



PETRÓLEOS DE VENEZUELA S.A.



MINISTERIO DEL PODER POPULAR  
PARA CIENCIA Y TECNOLOGÍA



Fundación Instituto de  
Ingeniería (FII-MCT)



Fondo Nacional de Ciencia,  
Tecnología e Innovación  
(FONACIT-MCT)



MINISTERIO DEL PODER POPULAR  
PARA EDUCACIÓN SUPERIOR



Fundación Gran Mariscal  
de Ayacucho (FGMA-MES)



GOBIERNO DE NUEVA ESPARTA



CÁMARA VENEZOLANA DE EMPRESAS DE  
TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

**Microsoft**® MICROSOFT

X WORKSHOP IBEROAMERICANO DE  
INGENIERÍA DE REQUISITOS Y AMBIENTES DE SOFTWARE

<http://kuainasi.ciens.ucv.ve/ideas07>

# X Workshop Iberoamericano de Ingeniería de Requisitos y Ambientes de Software



Primer Encuentro Venezolano sobre  
Tecnologías de Información e  
Ingeniería de Software

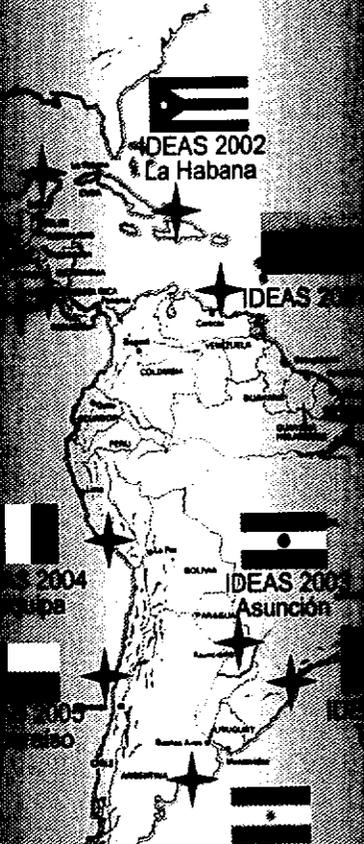
Del 7 al 11 de Mayo de 2007

Iberoamericano  
de Requisitos  
de Software



Estado

Del 7 al 11 de



MEMORIAS

## X Workshop Iberoamericano de Ingeniería de Requisitos y Ambientes de Software



Editores

Francisca Losavio  
Guilherme Horta Travassos  
Vicente Pelechano  
Isabel Díaz  
Alfredo Matteo

Isla de Margarita, Venezuela  
Del 7 al 11 de Mayo de 2007

MEMORIAS

---

**X Workshop Iberoamericano de  
Ingeniería de Requisitos  
y Ambientes de Software**

### Ficha Técnica

Memorias del X Workshop Iberoamericano de Ingeniería de Requisitos y Ambientes de Software (IDEAS'07)  
Editores: F. Losavio, G. H. Travassos, V. Pelechano, I. Díaz, A. Matteo  
Mayo, 2007 – Caracas, Venezuela

Copyright © 2007 by IDEAS'07

All rights reserved

Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra,  
por cualquier medio, sin la autorización de sus editores

ISBN:978-980-325-323-3

If58120076201398

### Agradecimiento

La publicación de estas memorias fue posible gracias al apoyo de las siguientes instituciones venezolanas:



Fondo Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación (Fonacit)  
del Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología



Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH)  
de la Universidad Central de Venezuela

---

### Presidencia IDEAS'07

---

#### Francisca Losavio

Universidad Central de Venezuela  
Facultad de Ciencias  
Escuela de Computación

---

### Comité Directivo de IDEAS

---

#### Ernesto Pimentel

Universidad de Málaga  
España

#### Jaelson Brelaz de Castro

Universidad Federal do Pernambuco  
Brasil

#### Luca Cemuzzi

Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción  
Paraguay

#### Luis Olsina

Universidad Nacional de La Pampa  
Argentina

#### Miguel Katrib

Universidad de La Habana  
Cuba

#### Oscar Pastor

Universidad Politécnica de Valencia  
España

#### Silvia Gordillo

Universidad Nacional de La Plata  
Argentina

---

### Comité Organizador IDEAS'07

---

#### Alfredo Matteo

Co-Presidente  
Universidad Central de Venezuela  
Facultad de Ciencias  
Escuela de Computación

#### Isabel Díaz

Co-Presidente  
Universidad Central de Venezuela  
Facultad de Ciencias Económicas y Sociales  
Escuela de Economía

---

### Comité de Programa

---

**Guilherme Horta Travassos**  
Co-Presidente  
Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Brasil

**Vicente Pelechano**  
Co-Presidente  
Universidad Politécnica de Valencia  
España

---

### Miembros del Comité de Programa

---

- (1) **Alessandro Garcia**, Lancaster University – United Kingdom
- (2) **Alfredo Matteo**, Universidad Central de Venezuela – Venezuela
- (3) **Altigran Soares da Silva**, Universidade Federal do Amazonas – Brasil
- (4) **Álvaro Arenas**, CCLRC Rutherford Appleton Laboratory – Reino Unido
- (5) **Amador Durán**, Universidad de Sevilla – España
- (6) **Antonio Brogi**, Universidad de Pisa – Italia
- (7) **Antonio Ruiz**, Universidad de Sevilla – España
- (8) **Antonio Valleclillo**, Universidad de Málaga – España
- (9) **Carne Quer**, Universitat Politècnica de Catalunya – España
- (10) **Claudia Maria Lima Werner**, COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro
- (11) **Emília Mendes**, University of Auckland – Nueva Zelanda
- (12) **Ernesto Pimentel**, Universidad de Málaga – España
- (13) **Ernest Teniente**, Universitat Politècnica de Catalunya – España
- (14) **Esperanza Marcos**, Universidad Rey Juan Carlos – España
- (15) **Fernanda Aletar**, Universidade de Pernambuco – Brasil
- (16) **Francisco Ruiz**, Universidad de Castilla-La Mancha – España
- (17) **Gustavo Rossi**, Universidad Nacional de La Plata – Argentina
- (18) **Itana Gimenes**, Universidade Estadual de Maringá – Brasil
- (19) **Jaelson Castro**, Universidad Federal de Pernambuco – Brasil
- (20) **João Araújo**, Universidade Nova de Lisboa – Portugal
- (21) **Joao Falcão e Cunha**, Universidade do Porto – Portugal
- (22) **Jonás Montilva**, Universidad de Los Andes – Venezuela
- (23) **José Carlos Maldonado**, Universidade de São Paulo – Brasil
- (24) **Juan Hernández**, Universidad de Extremadura – España
- (25) **Judith Barrios**, Universidad de Los Andes – Venezuela
- (26) **Júlio Leite**, Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro – Brasil
- (27) **Kátia Marçal de Oliveira**, Universidade Católica de Brasília – Brasil
- (28) **Luca Cernuzzi**, Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción – Paraguay
- (29) **Luis Olsina**, Universidad Nacional de La Pampa – Argentina
- (30) **Maria Lancastre**, Universidade de Pernambuco – Brasil
- (31) **Manoel Mendonça**, Universidade Salvador UNIFACS – Brasil
- (32) **Marcello Visconti**, Universidad Técnica Federico Santa María – Chile
- (33) **Márcio Delamaro**, Centro Universitário Eurípides de Marília – Brasil
- (34) **Márcio de Oliveira Barro**, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – Brasil
- (35) **María Angélica Ovalles**, Universidad Simón Bolívar – Venezuela
- (36) **Mario Plattini**, Universidad de Castilla-La Mancha – España
- (37) **Miguel Katrib**, Universidad de La Habana – Cuba
- (38) **Nancy Zambrano**, Universidad Central de Venezuela – Venezuela
- (39) **Natalia Juristo**, Universidad Politécnica de Madrid – España
- (40) **Oscar Pastor**, Universidad Politécnica de Valencia – España
- (41) **Pere Botella**, Universitat Politècnica de Catalunya – España
- (42) **Regina Maria Maciel Braga**, Universidade Federal de Juiz de Fora – Brasil
- (43) **Ricardo de A. Falbo**, Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
- (44) **Sandra Fabbri**, Universidade Federal de Sao Carlos – Brasil
- (45) **Silvia Gordillo**, Universidad Nacional de La Plata – Argentina

---

## Revisores Colaboradores

---

- (1) **Alberto Abelló**, Universidad Politècnica de Catalunya – España
- (2) **Alicia Díaz**, Universidad Nacional de La Pampa – Argentina
- (3) **Antonia Reina Quintero**, Universidad de Sevilla – España
- (4) **Arló Claudio Dias Neto**, COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
- (5) **Heman Melgratti**, Universidad de Pisa – Italia
- (6) **Isabel Díaz**, Universidad Central de Venezuela – Venezuela
- (7) **Isi Castillo**, Universidad Central de Venezuela – Venezuela
- (8) **Ismael Navas**, Universidad de Pisa – Italia
- (9) **Javier Bazzocco**, Universidad Nacional de La Pampa – Argentina
- (10) **Joaquín Peña Siles**, Universidad de Sevilla – España
- (11) **Jobson Luiz Massolar da Silva**, COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
- (12) **José María Conejero**, Universidad de Extremadura – España
- (13) **Juan Manuel Murillo**, Universidad de Extremadura – España
- (14) **María Istela Cagnin**, Centro Universitário Eurípides de Marília – Brasil
- (15) **María José Escalona**, Universidad de Sevilla – España
- (16) **Pedro J. Clemente**, Universidad de Extremadura – España
- (17) **Pedro Valderas**, Universidad Politècnica de Valencia – España
- (18) **Razvan Popescu**, Universidad de Pisa – Italia
- (19) **Rodrigo de Oliveira Spinola**, COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
- (20) **Thalzel Fuentes**, Universidad de Pisa – Italia
- (21) **Valter Vieira de Camargo**, Centro Universitário Eurípides de Marília – Brasil
- (22) **Victoria Torres**, Universidad Politècnica de Valencia – España

## PRÓLOGO

Este volumen contiene los trabajos aceptados y presentados en el *X Workshop Iberoamericano de Ingeniería de Requisitos y Ambientes de Software: IDEAS'07* celebrado en la Isla de Margarita, Venezuela, del 7 al 11 de mayo de 2007.

Muy brevemente mencionaremos los números y los pasos que dimos durante el proceso de evaluación. Inicialmente se enviaron 104 resúmenes que finalmente se concretaron en el envío de 82 artículos. Cada artículo se asignó a 3 revisores. En la difícil decisión de aceptar o rechazar los trabajos se discutieron las discrepancias con respecto a un mismo artículo para alcanzar, donde fuera posible, un consenso. Además de esto adoptamos el criterio de aceptar como artículos todos y sólo aquellos que obtuvieron un promedio igual o superior a 4 sobre 6. Así, el resultado final ha sido que de los 82 artículos enviados, 29 han sido aceptados para su presentación.

La cantidad de trabajos enviados se ha mantenido, lo que constituye un síntoma claro del interés que existe por IDEAS. Esto nos hace pensar que, pasados 10 años, IDEAS ha lograrse consolidarse como un foro de primer nivel en Ingeniería del Software para Iberoamérica. Al mismo tiempo, el porcentaje de aceptación indica un nivel de exigencia interesante para la realidad Iberoamericana que puede ayudar a situar a IDEAS a una altura que permita obtener un mayor reconocimiento de las calificaciones de los autores en sus respectivos países.

Evidentemente, todo esto no hubiera sido posible sin la valiosa colaboración de distintos actores a quienes se dirigen nuestros más sinceros agradecimientos. Entre ellos cabe mencionar a los *autores*, por su esfuerzo en investigación, los *revisores*, *miembros del Comité de Programa* y sus *colaboradores*, quienes han realizado un esfuerzo particularmente intenso por la cantidad de trabajos recibidos y el proceso adoptado, los *miembros del Comité Organizador*, los *ponentes* de los tutoriales y conferencias invitadas, el *Comité Directivo de IDEAS* y todas las demás *personas e instituciones patrocinantes* que de distintas formas han contribuido para que este evento se constituya en una ocasión importante y beneficiosa para la comunidad científica en nuestra región.

Esperamos disfruten de IDEAS'07 así como de la cálida acogida y exuberante belleza de la Isla de Margarita.

Francisca Losavio  
Presidenta IDEAS'07

Guilherme Horta Travassos  
Co-Presidente Comité de Programa  
Vicente Pelechano  
Co-Presidente Comité de Programa

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>SESIÓN 1: LENGUAJES, MÉTODOS, PROCESOS Y HERRAMIENTAS (Parte 1) .....</b>	<b>1</b>
<b>Extracting the Best Features of Two Tropos Approaches for the Efficient Design of MAS .....</b>	<b>3</b>
María Jocelia Silva, Paulo Roberto Maciel, Rosa C. Pinto, Fernanda Alencar, Patrícia Tedesco, Jaelson Castro Universidade Federal de Pernambuco, Brasil	
<b>Soporte Automatizado a la Ingeniería de Requisitos de Seguridad .....</b>	<b>17</b>
Daniel Mellado <sup>1</sup> , Moisés Rodríguez <sup>2</sup> , Eduardo Fernández-Medina <sup>2</sup> , Mario Piattini <sup>2</sup> <sup>1</sup> Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, España <sup>2</sup> Universidad de Castilla-La Mancha, España	
<b>SESIÓN 2: MODELADO ORGANIZACIONAL .....</b>	<b>31</b>
<b>Construcción de Modelos de Requisitos a partir de Modelos de Procesos y de Metas .....</b>	<b>33</b>
José De la Vara, David Anes, Juan Sánchez Universidad Politécnica de Valencia, España	
<b>Modelagem de Requisitos Organizacionais, Não-Funcionais e Funcionais em Software Legado com Ênfase na Técnica I* .....</b>	<b>47</b>
Victor F. Araya S. <sup>1,2</sup> , André A. Vicente <sup>2</sup> , Fabio G. Köerich <sup>2</sup> , Jaelson Brelaz de Castro <sup>3</sup> <sup>1</sup> Universidad de Talca, Chile <sup>2</sup> Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil <sup>3</sup> Universidade Federal de Pernambuco, Brasil	
<b>SESIÓN 3: MEDICIÓN Y EXPERIMENTACIÓN .....</b>	<b>61</b>
<b>Validando la Usabilidad y Mantenibilidad de los Modelos de Procesos de Negocio: un Experimento y su Réplica .....</b>	<b>63</b>
Elvira Rolón <sup>1</sup> , Félix García <sup>2</sup> , Francisco Ruiz <sup>2</sup> , Mario Piattini <sup>2</sup> <sup>1</sup> Universidad Autónoma de Tamaulipas, México <sup>2</sup> Universidad de Castilla-La Mancha, España	
<b>Soporte de Información Contextual en un Marco de Medición y Evaluación .....</b>	<b>77</b>
Hernán Molina, Luis Olsina Universidad Nacional de La Pampa, Argentina	
<b>Propuesta de Marco para la Selección de Técnicas de Educación de Requisitos ...</b>	<b>91</b>
Dante Carrizo <sup>1</sup> , Oscar Dieste <sup>2</sup> <sup>1</sup> Universidad Complutense de Madrid, España <sup>2</sup> Universidad Politécnica de Madrid, España	

<b>SESIÓN 4: INGENIERÍA DE REQUISITOS .....</b>	<b>105</b>
<b>Discovering Group Communication Requirements .....</b>	<b>107</b>
Igor Miranda <sup>1</sup> , Renata Araujo <sup>2</sup> , Marcos Borges <sup>1</sup>	
<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil	
<sup>2</sup> Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil	
<b>Comparação do Impacto do Uso de um Processo de Engenharia de Requisitos entre Grupos de Desenvolvimento de Software - Um Estudo de Caso .....</b>	<b>121</b>
Elias Canhadas Genvigir <sup>1-2</sup> , Nilson Sant'Anna <sup>1</sup>	
<sup>1</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil	
<sup>2</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Brasil	
<b>Extensión al Modelo de Separación Multi-Dimensional de Concerns en Ingeniería de Requisitos .....</b>	<b>135</b>
Carlos A. Ospina, Carlos A. Parra, Luis F. Londoño, Raquel Anaya	
Universidad EAFIT, Colombia	
<b>SESIÓN 5: PROCESOS DEL NEGOCIO .....</b>	<b>149</b>
<b>Una Propuesta Basada en Modelos para la Construcción de Sistemas Ubicuos que den Soporte a Procesos de Negocio .....</b>	<b>151</b>
Pau Giner, Victoria Torres	
Universidad Politécnica de Valencia, España	
<b>Experiencia en Transformación de Modelos de Procesos de Negocios desde BPMN a XPDL .....</b>	<b>165</b>
Beatriz Mora, Francisco Ruiz, Félix García, Mario Piattini	
Universidad de Castilla-La Mancha, España	
<b>Verification of Models in a MDA Approach for Collaborative Business Processes ...</b>	<b>179</b>
Pablo Villarreal <sup>1</sup> , Jorge Roa <sup>1</sup> , Enrique Salomone <sup>1-2</sup> , Omar Chlotti <sup>1-2</sup>	
<sup>1</sup> Universidad Tecnológica Nacional, Argentina	
<sup>2</sup> INGAR-CONICET, Argentina	
<b>SESIÓN 6: LENGUAJES, MÉTODOS, PROCESOS Y HERRAMIENTAS (Parte 2) .....</b>	<b>193</b>
<b>Towards a Standardized Description and a Systematic Use of Social Patterns .....</b>	<b>195</b>
Carla Silva <sup>1</sup> , João Araújo <sup>2</sup> , Ana Moreira <sup>2</sup> , Jaelson Castro <sup>1</sup>	
<sup>1</sup> Universidade Federal de Pernambuco, Brasil	
<sup>2</sup> Universidade Nova de Lisboa, Portugal	
<b>Aplicación de QVT al Desarrollo de Almacenes de Datos Seguros: Un caso de Estudio .....</b>	<b>209</b>
Emilio Soler <sup>1</sup> , Juan Trujillo <sup>2</sup> , Eduardo Fernández-Medina <sup>3</sup> , Mario Piattini <sup>3</sup>	
<sup>1</sup> Universidad de Matanzas, Cuba	
<sup>2</sup> Universidad de Alicante, España	
<sup>3</sup> Universidad de Castilla-La Mancha, España	

<b>SESIÓN 7: MDA Y TRANSFORMACIÓN DE MODELOS .....</b>	<b>223</b>
<b>Marco de Referencia para la Evaluación de Herramientas basadas en MDA .....</b>	<b>225</b>
Juan Bernardo Quintero, Raquel Anaya de Paez	
Universidad EAFIT, Colombia	
<b>Composición de Transformaciones de Modelos en MDD basada en el Álgebra Relacional .....</b>	<b>239</b>
Roxana Giandini <sup>1</sup> , Gabriela Pérez <sup>1</sup> , Claudia Pons <sup>1-2</sup>	
<sup>1</sup> Universidad Nacional de La Plata, Argentina	
<sup>2</sup> Universidad Abierta Interamericana, Argentina	
<b>OOWS Suite: Un Entorno de Desarrollo para Aplicaciones Web basado en MDA ...</b>	<b>253</b>
Francisco Valverde, Pedro Valderas, Joan Fons	
Universidad Politécnica de Valencia, España	
<b>SESIÓN 8: LENGUAJES, MÉTODOS, PROCESOS Y HERRAMIENTAS (Parte 3) .....</b>	<b>267</b>
<b>Utilizando a Técnica I* para Modelar a Concepção de Vigotski Visando Auxiliar o Processo de Desenvolvimento de Software Educacional para Pessoas com Deficiência Visual .....</b>	<b>269</b>
Victor F. Araya S. <sup>1-2</sup> , Dorivaldo Rodrigues da Silva <sup>2</sup> , André Abe Vicente <sup>2</sup> , Jaelson de Castro <sup>3</sup>	
<sup>1</sup> Universidad de Talca, Chile	
<sup>2</sup> Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil	
<sup>3</sup> Universidad Federal de Pernambuco, Brasil	
<b>Intercambio de Modelos UML y OO-Method .....</b>	<b>283</b>
Beatriz Marín, Giovanni Giachetti, Oscar Pastor	
Universidad Politécnica de Valencia, España	
<b>Apoio Automatizado à Gerência de Riscos Cooperativa .....</b>	<b>297</b>
Victorio Carvalho, Alexandre Coelho, Ricardo Falbo	
Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil	
<b>SESIÓN 9: LENGUAJES, MÉTODOS, PROCESOS Y HERRAMIENTAS (Parte 4) .....</b>	<b>311</b>
<b>Um Modelo Integrado de Requisitos com Casos de Uso .....</b>	<b>313</b>
Michel Fortuna <sup>1-2</sup> , Claudia Werner <sup>1</sup> , Marcos Borges <sup>1</sup>	
<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil	
<sup>2</sup> Universidade Federal do Juiz de Fora, Brasil	
<b>Planejamento Integrado das Atividades de Codificação e Testes em Orientação a Objetos no Nível de Granularidade dos Métodos.....</b>	<b>327</b>
Tatiane Lopes, Clovis Fernandes	
Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brasil	
<b>Desenvolvimento de Interface com Usuário Dirigida por Modelos com Geração Automática de Código .....</b>	<b>341</b>
Lucas Issa <sup>1</sup> , Clarindo Pádua <sup>1</sup> , Rodolfo Resende <sup>1</sup> , Stenio Viveiros <sup>1</sup> , Pedro Neto <sup>2</sup>	
<sup>1</sup> Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil	
<sup>2</sup> Universidade Federal do Piauí, Brasil	

<b>SESIÓN 10: REQUISITOS Y COLABORACIÓN .....</b>	<b>355</b>
<b>OO-Sketch: Una Herramienta para la Captura de Requisitos de Interacción .....</b>	<b>357</b>
José Ignacio Panach, Sergio España, Inés Pederiva, Oscar Pastor Universidad Politécnica de Valencia, España	
<b>Colaboração e Negociação na Elicitação de Requisitos .....</b>	<b>371</b>
Danilo Freitas, Marcos Borges, Renata Araujo Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil	
<b>SESIÓN 11: SERVICIOS WEB Y COMPONENTES .....</b>	<b>385</b>
<b>Automated Generation of BPEL Adapters .....</b>	<b>387</b>
Antonio Brogi, Razvan Popescu Universidad de Pisa, Italia	
<b>Un Enfoque Dirigido por Modelos para el Desarrollo de Servicios Web Semánticos</b>	<b>401</b>
César J. Acuña, Esperanza Marcos, Mariano Minoli Universidad Rey Juan Carlos, España	
<b>Un Perfil UML para la definición de Componentes Inteligentes .....</b>	<b>415</b>
José Luis Pastrana <sup>1</sup> , Ernesto Pimentel <sup>1</sup> , Miguel Katrib <sup>2</sup> <sup>1</sup> Universidad de Málaga, España <sup>2</sup> Universidad de La Habana, Cuba	
<b>EVETIS'07: PRIMER ENCUENTRO VENEZOLANO SOBRE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN E INGENIERÍA DE SOFTWARE .....</b>	<b>427</b>

---

## Sesión 1

### Lenguajes, Métodos, Procesos y Herramientas (Parte 1)

3. Ferber, J., Gutknecht, O.: Admission of agents in groups as a normative and organizational problem. Workshop on Norms and Institutions in MAS, ACM press (2000)
4. FIPA: FIPA (The Foundation for Intelligent Physical Agents), Available: <http://www.fipa.org> (2004)
5. France, F., Kim, D., Ghosh, S., Song, E.: A UML-Based Pattern Specification Technique. IEEE Transactions on Software Engineering, 30, 3 (2004) 193 – 206
6. Gamma, E., Helm, R., Johnson, R., Vlissides, J.: Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software, Addison-Wesley (1995)
7. Giorgini, P., Kolp, M., Mylopoulos, J., Castro, J.: Tropos: A Requirements-Driven Methodology for Agent-Oriented Software. Henderson-Sellers, B. et al. (eds.): Agent-Oriented Methodologies. Idea Group (2005) 20 – 45
8. IEEE Computer Society: IEEE Recommended Practice for Architectural Description of Software-Intensive Systems: IEEE Std 1471 (2000)
9. Kiczales, G., Lamping, J., Mendhekar, A., Maeda, C., Lopes, C., Loingtier, J., Irwin, J.: Aspect-Oriented Programming. 11th European Conference Object-Oriented Programming (ECOOP'97). Springer-Verlag, Finland (1997)
10. Kim, D., France, R., Ghosh, S., Song, E.: Using Role-Based Modeling Language (RBML) as Precise Characterizations of Model Families. 8th IEEE International Conference on Engineering of Complex Computer Systems (ICECCS'02), Greenbelt, MD (2002)
11. Kolp, M., Do, T., Faulkner, S., Hoang, H.: Introspecting Agent Oriented Design Patterns. In: Advances in Software Eng. and Knowledge Eng., Vol. III, World Publishing (2005)
12. Mylopoulos, J., Kolp, M., Castro, J.: UML for agent-oriented software development: The Tropos proposal. 4th Unified Modeling Language (UML'01), Toronto, Canada (2001)
13. OMG: Unified Modeling Language (UML): Superstructure. Version 2.0, Available: [www.omg.org/docs/formal/05-07-04.pdf](http://www.omg.org/docs/formal/05-07-04.pdf) (2005)
14. OMG: Software Process Engineering Metamodel (SPEM) Specification. Version 1.1, Available: [www.omg.org/docs/formal/05-01-06.pdf](http://www.omg.org/docs/formal/05-01-06.pdf) (2006)
15. Rao, A. S. and Georgeff, M. P.: BDI agents: from theory to practice. Technical Note 56, Australian Artificial Intelligence Institute (1995)
16. Shaw, M. and Garlan, D.: Software Architecture: Perspectives on an Emerging Discipline. Prentice Hall (1996)
17. Silva, V., Noya, R., Lucena, C.: Using the UML 2.0 activity diagram to model agent plans and actions. 4th AAMAS'05, The Netherlands (2005) 594 – 600
18. Silva, C., Castro, J., Alencar, F. and Ramos, R.: Extending UML to Support Both Agency and Organizational Architectural Features. IX IDEAS, Argentina (2006)
19. Silva, C., Araújo, J., Moreira, A., Castro, J., Tedesco, P., Alencar, F., Ramos, R.: Modeling Multi-Agent Systems using UML. 20th SBES, Florianópolis, Brazil (2006)
20. Silva, C., Araújo, J., Moreira, A., Castro, J.: Designing Social Patterns using Advanced Separation of Concerns. In: 19th International Conference Advanced Information Systems Engineering (CAISE'07), 11-15 June 2007, Trondheim, Norway (to appear)
21. Silva, C.: Tropos Detailed Design. Technical Report, Available: [cin.ufpe.br/~ctlts/TDD.pdf](http://cin.ufpe.br/~ctlts/TDD.pdf)
22. Wautelet, Y., Kolp, M. and Achbany, Y.: S-Tropos - An Iterative SPEM-Centric Software Project Management Process. Technical Report, Available at [http://www.isys.ucl.ac.be/staff/youssef/Articles/WP\\_SPEM.pdf](http://www.isys.ucl.ac.be/staff/youssef/Articles/WP_SPEM.pdf) (2005)
23. Whittle, J. and Araújo, J.: Scenario Modeling with Aspects. Rashid, A. et al. (eds.): IBE Proceedings - Software, Special Issue on Early Aspects: Aspect-Oriented Requirements Engineering and Architecture Design (2004).
24. Yu, E.: Modelling Strategic Relationships for Process Reengineering. Ph.D. thesis. Department of Computer Science. University of Toronto, Canada (1995)
25. Zambonelli, F., Jennings, N., Wooldridge, M.: Developing Multiagent Systems: the Gaia Methodology. ACM Transactions on Soft. Eng. and Methodology, 12, 3 (2003) 317 – 370

## Aplicación de QVT al desarrollo de Almacenes de Datos Seguros: Un caso de estudio

Emilio Soler<sup>1</sup>, Juan Trujillo<sup>2</sup>, Eduardo Fernández-Medina<sup>3</sup> y Mario Piattini<sup>3</sup>

(1) Departamento de Informática. Universidad de Matanzas (Cuba)  
Autopista de Varadero km 3. Matanzas. Cuba.  
[emilio.soler@umcc.cu](mailto:emilio.soler@umcc.cu)

(2) Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos. Universidad de Alicante  
C/ San Vicente S/N 03690 Alicante (España)  
[jtrujillo@dlsi.ua.es](mailto:jtrujillo@dlsi.ua.es)

(3) Grupo ALARCOS, Departamento de Tecnologías y Sistemas de Información  
Centro Mixto de Investigación y Desarrollo de Software UCLM - Soluziona  
Universidad de Castilla-La Mancha  
Paseo de la Universidad, 4 – 13071 Ciudad Real, España  
{eduardo.fdzmedina, mario.piattini}@uclm.es

**Resumen.** Los almacenes de datos (DWs) con frecuencia almacenan información histórica y agregada, extraída de múltiples, heterogéneas y distribuidas fuentes de información, por ello, la seguridad es un aspecto crucial para su desarrollo. El empleo del estándar *Model Driven Architecture* (MDA) en el modelado seguro de los DWs permite la obtención del esquema lógico a partir del modelo conceptual multidimensional. En este artículo, aplicamos el lenguaje *Query/View Transformation* (QVT) al desarrollo de un DWs seguro mediante un caso de estudio. Primero, introducimos el caso de estudio relacionado con un sistema típico sanitario. Después, con la aplicación de un conjunto de relaciones QVT, transformamos todos los requisitos de seguridad y auditoría representados en el modelo conceptual multidimensional al nivel lógico, para ello nos basamos en la construcción de un esquema copos de nieve. De este esquema, resulta fácil la obtención de código para una plataforma específica que implemente aspectos de seguridad y auditoría.

**Keywords:** Relaciones QVT, seguridad de datos, MDA, modelado multidimensional seguro.

### 1 Introducción

El modelado multidimensional (MD) es la base de los Almacenes de Datos (*Data Warehouses*, DWs), las Bases de Datos MDs, y aplicaciones de Procesamiento Analítico En-Línea (*On-Line Analytical Processing* OLAP). Estas aplicaciones de manera conjunta constituyen un mecanismo muy poderoso para descubrir información de negocio crucial en los procesos de toma de decisiones estratégicas.

Los DWs con frecuencia almacenan información histórica y agregada, extraída de múltiples, heterogéneas, autónomas y distribuidas fuentes de información, por ello, la supervivencia de las organizaciones depende de la correcta gestión, seguridad y confidencialidad de la información [1]. La información de seguridad es un requisito serio que debe ser considerado, no como un aspecto aislado, sino como algo presente en todas las etapas del ciclo de vida de desarrollo, desde el análisis de los requisitos hasta la implementación y mantenimiento [2]. Lo anterior justifica que es crucial especificar medidas de confidencialidad en el modelado MD y hacerlas cumplir.

El *profile* de UML presentado en [3] permite especificar los principales aspectos de seguridad en el modelado MD de los DWs. En [4] presentamos una extensión del metamodelo relacional del *Common Warehouse Metamodel* (CWM) que permite especificar a nivel lógico todas las medidas de seguridad y auditoría consideradas en el modelado conceptual del DW. Estas dos propuestas se integran bajo la arquitectura *Model Driven Architecture* (MDA) en [5], para establecer un PIM (*Platform Independent Model*) y un PSM (*Platform Specific Model*) seguro, así como un conjunto de relaciones *Query/View/Transformations* (QVT) para el modelado de DWs seguros. De esta manera proponemos una solución al denominado hueco semántico existente entre modelos conceptuales avanzados e implementaciones relacionales o multidimensionales de cubos de datos [6].

En este trabajo aplicamos un conjunto de relaciones QVT al desarrollo de un DW seguro. El caso de estudio presentado está relacionado con un sistema típico sanitario. El modelo conceptual multidimensional considerado es transformado en un esquema lógico relacional y a partir de este explicamos como obtener código para una plataforma destino. Para ello utilizamos un PIM Multidimensional Seguro (*Secure Multidimensional PIM*, SMD PIM) y un PSM Multidimensional Seguro (*Secure Multidimensional PSM*, SMD PSM) así como las relaciones definidas en [5].

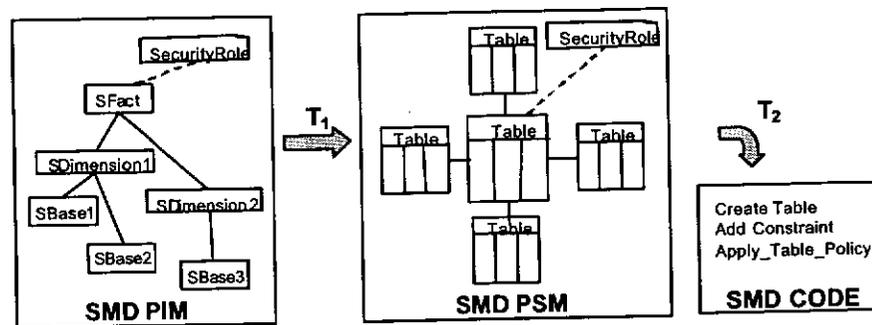


Fig 1. Esquema general de la transformación

En la Figura 1 ilustramos la arquitectura MDA Multidimensional Segura propuesta en [5]. A la izquierda aparece el *Secure Multidimensional* (SMD) esquema conceptual, es decir, el SMD PIM. Mediante la transformación  $T_1$  obtenemos el esquema relacional lógico, es decir, el SMD PSM, representado en el centro de la Figura 1. Si elegimos un SGBD que implemente aspectos de seguridad, entonces el SMD PSM se transforma según  $T_2$  en código para la plataforma destino. Este código lo llamamos Código Multidimensional Seguro (*Secure Multidimensional Code*, SMD

*Code*). Obsérvese cómo la restricción de seguridad, es decir, la *securityRule* (representada mediante una nota de UML) es transformada del nivel conceptual al nivel lógico mediante  $T_1$ , y más tarde transformada en código mediante la transformación  $T_2$ .

El resto de este artículo se estructura como sigue. La sección 2 comienza introduciendo el caso de estudio relacionado con un sistema sanitario. Le sigue una explicación del modelado conceptual multidimensional para introducir el PIM y termina esta sección aplicando las transformaciones QVT para obtener el PSM. Finalmente la sección 3 presenta las principales conclusiones y el trabajo futuro inmediato.

## 2 Caso de estudio

En esta sección, aplicamos las transformaciones QVT al desarrollo de un DW seguro relacionado con un sistema típico sanitario. Hemos omitido algunos detalles para hacer más comprensible el caso de estudio. El ejemplo es una versión ampliada de [4]. Después de considerar el modelo multidimensional que representa nuestro PIM, definimos relaciones QVT para construir un PSM relacional que constituye un esquema *snowflake*<sup>1</sup> a nivel lógico. Este PSM relacional representa una instancia del metamodelo relacional extendido de CWM que aparece en [5].

Un hospital desea automatizar los ingresos de los pacientes así como guardar millones de registros de complejos tratamientos realizados a pacientes. La información que manipula un sistema sanitario requiere confidencialidad, de ahí que resulta interesante construir un DW que contemple de manera exacta requisitos de seguridad.

La clase *Admission* guarda información acerca de de los pacientes que ingresan a uno o más hospitales. Para almacenar los datos del paciente y de su diagnóstico son necesarias las clases, *Diagnosis*, *Patient*, *Time*, *Diagnosis\_Group* y *City*. La clase *UserProfile* contiene información de todos los usuarios que tendrán acceso al sistema (ver Figura 2).

Hemos usado los siguientes niveles de seguridad: *confidential*, *secret* y *topSecret*, así como los roles de usuarios *Health* (incluyendo los subroles *Doctor* y *Nurse*) y *nonHealth* (incluyendo los subroles *Mantenimiento* y *Administrativo*). La raíz de esta jerarquía de roles es *EmpleadoHospital*. En este ejemplo no hemos considerado categorías de usuario

### 2.2 Modelado conceptual multidimensional

La Figura 2 muestra un modelo MD seguro que incluye una clase de hecho (*Admission*), tres dimensiones (*Diagnosis*, *Patient* y *Time*), cinco clases base (*DataD*, *Diagnosis\_Group*, *DataP*, *City*, y *DataT*), y una clase (*UserProfile*). La clase de

<sup>1</sup> Para detalles sobre este modelo el lector puede consultar la referencia [9].



### 2.3 Relaciones QVT para obtener el PSM

Un modelo específico de plataforma es una vista de un sistema desde el punto de vista de la plataforma. Un PSM combina la especificación del PIM con los detalles que especifican cómo el sistema usa un determinado tipo de plataforma [8]. En el diseño de bases de datos y almacenes de datos, el modelado conceptual da lugar al PIM, y el modelado lógico al PSM. Existen varias propuestas para representar los modelos multidimensionales a nivel lógico, todas ellas dependen de las propiedades del SGBD (*Relational Online Analytical Processing*, ROLAP, *multidimensional online analytical processing*, MOLAP o *Hybrid Online Analytical Processing*, HOLAP). Aunque Kimball [9] asegura que la representación más común es sobre plataformas relacionales, es decir, sobre sistemas ROLAP.

El SMD PSM permite representar a nivel relacional los requisitos de seguridad que fueron representados en el modelado conceptual del DW. En este modelo podemos representar tablas, columnas, claves primarias y ajenas, etc. De este modo podemos establecer seguridad en atributos y tablas. Mediante notas de UML [7] expresamos las restricciones de seguridad que fueron modeladas a nivel conceptual.

```

Transformation SMD To SREL(SMD: SECDW.)
SREL: SECRDW)
{
key Table(name, Schema);
key Column (name, owner);
key UserProfile(name, Schema);
key PrimaryKey(name, owner);
key ForeignKey(name, owner);
key SecurityProperty(name, owner);
key SecurityConstraint(name, owner);
top relation SecureDW2SSchema()
top relation UserProfile2RUserProfile{}
top relation SFact2STable {}
top relation SDegenerateFact2STable{}
top relation SDimension2STable{}
//Association SFact with SDimension
top relation AssocSF_SD2FKey{}
//Association SDegenerateFact with SDimension
top relation AssocSDF_SD2FKey
// Association SDegenerateFact with SFact
top relation AssocSDF_SF2FKey{}
}
    
```

Fig. 3. Transformación SMD PIM a SMD PSM

La transformación principal contiene relaciones del tipo *top-level*. En cada relación mediante las cláusulas *when* y *where* se especifican pre y post-condiciones que debe satisfacer la relación. En la Figura 3 hemos representado la transformación principal. La primera relación en ejecutarse es *SecureDW2SSchema*, con ella, todos niveles de seguridad: *confidencial*, *secret* y *topsecret*, así como toda la jerarquía de roles son transformados en sus equivalentes de *SSchema*. La relación *UserProfile2RUserProfile* transforma la clase *UserProfile* en una tabla perteneciente a *SSchema* que tendrá el mismo nombre de *UserProfile*. La relación que sigue, es decir, *SFact2STable* es mostrada en su notación gráfica en la Figura 4, mediante esta

relación cada *SFact* conjuntamente con sus propiedades de seguridad es transformada en una tabla que contendrá la misma información de seguridad.

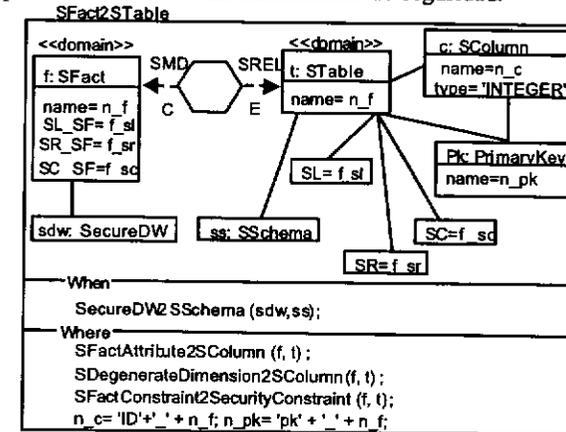


Fig. 4. Transformando Sfacts en STables

La cláusula *where* invoca a las relaciones que deben ser ejecutadas. En la Figura 5, vamos a mostrar cómo se transforman los atributos de *SFact* en *SColumns* de la tabla que representa a la *SFact*, de modo que, cada columna contendrá la información de seguridad de su correspondiente atributo en la *SFact*

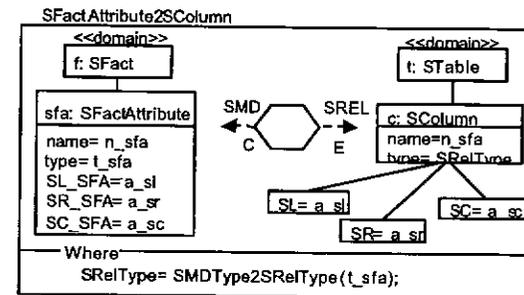


Fig. 5. Transformando SAttributes en SColumns

En la Figura 6 mostramos el resultado de aplicar la relación *SFact2STable* a nuestro caso de estudio. La *SFact Admission* es transformada en una tabla del modelo SMD PSM, es decir, en la tabla *Admission*, que tendrá una clave primaria, así como las propiedades de seguridad *securityLevel* y *securityRole*.

La Figura 7 muestra el resultado de aplicar la relación *SFactAttribute2SColumn*, como consecuencia, la tabla *Admission* contendrá las columnas *type* y *cost* de tipo *string* y *float* respectivamente. La columna *cost* tendrá asociado la propiedad de seguridad *securityRole*. En la propia Figura 7, los requisitos de seguridad asociados a

la tabla *Admission* son modelados en el encabezamiento de la tabla, tal y como lo garantiza el metamodelo SECRDW [4].

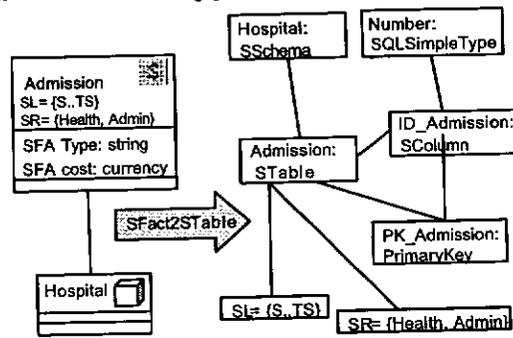


Fig 6. Aplicando SFact2STable

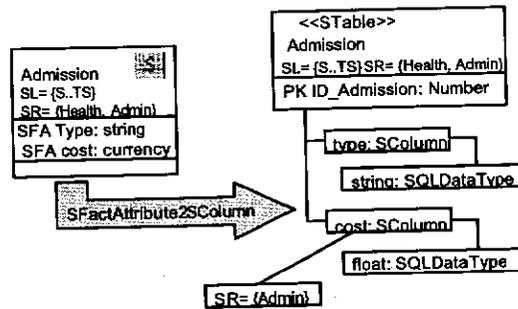


Fig 7. Aplicando SFact Attribute2 SColumn

Continuando con las relaciones que aparecen en la cláusula where de *SFact2STable*, corresponde ahora aplicar la relación *SDegenerateDimension2SColumn*, en nuestro caso no se presenta pues no tenemos relaciones *many-to-many* entre la *SFact Admission* y las *SDimensions*.

La Figura 8 presenta la definición de la relación *SFactConstraint2SecurityConstraint*, la cual garantiza que todas las *constraints* asociados a la *SFact* se transforman en *constraints* asociados a la tabla, tal y como puede verse en la Figura 9. El metamodelo SECRDW [4], garantiza que estos *constraints* se modelan a nivel lógico mediante notas asociadas a la tabla.

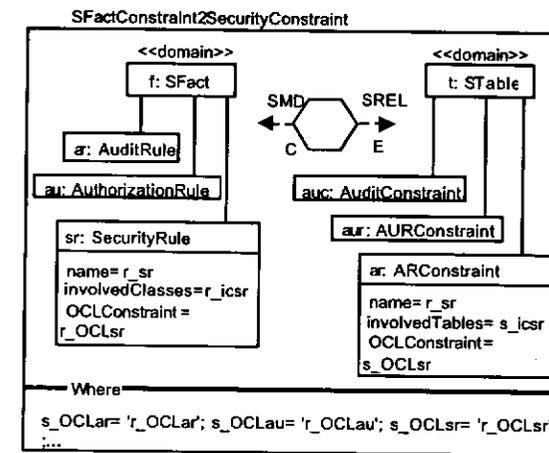


Fig 8. SFactConstraint2SecurityConstraint

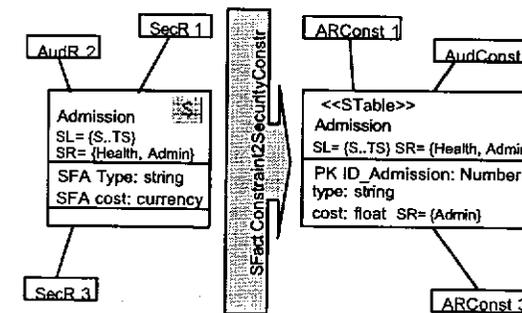


Fig. 9. Aplicando SFactConstraint2SecurityConstraint

Continuando con la transformación principal que aparece en la Figura 3, corresponde la aplicación de la relación *SDegeneratefact2STable*, la cual no se presenta pues todas las relaciones entre la *SFact Admission* y las *SDimensions* son del tipo *many-to-many*. En la Figura 10 presentamos la definición de la relación *SDimension2STable*.

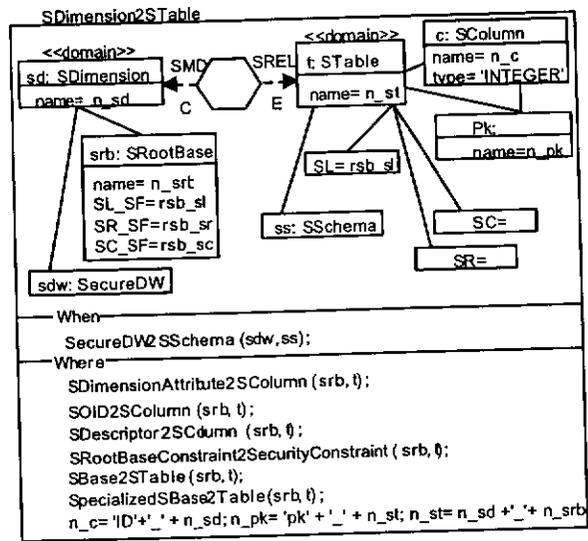


Fig. 10. Transformando SDimension en STable

En el modelado multidimensional las dimensiones no tienen atributos [10], por ello, la relación *SDimension2STable* cuando es ejecutada crea una tabla cuyo nombre es la concatenación del nombre de la dimensión con el nombre de la *rootBase*, es decir, la única *SBase* asociada a la *SDimension*. Toda la información de seguridad que tiene asociada la *rootBase* se transforma en propiedades de seguridad de la tabla y mediante la ejecución de las relaciones que aparecen en la cláusula *where* de la relación *SDimension2STable*, se garantiza que todos los atributos de *rootBase* van a conformar las columnas de la tabla.

En la Figura 11 se ilustra la aplicación de la relación *SDimension2STable*, como resultado de aplicar esta relación se crea la tabla *Patient\_DataP*, con todas las propiedades de seguridad que tiene asociada la *rootBase* en este caso, el nivel de seguridad será *secret* y los roles de usuarios *health* y *admin*.

Varias de las relaciones que aparecen en la cláusula *where* de la relación *SDimension2STable* guardan cierta similitud con las definidas para la relación *SFact2STable*, por ello, a continuación vamos a definir la relación *SBase2STable*.

En la Figura 12 mostramos la definición de la relación *SBase2STable*. Esta relación crea una tabla con clave primaria, así como una clave ajena en la tabla que recibe como parámetro cuando es invocada, lógicamente la clave primaria y la clave ajena estarán asociadas para garantizar que las tablas forman parte de una relación *one-to-many* entre las *SBase*s. En la cláusula *where* aparece un llamado a esta relación nuevamente, así como a *SpecializedSBase2STable* para asegurarnos que recorremos toda la jerarquía de bases que conforman la dimensión.

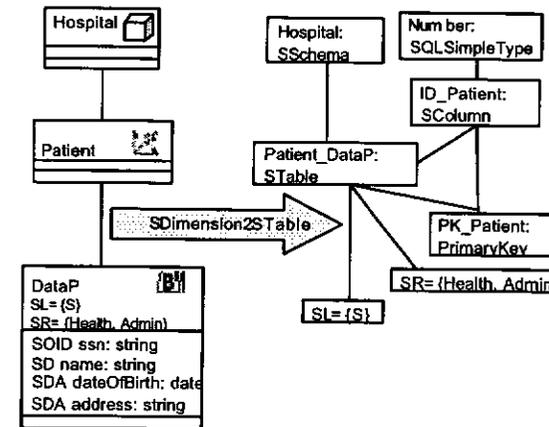


Fig. 11. Aplicando SDimension2STable

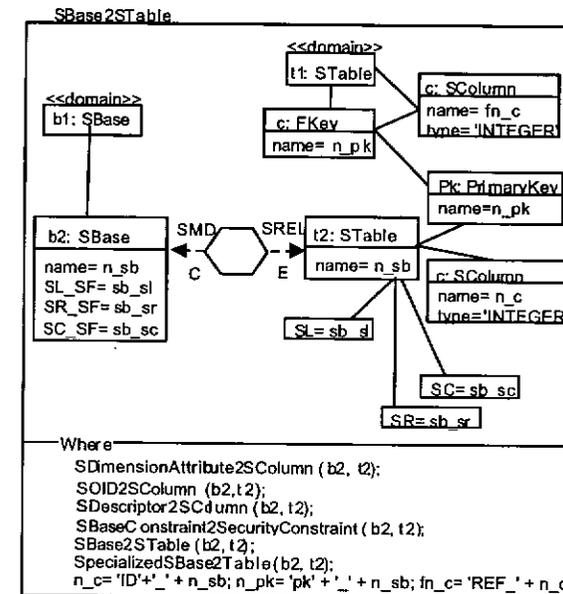


Fig. 12. Transformando SBase en STable

En la Figura 13 ilustramos la aplicación de la relación *SBase2STable* a nuestro caso de estudio. Cuando la relación es ejecutada se crea la tabla *City* con la clave primaria *PK\_City*. Esta clave primaria estará asociada con la clave ajena que también es creada en la *STable Patient\_Data*. La tabla *City* tendrá asociada la propiedad de

seguridad definida mediante *securityLevel* con valor confidencial. El resultado final es que las tablas *City* y *Patient\_DataP* quedan relacionadas.

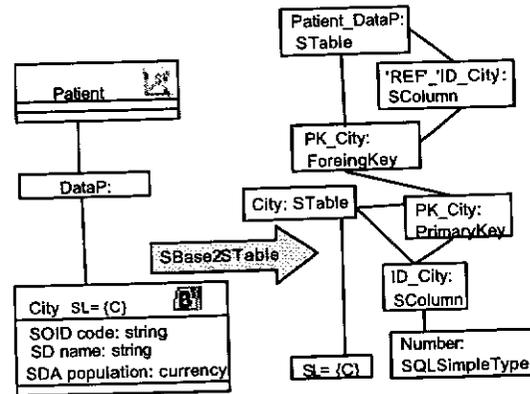


Fig. 13. Aplicando SBase2STable

Las primeras cuatro relaciones que aparecen en la cláusula *where* de la relación *SBase2STable* garantizan la transformación de todos los atributos de la *SBase* en columnas de la tabla que representa a la *SBase*, así como la transformación de todos los *constraints* asociados a la *SBase* en *constraints* asociados a la tabla que representa a la *SBase*. Los llamados a las relaciones *SBase2STable* y *SpecializedBase2STable* permiten hacer recursividad para recorrer toda la jerarquía de bases que conforman la dimensión. La relación *SpecializedBase2STable* tiene cierta similitud con la relación *SBase2STable*, por esa razón no la vamos a definir.

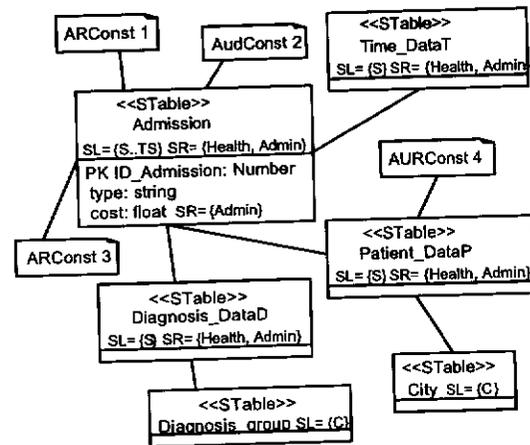


Fig. 14. Esquema copos de nieve representando una instancia del SMD PSM

Para completar el caso de estudio sólo nos resta aplicar las relaciones *AssocSF\_SD2FKKey*, *AssocSDF\_SD2FKKey* y *AssocSDF\_SF2FKKey*, que permiten

establecer relaciones entre *SFact* y las *SDimensions*, entre las *SDegenerateFact* y las *SDimensions* y entre las *SFact* y las *SDegenerateFact*. En nuestro caso sólo procede establecer relaciones entre la *SFact Admission* y las *SDimensions*, pues no tenemos *SDegenerateFact*. Como consecuencia de aplicar la relación *AssocSF\_SD2FKKey* resulta que en la tabla *Admission* se crean tres claves ajenas que permiten relacionar a la tabla *Admission* con las tablas *Diagnosis\_DataD*, *Patient\_DataP* y *Time\_DataT*.

En la Figura 14 hemos omitido los atributos en algunas tablas, así como las claves primarias y ajenas para hacer que el esquema *snowflake* sea más comprensible. Obsérvese cómo las restricciones de seguridad han sido modeladas a nivel lógico.

El DBMS Oracle 9i permite implementar bases de datos multiniveles y tiene además un componente llamado *Oracle Label Security (OLS)* [11], que permite establecer seguridad mediante predicados y funciones etiquetadas. Para ilustrar las posibilidades de OLS vamos a centrarnos únicamente en el *ARConstraint* etiquetado con el número 3 en la Figura 14. En la Tabla 1 (1) muestra cómo mediante la creación de una función y el uso de etiquetas de seguridad podemos definir lo siguiente: Si el valor de la columna *Cost* es mayor que 10000 entonces la etiqueta de seguridad estará compuesta por el nivel de seguridad *topSecret* y por los roles usuarios *Health* y *Admin*, en caso contrario, la etiqueta de seguridad estará compuesta por el nivel de seguridad *Secret* y los mismos roles de usuarios. La Tabla 1 (2) muestra cómo enlazar esta función etiquetada con la tabla *Admission*.

Tabla 1. Ejemplo de implementación de aspectos de seguridad en OSL

```
(1) CREATE FUNCTION Which_Cost (Cost: Integer) Return
LBACSYS.LBAC_LABEL
As MyLabel varchar2(80)
Begin
If Cost > 10000 then MyLabel:= ' TS::Health, Admin'; else
MyLabel:= ' S::Health, Admin'; end if;
Return TO_LBAC_DATA_LABEL('MyPolicy', MyLabel);
End;
(2) APPLY_TABLE_POLICY ('MyPolicy', 'Admission',
'Scheme', , 'Which_Cost')
```

### 3 Conclusiones y trabajo futuro

En este artículo hemos aplicado un conjunto de relaciones QVT al desarrollo de un DW seguro. El caso de estudio desarrollado constituye una aplicación de la arquitectura MDA Multidimensional Segura, en la que definimos un PIM y un PSM seguro así como la correspondiente transformación mediante el estándar QVT. El caso de estudio desarrollado pone de manifiesto que la arquitectura MDA puede ser aplicada al modelado seguro de los DWs, ya que esta permite obtener el modelo lógico del DW para una plataforma relacional a partir del modelo conceptual. Si utilizamos un DBMS como Oracle9i, entonces muchas de las propiedades de seguridad y auditoría modeladas en el esquema *snowflake* a nivel lógico, pueden ser transformadas en código, con ello evidenciamos que es posible automatizar todo el

proceso de diseño de un DW seguro, lo que resulta un ahorro de tiempo para los desarrolladores.

Nuestro trabajo futuro consiste en estudiar la posibilidad de implementar las relaciones QVT utilizando la capacidad que ofrecen algunas plataformas.

### Agradecimientos

Este proyecto ha sido parcialmente financiado por los proyectos METASIGN (TIN2004-00779) del Ministerio Español de Educación y las Ciencias, DADASMECA (GV05/220) del gobierno regional de Valencia, DIMENSIONS (PBC-05-012-1), DADS (PBC-05-012-2) FEDER y por la Consejería de Ciencia y Tecnología de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

### Referencias

1. G. Dhillon and J. Backhouse, "Information Systems Security Management in the New Millennium.," *Communications of the ACM*, vol. 43 (7), 2000.
2. P. Devanbu and S. Stubblebine, "Software Engineering for Security: a Roadmap," presentado en The Future of Software Engineering, Limerick, Ireland, 2000.
3. R. Villarroel, E. Fernández-Medina, and M. Piattini, "A UML 2.0/OCL Extension for Designing Secure Data Warehouses," *Journal of Research and Practice in Information Technology*, vol. 38, 2006.
4. E. Soler, R. Villarroel, J. Trujillo, E. Fernández-Medina, and M. Piattini, "Representing Security and Audit Rules for Data Warehouses at the Logical Level by using the Common Warehouse Metamodel," ARES'06, Vienna, Austria, 2006.
5. E. Soler, J. Trujillo, E. Fernández-Medina, and M. Piattini, "Un Conjunto de Transformaciones QVT para el Modelado De Almacenes de Datos Seguros," DSDM'06. Desarrollado en el marco de las XI Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos, Sitges, España, 2006.
6. J. Hammer, M. Schneider, and T. Sellis, "Data Warehousing at the Crossroads," presentado en The Dagstuhl Perspectives Workshop, Dagstuhl, Germany, 2004.
7. G. Booch, J. Rumbaugh, and I. Jacobson, *The Unified Modeling Language: User Guide.*: Addison-Wesley, 1999.
8. J. Miller and J. Mukerji, "MDA Guide Version 1.0.1," 2003.
9. R. Kimball and M. Ross, *The Data Warehousing Toolkit*, 2 edition ed: John Wiley, 2002.
10. S. Luján-Mora, J. Trujillo, and I.-Y. Song, "A UML profile for multidimensional modeling in data warehouses," *Data & Knowledge Engineering (DKE)*, vol. 59, pp. 725-769, 2006.
11. J. Levinger, "Oracle Label Security. Administrator's guide. Release 2.0 (9,2)," 2002.