003. p. 62.
- OMG, Architecture-Driven Modernization Roadmap. 2006, Object Management Group.
- OMG, Unified Modeling Language: Superstructure. Version 2.0. <http://www.omg.org/docs/formal/05-07-04.pdf>. 2007.
- OMG, QVT. Meta Object Facility (MOF) 2.0 Query/View/Transformation Specification. <http://www.omg.org/spec/QVT/1.0/PDF>. 2008, OMG.
- Polo, M., J.A. Gómez, M. Piattini y F. Ruiz, Generating three-tier applications from relational databases: a formal and practical approach. Information and Software Technology. 2002. 44.
- Reus, T., H. Geerts y A.v. Deursen. Harvesting Software for MDA-Based Recovering. in European Conference on Model Driven Architecture - Foundations and Applications. 2006. Bilbao (Spain): Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Sneed, H.M., Migrating to Web Services, in Emerging Methods, Technologies and Process Management in Software Engineering. 2008, Wiley-IEEE Computer Society Pr. p. 151-176.