

# Reuso Orientado a Dominios: Hacia un Proceso Integral de Desarrollo de Líneas de Productos de Software

Agustina Buccella, Juan Luzuriaga, Alejandra Cechich,  
Rodolfo Martínez, Rafaela Mazalu, Marcos Cruz,  
Matias Pol'la, Maximiliano Arias y Adriana Martin  
GIISCO Research Group  
Departamento de Ciencias de la Computación  
Universidad Nacional del Comahue  
Neuquen, Argentina  
agustina.buccella@fi.uncoma.edu.ar

Maria del Socorro Doldan y Enrique Morsan  
Instituto de Biología Marina y Pesquera "Almirante Storni"  
Universidad Nacional del Comahue  
Ministerio de Producción de Rio Negro  
San Antonio Oeste, Argentina  
{msdoldan, qmorsan}@gmail.com

Tamara Rubilar  
Centro Nacional Patagónico - CENPAT-CONICET  
Puerto Madryn, Chubut, Argentina  
tamararubilar@gmail.com

## 1. Resumen

El reuso de software en general abarca todas aquellas técnicas, procesos y metodologías que tienen por objetivo la reutilización de artefactos de software, creados en cualquiera de las etapas del ciclo de vida, para ser utilizados en nuevos desarrollos o en la construcción de nuevas versiones. Los beneficios a los cuales se debe arribar, a grandes rasgos, son la mejora de los tiempos de desarrollo, la rápida puesta en el mercado y los costos, maximizando al mismo tiempo la calidad de los productos de software resultantes. En particular, el reuso orientado a dominios se basa en el mismo concepto abocando a los mismos beneficios, pero considerando que dicha reutilización se generará dentro de dominios particulares. Dentro de esta área surge la Ingeniería de Líneas de Productos de Software (ILPS) que utiliza el reuso de dominios como mecanismo para lograr una estructura común de servicios (llamada similitudes), en la cual se basan todos los productos a ser desarrollados. A su vez, agrega una estructura variable (llamada variabilidad) que permite brindar mayor flexibilidad logrando crear productos con bases similares pero adaptados a las

necesidades específicas de los diferentes usuarios u organizaciones pertenecientes a esos dominios. En nuestro proyecto, nos basamos en la creación de nuevas técnicas y recursos para lograr una mejora dentro de un proceso integral de desarrollo de las LPSs. En particular nos enfocamos en la definición de actividades que diseñan y aplican artefactos de software en dos dominios específicos: el dominio geográfico y el de gobierno electrónico.

**Palabras Clave:** Líneas de Productos de Software - Artefactos de Software - GIS - Gobierno Electrónico

## 2. Contexto

La línea presentada se inserta en el contexto de los siguientes proyectos y acuerdos de cooperación:

- *Programa: Desarrollo de Software Basado en Reuso (04/F001)*. Acreditado por la Universidad Nacional del Comahue según Ordenanza 1268/13. Directora: Dra. Alejandra Cechich.
- *Proyecto: Reuso Orientado a Dominios*. Incluido dentro del Programa. Directora:

Dra. Agustina Buccella, Codirector: Mg. Juan Manuel Luzuriaga.

- *Acuerdo de Cooperación* entre el Laboratorio de Investigación en Ecología Bentónica y el Laboratorio de Parasitología e Histopatología de Moluscos del Instituto de Biología Marina y Pesquera Almirante Storni.

### 3. Introducción

La Ingeniería de Líneas de Productos de Software (ILPS) [4, 8, 18] contempla la definición de partes comunes de un conjunto de productos dentro de un dominio específico y al mismo tiempo provee un mecanismo para modelar la variabilidad dentro de los mismos. A diferencia del desarrollo de software individual, en la ILPS se debe realizar un mayor esfuerzo inicial para identificar y obtener aquellos requerimientos que formarán parte de la línea, es decir, la plataforma de los productos. Estos requerimientos son tanto funcionales como no funcionales, incluyendo particularmente los atributos de calidad de un sistema de software. Una vez obtenida la plataforma de la línea de productos, se deben identificar los requerimientos particulares de cada producto. Es en este punto, donde la flexibilidad de la plataforma juega un rol fundamental ya que es la que definirá, en cierta medida, el rango de productos que es posible crear desde la LPS. Es deseable que la base que contiene las características comunes sea lo más flexible posible para permitir el reuso de la misma, y lo suficientemente acotada para no generar un conjunto inmanejable de posibilidades.

Para generar o facilitar la flexibilidad de la plataforma es deseable que los módulos o componentes que la componen sean adaptables a los diferentes sistemas que puedan ser generados. Para lograr esto es necesario identificar y describir las funcionalidades de la línea de productos que pueden variar en función de las características que ofrecen, los requisitos que necesitan, o incluso en términos de la arquitectura subyacente. Es por esto que la plataforma de la LPS deberá proporcionar los medios para satisfacer las necesidades de diferentes clientes. Una forma de propiciar un ambiente para mejorar la flexibilidad de la LPS es por medio de la definición y uso de componentes bien definidos en base a los lineamientos de la Ingeniería de Software Basada en Componentes (ISBC) [3, 22]. También es necesaria la adopción o redefinición de una metodología para la gestión de variabilidad que

permita administrar la variabilidad durante todo su ciclo de vida [9, 21].

Dentro de las LPSs el primer aspecto a definir es el dominio en el cual los servicios y futuros componentes van a ser desarrollados para que puedan luego ser reusados en los productos creados para dicho dominio. En particular, dentro de la línea de investigación actual estamos trabajando en dos dominios específicos en donde ya contamos con algunos resultados visibles. Dichos dominios son:

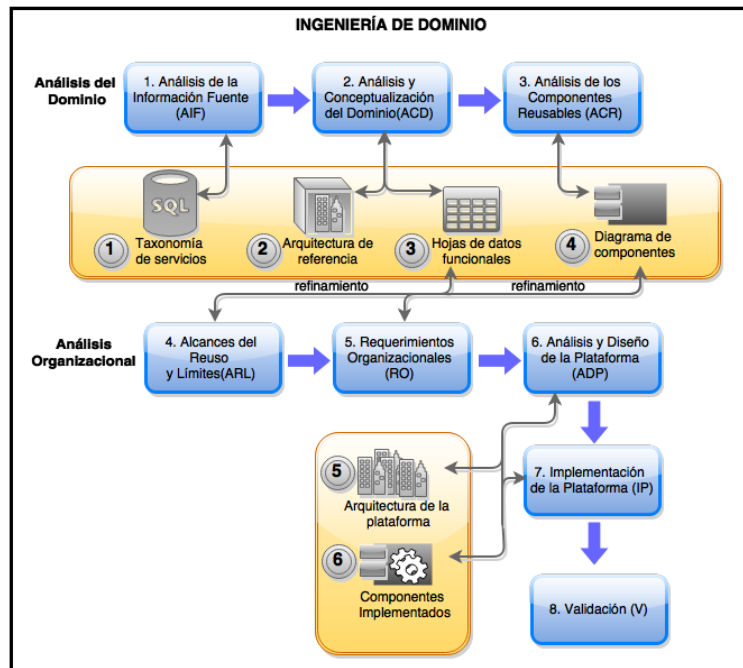
- *Dominio Geográfico* [7, 11, 12]: Este dominio incluye el conjunto de datos, estructuras y operaciones necesarias para representar, manipular y visualizar la información geográfica. Construir una LPS dentro de este dominio significa explorar y definir las variabilidades posibles dentro de los subdominios que la información geográfica abarca. Esta división en subdominios más manejables se propuso en trabajos previos [5, 6] mejorando la complejidad inherente del dominio geográfico general. Por esto, se ha trabajado dentro del subdominio de ecología marina en el cual hemos desarrollado una taxonomía de servicios [6] basada en los estándares geográficos definidos por el Open Geospatial Consortium<sup>1</sup> (OGC) y la International Organization for Standardization<sup>2</sup> (ISO). En particular, dicha taxonomía se deriva de la especialización de la ISO/DIS 19119<sup>3</sup> enfocándose en los servicios específicos del subdominio.

Al mismo tiempo hemos definido una metodología de desarrollo, la cual se basa en la construcción de artefactos de software para cada una de las actividades, comenzando con la taxonomía previamente descrita. En la Figura 1 podemos observar las actividades y artefactos de la metodología la cual se divide en dos tipos de análisis: de *dominio* y *organizacional*. El análisis de dominio involucra el análisis y diseño de la información dentro de un dominio específico pero enfocándose en una vista general. Luego, el análisis organizacional utiliza la organización de la información anterior para adaptarla al contexto de la LPS que está siendo desarrollada. Así, el análisis de dominio impacta directamente en el organizacional. En trabajos previos [1, 2, 13, 19, 20] hemos presentado las bases

<sup>1</sup><http://www.opengeospatial.org/>

<sup>2</sup><http://www.iso.org>

<sup>3</sup>ISO/DIS 19119 : Geographic information Services, ISO/TS 2005



**Figura 1. Actividades y artefactos de software involucrados en la actividad de ingeniería de dominio de una LPS**

de la metodología dentro de la fase de ingeniería de dominio de las LPSs.

Así, en la Figura 1 podemos observar como primer artefacto a la taxonomía la cual es creada en la actividad de análisis de la información fuente (AIF). La misma clasifica los servicios posibles dentro de un dominio en particular. El segundo artefacto es la definición de una arquitectura de referencia como parte de la actividad de análisis y conceptualización del dominio (ACD). A su vez en esta actividad se debe crear el tercer artefacto definido: las hojas de datos funcionales. Éstas poseen cada una de las funcionalidades del dominio especificadas mediante una serie de ítems. Este artefacto es muy importante ya que posee todo el diseño de la interacción de los servicios para cumplir con una cierta funcionalidad. Es decir, incluye la definición de servicios comunes y variantes de acuerdo a las dependencias definidas para modelar e implementar la variabilidad [19, 20]. Por último, el cuarto artefacto es una estructura preliminar de componentes de software basados en la especificación previa de las hojas de datos funcionales. Dicha estructura debe crearse considerando la clase de servicios definidos (comunes, variantes y puntos variantes) y sus interacciones [1].

La misma se realiza en la actividad de análisis de los componentes reusables (ACR). Luego, en el segundo cuadro de la Figura 1 podemos observar las actividades y los artefactos de software (numerados del 5 al 7) creados para el análisis organizacional. Los artefactos 2 y 3 creados anteriormente son re-analizados y adaptados de manera de acercar la LPS a las aplicaciones específicas que serán derivadas. El desarrollo entonces de los artefactos 5 y 6, hojas de datos funcionales refinadas y componentes reusables respectivamente, serán efectuados como parte de las actividades alcances del reuso y límites (ARL) y requerimientos organizacionales (RO).

- *Domino de gobierno electrónico*<sup>4</sup>: Este dominio incluye el estudio de las tecnologías y las comunicaciones con el fin de ofrecer mejores servicios a los ciudadanos, optimizar la gestión pública, garantizar la transparencia, etc. En particular, la interoperabilidad es uno de los aspectos más estudiados en este dominio y para los cuales el reuso es una herramienta válida [10]. Es sabido que la interoperabilidad es uno de los problemas que hoy enfrentan los

<sup>4</sup><http://www.jgm.gov.ar/sgp/paginas.dhtml?pagina=98>

estados, específicamente al querer compartir e intercambiar información para sus procesos de negocios. La misma dentro del estado es un nudo operacional si se quiere mejorar la eficiencia incidiendo directamente en tareas asociadas a una mejor atención al ciudadano. En algunos países se están implementando plataformas de interoperabilidad únicas dentro del estado, como es el caso de Chile, denominada Plataforma de Servicios Electrónicos del Estado (PISEE<sup>5</sup>). Así, se desprende la necesidad de una Ingeniería de Dominios cuidadosamente orientada a soportar reuso de servicios en pos de una interoperabilidad efectiva<sup>6</sup>. En este dominio se está desarrollando actualmente una taxonomía de servicios que permita definir y clasificar los servicios comunes y variables del mismo.

#### 4. Líneas de investigación y desarrollo

Como se describió anteriormente, se han realizado varios avances con respecto al uso de un conjunto de servicios geográficos comunes y a la definición de artefactos y actividades que dan soporte al proceso de desarrollo de LPS. En este contexto hemos creado un proceso para el diseño e implementación de funcionalidades dentro de la LPS durante las actividades de la ingeniería de dominio. Aquí, los artefactos de software son creados y refinados de manera de diseñar funcionalidades que serán luego parte de la plataforma de la LPS. A su vez se han implementado herramientas de software que guían a los ingenieros de software en la definición, creación y aplicación de cada uno de los artefactos. Por ejemplo, en [2] hemos definido un proceso de selección asistida junto con su herramienta de soporte para reducir o eliminar las dificultades respecto a la complejidad inherente del uso de las taxonomías. Al mismo tiempo, hemos también implementado la herramienta *Datasheet Modeler* [13] la cual asiste a la tarea de creación de las hojas de datos funcionales en base a los servicios de la taxonomía permitiendo la aplicación de nuestro enfoque de variabilidad [20]. En la actualidad estamos refinando el enfoque para la gestión de la variabilidad tanto en el diseño como en la implementación y se están definiendo protocolos de derivación de componentes en tecnologías específicas de infor-

<sup>5</sup>[http://wikigob.cl/mediawiki/index.php?title=Plataforma\\_Integrada\\_de\\_Servicios\\_Electr%C3%B3nicos\\_del\\_Estado](http://wikigob.cl/mediawiki/index.php?title=Plataforma_Integrada_de_Servicios_Electr%C3%B3nicos_del_Estado)

<sup>6</sup>Interoperability Solutions for European Public Administrations - <http://ec.europa.eu/isa/>

mación geográfica que permitan plasmar las restricciones del diseño previamente definidas.

Dentro del dominio del gobierno electrónico y en particular en los subdominios de las notificaciones, gestión de recursos y construcción de sitios accesibles se han realizado avances respecto a procesos normalizados basados en modelos de mejora y en estándares para incorporación de firma digital. También hemos diseñado un método para incluir accesibilidad web en etapas tempranas del diseño y una herramienta de soporte que utiliza estándares (pautas WCAG 1.0/2.01). Se ha profundizado en la evaluación automática de accesibilidad web a través de la clasificación de necesidades de usuarios no videntes mediante el uso de agentes inteligentes. Estos trabajos han sido publicados en [14, 15, 16, 17]. Dentro de este dominio se continuará con el desarrollo de técnicas para la mejora de la madurez de gobierno electrónico incluyendo sus prácticas más características, por ejemplo, la interoperabilidad basada en dominios.

#### 5. Resultados y Objetivos

El objetivo principal de la línea de investigación es *Desarrollar técnicas y herramientas que mejoren el desarrollo de software basado en reuso a nivel de dominios, considerando los dominios específicos de los sistemas de información geográficos y las aplicaciones para gobierno electrónico*. Dentro de los nuevos avances, se han publicado artículos y terminado varios trabajos de fin de carrera los cuales se han enfocado en la instanciación y validación de la LPS creada para dos organizaciones que trabajan en el dominio. En particular se ha finalizado una tesis de grado denominada *Representación de variabilidad dentro de una Línea de Productos de Software aplicada al subdominio de Ecología Marina* del alumno Victor Pincheira con dirección de Agustina Buccella y se encuentran en ejecución dos tesis de grado sobre una temática similar. A su vez, en el dominio de accesibilidad se está finalizando una tesis de grado denominada *Generación automática de perfiles estereotipados para usuarios con discapacidad visual* del alumno Jerónimo Perfumo y dirigida por Rafaela Mazalú.

#### 6. Formación de Recursos Humanos

El proyecto reúne aproximadamente a 10 investigadores, entre los que se cuentan docentes y alumnos de UNComa, y asesores externos. A su vez, el proyecto cuenta actualmente con 3

doctores, y un magister. Varios de los docentes-investigadores de GIISCo-UNComa han terminado o se encuentran próximos a terminar carreras de postgrado, uno de ellos ha finalizado recientemente su Beca CONICET Tipo II y otros dos poseen becas CONICET-Tipo I.

## Referencias

- [1] M. Arias, A. Buccella, and A. Cechich. Towards semi-automatic component derivation from an spl variability model. In *CONAISI 2015: 3er Congreso Nacional de Ingeniería Informática/Sistemas de Información*, Buenos Aires, Argentina, 2015.
- [2] M. Arias, A. de Renzis, A. Buccella, A. Cechich, and A. Flores. Búsqueda de servicios para asistir en el desarrollo de una línea de productos de software. In *16 Simposio Argentino de Ingeniería de Software (ASSE'15) en el marco de las 44 Jornadas Argentinas de Informática (JAIIO)*, Rosario, Argentina, 2015.
- [3] L. Baum, M. Becker, L. Geyer, A. Gilbert, G. Molter, and V. Tamara. Supporting component-based software development using domain knowledge. In *Proceedings of the SCI 2000 Conference*, 2000.
- [4] J. Bosch. *Design and use of software architectures: adopting and evolving a product-line approach*. ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co., New York, NY, USA, 2000.
- [5] A. Buccella, A. Cechich, M. Arias, M. Pol'la, S. Doldan, and E. Morsan. Towards systematic software reuse of gis: Insights from a case study. *Computers & Geosciences*, 54(0):9 – 20, 2013.
- [6] A. Buccella, A. Cechich, M. Pol'la, M. Arias, S. Doldan, and E. Morsan. Marine ecology service reuse through taxonomy-oriented SPL development. *Computers & Geosciences*, 73(0):108 – 121, 2014.
- [7] P. Burrough and R. McDonnell. *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford University Press, 1998.
- [8] P. C. Clements and L. Northrop. *Software Product Lines : Practices and Patterns*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA, USA, 2001.
- [9] M. Galster, D. Weyns, D. Tofan, B. Michalik, and P. Avgeriou. Variability in software systems - a systematic literature review. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 40(3):282–306, 2014.
- [10] G. Laskaridis, K. Markellos, P. Markellou, A. Panayiotaki, E. Sakkopoulos, and A. Tsakalidis. E-government and interoperability issues. *International Journal of Computer Science and Network Security*, 7(9):28–38, 2007.
- [11] P. Longley, M. Goodchild, D. Maguire, and D. Rhind. *Geographic Information Systems and Science*. John Wiley & Sons, 2001.
- [12] M.A. Rodríguez Luaces. *A Generic Architecture for Geographic Information Systems*. PhD thesis, Univerdade da Coruña, 2004.
- [13] M. Mancuso, A. Buccella, A. Cechich, M. Arias, and M. Pol'la. Datasheet modeler: Una herramienta de soporte para el desarrollo de funcionalidades en líneas de productos de software. In *XXI Congreso Argentino en Ciencias de la Computación*, Junin, Argentina, 2015.
- [14] R. Mazalú and A. Cechich. Soporte inteligente para la evaluación de accesibilidad web relacionada con limitaciones visuales. In *16 Simposio Argentino de Ingeniería de Software (ASSE'15) en el marco de las 44 Jornadas Argentinas de Informática (JAIIO)*, pages 205–219, Rosario, Argentina, 2015.
- [15] R. Mazalu, A. Cechich, and A. Martin. Automatic profile generation for visual - impaired users. In *Proceedings of the Argentine Symposium on Software Engineering (ASSE)*, Córdoba, Argentina, 2013.
- [16] R. Mazalu, A. Cechich, and A. Martin. Evaluación de accesibilidad del contenido web utilizando agentes. In *X Workshop Ingeniería de Software (WIS)*, Mar del Plata, Argentina, 2013.
- [17] G. Miranda, A. Martin, R. Mazalu, G. Gaetan, and V. Salda no. Evaluación de accesibilidad del contenido web utilizando agentes. In *X Workshop Ingeniería de Software (WIS)*, Mar del Plata, Argentina, 2013.
- [18] Klaus Pohl, Günter Böckle, and Frank J. van der Linden. *Software Product Line Engineering: Foundations, Principles and Techniques*. Springer-Verlag New York, Inc., Secaucus, NJ, USA, 2005.
- [19] M. Pol'la, M. Arias, A. Buccella, and A. Cechich. Un sistema de anotaciones para la especificación de componentes de una línea de productos de software. *Revista Tecnológica y Ciencia de la Universidad Tecnológica Nacional*, 6(1):116–122, 2015.
- [20] M. Pol'la, A. Buccella, A. Arias, and A. Cechich. Sevatax: Service taxonomy selection & validation process for spl development. In *XXXIV International Conference of the Chilean Society of Computer Science (SCCC'15)*, Santiago, Chile, 2000. IEEE Computer Society Press.
- [21] M. Sinnema and S. Deelstra. Classifying variability modeling techniques. *Information and Software Technology*, 49:717–739, July 2007.
- [22] Clemens A. Szyperski. *Component software - beyond object-oriented programming*. Addison-Wesley-Longman, 1998.