

## WICC 2014 XVI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación

---

# Métodos y Técnicas de Desarrollo para Optimizar la Calidad de los Sistemas Móviles

Marta C. Fennema<sup>1</sup>, Rosa A. Palavecino<sup>2</sup>, Susana I. Herrera<sup>2</sup>, Pablo J. Najar Ruiz<sup>2</sup>

(1) *Departamento de Sistemas, Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas y, Universidad Nacional de Catamarca*  
*crisfen@yahoo.com*

(2) *Instituto de Investigación en Informática y Sistemas de Información, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero*  
*rosypgg@unse.edu.ar, sherrera@unse.edu.ar, najarpablo@yahoo.com.ar,*  
*ceci.cianferoni@hotmail.com*

## Resumen

El presente proyecto investiga acerca de los métodos y técnicas para optimizar la calidad de los sistemas móviles tomando como referencia el estándar de calidad de la norma ISO/IEC 25000 y la norma de procesos de ciclo de vida del software ISO/IEC 12207. Los investigadores pertenecen a diferentes universidades nacionales del NOA, quienes abordan esta problemática mediante el desarrollo de estudios cualitativos y cuantitativos. Las principales tecnologías que se estudian son: arquitecturas móviles alternativas, técnicas de visualización, realidad aumentada y nuevos métodos ágiles de desarrollo aplicables a sistemas móviles.

Los avances científico-tecnológicos que se logran se aplican en dominios de: educación, aprendizaje organizacional y turismo.

**Palabras clave:** Sistemas móviles, calidad del producto software, arquitecturas móviles, realidad aumentada, visualización, métodos ágiles de desarrollo de sistemas móviles.

## 1 Contexto

Esta investigación se lleva a cabo en el marco del proyecto denominado "Optimización de la calidad de los Sistemas Móviles mediante la implementación de nuevas arquitecturas, realidad aumentada, técnicas de visualización y redes móviles Ad-Hoc. Aplicaciones en m-learning y en gestión del conocimiento". A su vez, el proyecto forma parte de un Programa de Investigación en el área Informática que tiene como objetivo realizar investigación aplicada sobre nuevas tecnologías que permitan mejorar la calidad tanto del proceso como del producto software.

El equipo de investigación del proyecto está conformado por docentes de diferentes universidades nacionales del

NOA: del Instituto de Investigaciones en Informática y del Departamento de Matemática de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE), del Departamento de Sistemas de la Facultad de Tecnologías y Ciencias Aplicadas de la Universidad Nacional de Catamarca (UNCA) y del Departamento de Computación de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Salta (UNSA).

Además, el proyecto cuenta con el asesoramiento de investigadores de Institutos de Investigación de la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata.

Está financiado por el Consejo de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Santiago del Estero, durante el período Enero 2012-Diciembre 2015.

## 2 Introducción

Para lograr ubicuidad, los sistemas móviles se apoyan en el uso de dispositivos móviles que poseen recursos limitados en cuanto a capacidad de procesamiento, memoria, tamaño de pantalla, entre otros aspectos [24, 29, 32, 34]. Por ello, el desarrollo de sistemas móviles involucra cuestiones propias e importantes al momento de utilizarlos, como ser: el diseño de interacción, posicionamiento, representación del espacio, formas de censado, tratamiento del contexto, arquitecturas y herramientas de implementación [9, 13, 23]. Todas estas características, que se describen más abajo, constituyen las variables que impactan directamente en la calidad de la aplicación que se desarrolla [3, 19, 25, 36].

Los servicios que ofrece la computación móvil se desarrollan y ofrecen desde diferentes enfoques, según su finalidad. Por ello, se generan metáforas que definen el grado y tipo de interacción del usuario y la forma de recorrer el espacio. Estas metáforas se determinan de

acuerdo a las historias interactivas y a las ubicaciones físicas de objetos y usuarios. Estas metáforas pueden ser: búsqueda del tesoro, rompecabezas, dominó, palabras cruzadas o scrabble, recolectando información [10, 11, 22].

En cuanto a la arquitectura, un sistema móvil generalmente se basa en una aplicación cliente que se conecta a un servidor de aplicaciones que se encuentra en Internet [5, 7, 14, 34]. Este servidor, a su vez, utiliza los servicios de un proveedor de ubicación, un Sistema de Información Geográfico (GIS) y de la información provista por diversos puntos de interés. Sin embargo existen aplicaciones que se ejecutan totalmente en el cliente [30]. Más precisamente, las arquitecturas que actualmente están vigentes son: Arquitectura Servidor, Arquitectura Cliente, Arquitectura Cliente-Servidor o Arquitectura híbrida. En esta última se desarrollan aplicaciones para el Sistema Operativo Android [21], detectado como el de mayor uso en la región.

Por otra parte, existen dos formas de posicionamiento para indicar el lugar en que se encuentra ubicado un elemento relevante para el sistema: Posicionamiento Geométrico, Posicionamiento Simbólico. Para posicionar a un usuario en una aplicación móvil, se necesita también una representación visual del espacio relevante para el usuario: un plano con las calles, un plano del edificio, etc. Esto se brinda mediante: imágenes (JPG, GIF) o por modelos de representación (cartografía: raster o vector) [12, 23].

Cuando se conoce la posición del usuario, se la obtiene utilizando una de las siguientes técnicas de censado de posiciones: GPS, sistema de antenas, tags [8]. Para el posicionamiento in-door es más apropiado el bluetooth o sistema de sensores.

Los teléfonos móviles o celulares utilizan, típicamente, tecnologías especialmente desarrolladas para ese tipo de dispositivos las cuales se han ido clasificando en diferentes generaciones [2, 34]. En Argentina, actualmente, aún sigue vigente la 3<sup>o</sup> Generación (3G), caracterizada por la convergencia de voz, datos y acceso inalámbrico a Internet a mayor velocidad; es apta para aplicaciones multimedia (envío y recepción de imágenes estáticas y video, servicios de ubicación geográfica, televisión en tiempo real, juegos, etc.). En países más avanzados, se utilizan dispositivos de 4<sup>a</sup> y 5<sup>a</sup> Generación.

Las características propias de este tipo de sistemas hacen que sea necesario seguir métodos apropiados para su desarrollo. En el ámbito académico y de la industria existen diversos estudios realizados sobre métodos alternativos de desarrollo [4, 26, 27, 28, 35], entre los que se destacan la metodología Mobile-D [1, 26]. Es una metodología desarrollada por investigadores del Centro de Investigación Técnica de Finlandia, que habría obtenido una certificación CMMI (Capacidad de Madurez del Modelo de Integración) de nivel 2.

Se considera necesario el estudio de las diversas metodologías propuestas y diseñar una metodología

propia que considere: las características de estos sistemas, el estándar ISO/IEC 12207 [20], el lenguaje de modelado UML y las buenas prácticas como las provenientes del Modelo Vista Controlador (MVC) [5, 7, 22, 33].

Cabe resaltar que para el estudio de la calidad se tiene en cuenta el estándar ISO/IEC 25000. Es así como la investigación se dirige a optimizar características tanto del modelo de calidad en uso como del modelo de calidad del producto (eficiencia, usabilidad, accesibilidad, comprensibilidad, compatibilidad, etc). La optimización se logra mediante la incorporación de: arquitecturas de diseño apropiadas, tecnologías de realidad aumentada y de visualización, marcos de compatibilidad para dominios específicos como el turismo, entre otros elementos.

### 3 Líneas de investigación y desarrollo

La principal línea de investigación de esta propuesta consiste en el estudio y propuestas de métodos y técnicas que permitan la optimización de los sistemas móviles; lo cual significa aumentar su calidad, tomando principalmente las características de eficiencia, usabilidad, compatibilidad y comprensibilidad [19, 25].

Respecto a la eficiencia (velocidad y administración de recursos), se investiga sobre la relación entre ésta y el diseño e implementación de arquitecturas alternativas para las aplicaciones móviles.

En relación a la comprensibilidad y usabilidad (capacidad de ser aprendido y operado, capacidad de atracción), se investiga sobre la construcción de interfaces de usuario usando técnicas de visualización y de realidad aumentada.

En relación al enfoque de calidad interna, se estudian métodos ágiles usados o factibles de ser usados en el desarrollo de aplicaciones móviles.

### 4 Objetivos y resultados

El objetivo general que guía esta investigación aplicada es:

*Contribuir al mejoramiento de la calidad de las aplicaciones móviles mediante nuevas arquitecturas de diseño, técnicas de visualización, recursos de realidad aumentada y métodos ágiles de desarrollo.*

Para ello, se fijaron los siguientes objetivos específicos:

- a) Definir un ecosistema móvil que identifique y caracterice los diversos componentes involucrados en la Computación Móvil (dispositivos, sistemas operativos, herramientas y librerías de programación y emulación, et.) de la región NOA, con un nivel de abstracción que permita aplicarlo alternativamente a otros contextos.

- b) Analizar las diversas arquitecturas de aplicaciones móviles (servidor, cliente, cliente-servidor, basados en web-services, etc.) y proponer una arquitectura que aumente su eficiencia en términos de velocidad, uso de memoria, procesador y energía.
- c) Determinar criterios y estrategias que permitan diseñar y construir interfaces de usuario que aumenten la usabilidad de las aplicaciones móviles, mediante el estudio de técnicas de visualización de información, realidad aumentada y metáforas de interacción.
- d) Diseñar una propuesta metodológica que guíe el desarrollo de aplicaciones móviles, considerando los aspectos de usabilidad, eficiencia y comprensibilidad.

En cuanto a los resultados, dado que el proyecto finaliza en el año 2015, se alcanzaron resultados parciales en relación a los objetivos específicos.

Con respecto al objetivo a) se logró definir un ecosistema del NOA que se revisa permanentemente debido al avance constante de la tecnología móvil y a la ampliación de la muestra [12, 13]. El ecosistema fue publicado y expuesto en distintos eventos científicos [16, 6].

Con respecto al objetivo b), se logró diseñar e implementar una arquitectura híbrida cliente-servidor sobre la cual se monta una aplicación de m-turismo. La arquitectura fue publicada en [13, 15, 16, 17]. Asimismo, se diseñó e implementó una arquitectura cliente sobre la cual se monta una aplicación móvil de ayuda a personas con deficiencia visual que se publicó en [30, 31]. Si bien los estudios de eficiencia de arquitecturas están ya realizados, se avanza en cuestiones innovadoras relacionado con las arquitecturas y aplicando al área de Turismo, dada la necesidad regional.

Con respecto al objetivo c) se está avanzando en la usabilidad de aplicaciones móviles orientadas al aprendizaje y se realizan también los estudios y prueba en el área de Turismo. Los resultados fueron publicados en [16, 6, 17, 18].

Con respecto al objetivo d) actualmente se está realizando la revisión del estado del arte en metodologías de desarrollo de aplicaciones móviles de manera de asegurar la calidad, basándose principalmente en el estudio de los métodos ágiles. Hasta el momento no se han publicado resultados respecto a este tema.

## 5 Formación de recursos humanos

La Directora del proyecto pertenece al Departamento de Sistemas de la UNCA. La Codirectora, al Departamento de Informática de la UNSE. La Asesora en Sistemas Móviles pertenece al Laboratorio de Investigación y Formación en Informática Avanzada (LIFIA) de la UNLP y posee vasta experiencia y conocimientos en el desarrollo de aplicaciones móviles [22, 23].

Esta investigación contribuye al desarrollo de una tesis doctoral en Ciencias Informáticas (UNLP) referida a un marco para el análisis y evaluación de experiencias de m-learning [13] y desarrollo de aplicaciones de m-learning, como así también, al desarrollo de una Tesis de Maestría (UNSE) referida la Modernización en el Poder Judicial de Santiago del Estero.

En el año 2013 se terminó un trabajo final de Ingeniería en Informática (UNCa) sobre aplicaciones móviles para personas con deficiencia visual y un trabajo final de Licenciatura en Sistemas de Información (UNSE) sobre arquitecturas y eficiencia de aplicaciones móviles.

Actualmente, se están realizando trabajos finales de alumnos de ambas carreras sobre: realidad aumentada, m-turismo, sistemas de visualización, métodos de desarrollo de sistemas móviles y técnicas de visualización para aplicaciones móviles. Se tiene previsto incorporar más alumnos de grado en los próximos años, a efectos de brindarles un marco apropiado para la elaboración de sus trabajos finales de grado, especialización y maestría.

## Referencias

1. Abrahamsson, P., Hanhineva, A., Hulkko, H., Ihme, T., Jääliñoja, J., Korkala, M., Koskela, J., Kyllönen, P., Salo, O. *Mobile-D: An Agile Approach for Mobile Application Development*, in Proc of the OOPSLA'04 Conference. 2004.
2. Aravind, A., Tahir, H. *Towards modeling realistic mobility for performance evaluations in MANET*; University of Northern British Columbia, Prince George, BC, Canada; 2010.
3. Ardagna, C.A., Jajodia, S. *Privacy Preservation over Untrusted Mobile Networks*. CSIS-George Mason University; 2007.
4. Blanco, P., Camarero, J., Fumero, A., Warterski, A., Rodríguez, P. *Metodología de desarrollo ágil para sistemas móviles. Introducción al desarrollo con Android y el iPhone*. Tesis de Doctorado en Ingeniería de Sistemas Telemáticos. Universidad Politécnica de Madrid. 2009.
5. Burbeck, S. *Applications Programming in Smalltalk-80(TM): How to use Model-View-Controller (MVC)*. (TM) Smalltalk-80. 1997. Disponible en <<http://st-www.cs.uiuc.edu/users/smarch/st-docs/mvc.html>>. Consultado el 01/03/2013.
6. Campos, M. M., Morales, C., Thir, J. M., Herrera, S., *Sistema WEB de Información Hidrogeológica Basado en el Modelo Unificado de Visualización*. I. IX Jornadas de Ciencia y Tecnología de Facultades de Ingeniería del Noa. ISSN 1853-7871. Santiago del Estero, Octubre 2013.
7. Deacon, J. *Model-View-Controller (MVC) Architecture*. Ultima revision: 2009. Disponible en:

- <<http://www.jdl.co.uk/briefings/mvc.pdf>>. Consultado el 01/03/2013.
8. Denso Wave. *Qrcode.com*. Sitio oficial del Estandar QR Code. Disponible en: <http://www.qrcode.com/en/index.html>>. Consultado el 01/03/2013.
  9. Fortier, A, Rossi G., Gordillo S., Challiol, C. *Dealing with Variability in Context-Aware Mobile Software*. Journal of Systems and Software 83(6): 915-936 (2010).
  10. Hansen, F., Kortbek, K., Gronbaek, K., Spierling, U., Szilas, N. *Mobile Urban Drama: Setting the Stage with Location Based Technologies*. ICIDS 2008, LNCS 5334, pp. 20–31, Springer-Verlag, 2008.
  11. Hansen, F., Kortbek, K., Gronbaek, K.. *Mobile Urban Drama for Multimedia-Based Out-of-School Learning*. ACM. 978-1-4503-0424-5, 2010.
  12. Herrera, S. I. & M. C. Fennema. *Tecnologías Móviles Aplicadas a la Educación Superior*. Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. La Plata, 2011.
  13. Herrera, S. I., J. L. Goñi & M. C. Fennema. *El m-learning en la educación universitaria de posgrado*. Jornadas de Ingeniería del NOA. Catamarca, 2011.
  14. Herrera, S. I., Najjar Ruiz, P. J., Ledesma, E., Rocabado, S. *Sistema de Información Móvil para Turismo Receptivo*. Revista Gestao e Conhecimento, Edición Especial, Anales del 8º Congresso Brasileiro de Sistemas. ISSN 1808-6594. Poço de Caldas, Octubre 2012.
  15. Herrera, S. I., Gallo F., Najjar Ruiz, P. J. *Accesibilidad en Aplicaciones Móviles para turismo*. Segundo Congreso Argentino de Interacción Persona Computadora, Telecomunicaciones, Informática e Información Científica. ISBN 978.88.96.471.25.8. Córdoba, Nov. 2013.
  16. Herrera, S. Najjar, P. Contreras, N. Fennema, C., Lara, C., *Marco Sistemico para el Desarrollo de Aplicaciones de m-Turismo*. IX Congreso Brasileiro de Sistemas. Palmas, Tocantis, Brasil. ISBN 978-85-89102-43-8. Octubre 2013.
  17. Herrera, S. I., Najjar Ruiz, P. J., Rocabado, S. H., Herrera, Fennema, M. C., Cianferoni, M. C., *Optimización de la Calidad de los Sistemas Móviles*. Workshop en Investigación en Ciencias de la Computación, WICC. ISBN 978-987-28179-6-1. Paraná 2013.
  18. Herrera, S. I., Fennema, M. C., Rocabado, S., Goñi, J., *Optimización de la calidad de los Sistemas Móviles mediante la implementación de nuevas arquitecturas, realidad aumentada, técnicas de visualización y redes móviles Ad-Hoc*. L. Workshop en Investigación en Ciencias de la Computación, WICC. ISBN 978-950-766-082-5. Posadas, Abril 2012.
  19. International Standar Organization. *ISO/IEC 25000. Estándares de Calidad del Software*. 2011.
  20. International Standar Organization. *Norma ISO/IEC 12207. Procesos de Ciclo de Vida del Software*. 2011.
  21. Komatineni, S., MacLean, D. *Pro Android 4*. Ed. Apres. ISBN 1430239301, 9781430239307. 2012.
  22. Lliteras, A., Challiol, C., Gordillo S. *Juegos Educativos Móviles Basados en Posicionamiento: Una Guía para su Conceptualización*. 13th Argentine Symposium on Software Engineering, 41 JAIIO, La Plata, 2012.
  23. Lliteras, A., Challiol, C., Mostaccio, C., Gordillo S. *Representaciones enriquecidas para la navegación indoor-outdoor en aplicaciones móviles*. XVII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. La Plata, 2011.
  24. Pernici, B. *Mobile Information Systems. Infrastructure and Design for Adaptivity and Flexibility*. Ed. Springer-Verlag, Germany, 2006.
  25. Piattini M., García F. y Caballero I. *Calidad de Sistemas Informáticos*. AlfaOmega, México, 2007.
  26. Pikkarainen, M. *Mapping Agile Software Development on to ISO 12207*. Information Technology for European Advancement. Febrero, 2006. Disponible en: <[http://www.agile-itea.org/public/deliverables/ITEA-AGILE-D2.9\\_v1.0.pdf](http://www.agile-itea.org/public/deliverables/ITEA-AGILE-D2.9_v1.0.pdf)>. Consultado el 01/03/2013.
  27. Rahimian, V. *Performance evaluation of mobile software systems: Challenges for a software engineer*. 5th International Conference on Electrical Engineering, Computing Science and Automatic Control CCE. Noviembre, 2008.
  28. Rahimian, V., Ramsin, R. *Designing an Agile Methodology for Mobile Software Development: A Hybrid Method Engineering Approach*. The Second IEEE International Conference on Research Challenges in Information Science (RCIS). Junio, 2008.
  29. Reza B'Far. *Mobile Computing Principles*. Cambridge University Press, 2005.
  30. Richard, P. I., Aranda, M. D., Bivanco, W., Acosta Parra, C., Herrera, S. I. *Sistema móvil para asistencia a personas con deficiencia visual*. VIII Jornadas de Ciencia y Tecnología de Facultades de Ingeniería del NOA. San Miguel de Tucumán, Septiembre 2012.
  31. Richard, P., *Sistema Guia Para Personas Con Deficiencia Visual*. XIX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC 2013). ISBN 978-987-23963-1-. Mar del Plata, Octubre 2013.
  32. Roy, N., Scheepers, H. and Kendall, E. *Mapping the Road for Mobile Systems Development*. In Proceedings of Pacific Asia Conference on

- Information Systems (PACIS 2003), paper 94, pp. 1358-1371, 2003.
33. Schiller, J. H., Voisard, A. *Location-Based Services*. Ed. Elsevier. ISBN 0080491723, 9780080491721. 2004.
34. Talukder, A.K., Ahmed, H., Yavagal, R. *Mobile Computing: Technology, Applications, and Service Creation*. 2° Edición. McGraw-Hill communications engineering series. ISBN 9780070144576. 2010.
35. Vainio, A. M., Tuunanen, T., Abrahamsson, P. *Developing Software Products for Mobile Markets: Need for Rethinking Development Models and Practice*. In Proc. of the 38th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'05). Enero, 2005.
36. Zhang, L., B. Tiwana, Z. Qian. *Accurate Online Power Estimation and Automatic Battery Behavior Based Power Model Generation for Smartphones*. ACM, 2010.