

Eficiencia de aplicaciones móviles según su arquitectura

Pablo Najar, Eugenio Ledesma, Sergio Rocabado, Susana Herrera, Rosa Palavecino

Instituto de Investigación en Informática y Sistemas de Información
Facultad de Tecnologías y Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Santiago del Estero
Av. Belgrano (s) 1912, Santiago del Estero
pablonajar@gmail.com, eugeniol@arnetbiz.com.ar, srocabad@cidia.unsa.edu.ar,
{suiherrer, rosypgg}@unse.edu.ar

Resumen. En este trabajo se presentan los resultados de una investigación sobre la eficiencia de los sistemas de información móviles basadas en posicionamiento según su arquitectura de diseño. Se estudia la relación existente entre las arquitecturas de diseño y la eficiencia de las aplicaciones, usando la norma ISO/IEC 25000 y el proceso de evaluación GOCAME. Las principales subcaracterísticas consideradas para la evaluación de la eficiencia son: el tiempo de respuesta, el uso de procesador y la energía consumida por las aplicaciones. Luego de definir las métricas correspondientes, se desarrollaron dos prototipos de aplicaciones móviles con distintas arquitecturas, uno con arquitectura híbrida (Android) y otro con arquitectura web. Se aplicaron las métricas, obteniendo indicadores elementales y globales que permitieron evaluar la eficiencia de ambas arquitecturas, tanto en ambientes Wi-Fi como 3G. Los resultados permiten concluir que las arquitecturas híbridas son más eficientes que las arquitecturas web.

Palabras claves Aplicaciones móviles, arquitecturas de diseño, eficiencia de aplicaciones móviles, evaluación de la calidad de aplicaciones, GOCAME

1 Introducción

Este trabajo fue motivado por la necesidad de desarrollar aplicaciones móviles para el Turismo en la provincia de Santiago del Estero (Argentina), que sean eficientes considerando el contexto tecnológico.

Santiago del Estero, identificada a través de su historia por el turismo religioso y folclórico, presenta un gran potencial en crecimiento, impulsado por el estado provincial y nacional. En estos últimos años, la ciudad de Termas de Río Hondo se ha transformado en un centro turístico de embergadura internacional. Allí se está desarrollando, en 2014 a 2016, el Campeonato Internacional de MotoGP, que convoca a deportistas y espectadores provenientes de todo el mundo. También dicha ciudad es famosa por sus aguas termales, convocando turistas de la tercera edad en el invierno.

Las aplicaciones móviles [12] son uno de los pilares fundamentales en el fomento del turismo en numerosos lugares del mundo [11]. Particularmente, han tenido éxito las aplicaciones sensibles al contexto y basadas en posicionamiento, en las cuales la posición del usuario es la variable principal. A partir de ésta, las aplicaciones brindan diversos servicios al usuario, teniendo en cuenta su contexto social y preferencial [2].

Estas aplicaciones se ejecutan sobre dispositivos móviles, con diferentes sistemas operativos (SO), que poseen recursos limitados en cuanto a capacidad de procesamiento, memoria, duración de la batería, entre otros aspectos. Por ello, el desarrollo de las aplicaciones móviles involucra cuestiones propias e importantes al momento de utilizarlas, como ser: el diseño de interacción, posicionamiento, representación del espacio, formas de sensado, tratamiento del contexto, arquitecturas y herramientas de desarrollo e implementación. Todas estas son variables que impactan directamente en la calidad de la aplicación que se desarrolla [1].

En este trabajo se presentan los resultados de una investigación realizada sobre la eficiencia de las aplicaciones móviles basadas en posicionamiento, según el modelo de calidad en uso de la Norma ISO/IEC 25.000 [4]. Resultados previos fueron publicados en [3, 6]. Se estudió cómo varía la eficiencia de aplicaciones del dominio Turismo, en función de la arquitectura de diseño adoptada. Para evaluar la eficiencia, siendo una subcaracterística de la usabilidad, se aplicó el método GOCAME desarrollado por el grupo de investigación GIDIS WEB de la Universidad Nacional de La Pampa en Argentina [5, 7, 8, 9]. Se definieron las subcaracterísticas de la eficiencia y los atributos de cada subcaracterística; se diseñaron y aplicaron métricas para obtener indicadores elementales de los atributos e indicadores globales de las subcaracterísticas. Además, se desarrollaron, utilizando Extreme Programming (XP), dos prototipos de aplicaciones móviles para el turismo, uno con arquitectura cliente-servidor híbrida para dispositivos Android y otro con arquitectura web. Se realizaron las mediciones y evaluación en dos escenarios: WI-FI y red de datos de telefonía celular (3G, UMTS), en horarios picos y normales, con casos de prueba que abarcaban transacciones de diferente tamaño (solo texto, texto-imágenes, texto-imágenes-video). Las mediciones se realizaron utilizando software específico para medir consumo de batería, consumo de CPU y tiempo de respuesta en los dispositivos móviles.

2 Planteamiento del problema

El problema surge a partir de observaciones del entorno donde se radica esta investigación, advirtiendo la necesidad de desarrollar aplicaciones móviles eficientes para los turistas que visitan Termas de Río Hondo. A partir de esto, la atención se centró en las características que se deberían revisar para lograr el desarrollo e implantación exitosa de soluciones informáticas móviles turísticas en esta ciudad.

Lograr aplicaciones móviles eficientes constituye un verdadero desafío. La limitación se debe principalmente a los escasos recursos del dispositivo donde se ejecuta la aplicación. Es difícil lograr aplicaciones veloces cuando los procesadores no son potentes y la capacidad de la memoria principal es baja. Más difícil aún es lograr aplicaciones interactivas cuando el tamaño de la pantalla y del teclado es pequeño o cuando el uso agota rápidamente la batería del dispositivo. Otra dificultad consiste en lograr aplicaciones interactivas sensibles al contexto (en particular sensibles a la posición) cuando la conexión a Internet no es estable o es lenta. A esto se le complementa la dificultad de desarrollar aplicaciones compatibles con dispositivos con sistemas operativos diferentes.

En esta investigación se considera que la principal variable que influye sobre la eficiencia de una aplicación móvil es la arquitectura que utiliza el desarrollador en la etapa de diseño. Se reconocen tres tipos de arquitecturas: Arquitectura Cliente-Servidor (arquitectura híbrida), Arquitectura Web y Arquitectura Cliente. Este estudio se limita al estudio de las dos primeras, que son las que permiten interactuar en línea. Además, considerando que Android es el SO que domina el mercado latinoamericano, se trabaja con esta plataforma en el caso de las arquitecturas híbridas.

3 Arquitecturas de aplicaciones móviles

Se presenta, a continuación, una arquitectura híbrida diseñada para el soporte de aplicaciones móviles, definiéndola tanto desde el lado del cliente como del servidor (ver figura 1). Las principales características son las siguientes:

- Una Aplicación Android funciona como cliente. Esta contiene la lógica e interfaz de la aplicación. Además, está integrada con la librería ZXing la cual permite embeber un lector de código de barra 2D (en particular, Barcode Scanner). Esta integración se realiza mediante la creación de un Intent en la aplicación Android que ejecuta el Barcode Scanner. La comunicación con el servidor se realiza utilizando la librería Http-Client.
- Un servidor de servicios web provee la información de los Puntos de Interés (PI). Este servidor se implementa usando WCF (Windows Communication Framework). Este servidor puede acceder a los datos de los PI.
- La comunicación entre el Cliente y el servidor se puede realizar a través de una red de comunicaciones, ya sea Lan, Wan, Internet, etc.
- Para determinar el posicionamiento del usuario se utilizan códigos QR, los cuales son leídos por la aplicación Android, mediante el uso del Barcode Scanner.
- Las consultas sobre los PI se realizan mediante el uso del protocolo de comunicación Restfull, y los PI son enviados en formato JSON.

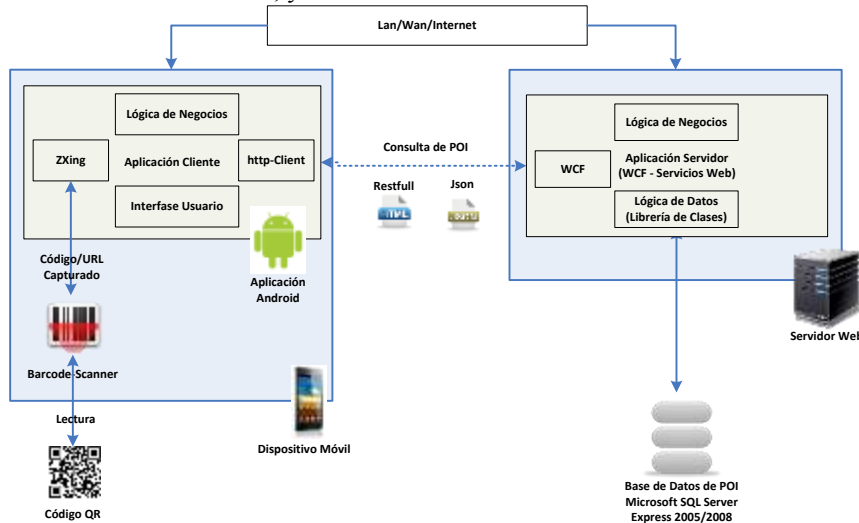


Figura 1. Arquitectura híbrida diseñada para aplicaciones móviles [6].

El flujo de control entre que el usuario inicia la aplicación hasta que logra visualizar la información de un PI, es el siguiente:

1. El usuario ejecuta la aplicación Android.
2. El usuario elige la opción de leer/escanear un código QR; internamente la aplicación convoca y ejecuta el Barcode Scanner a través de Intent y la librería ZXing; el usuario visualiza en pantalla el scanner de la aplicación Barcode Scanner.
3. El usuario escanea un código QR.
4. La aplicación Android recibe el código QR capturado (Código-URL) en la aplicación Barcode Scanner.
5. La aplicación Android, a través de la interfaz http-client, se conecta a la aplicación servidor, por medio de mensajes http (Restfull) para obtener la información del PI que se corresponde con el código QR leído.
6. El servidor de servicios web busca en la base de datos el PI adecuado y genera un archivo JSON que es enviado como respuesta a la aplicación Android.
7. La aplicación Android muestra la información del PI al usuario.

Por otra parte, se presenta la arquitectura web diseñada para el soporte de aplicaciones móviles donde se define para el servidor una arquitectura particular, mientras que en el cliente se cuenta con un browser web móvil (ver figura 2). Esta arquitectura permite independencia de plataforma del lado del cliente, con esto no es necesario desarrollar la solución para cada una de los Sistemas Operativos móviles del mercado. Las principales características son las siguientes:

- Aplicación Web que implementa el patrón de diseño MVC (en particular, ASP.Net MVC). Esta aplicación se conecta con el servidor de servicios web para obtener los datos de los PI.
- Servidor de servicios web que provee la información de los PI. Este servidor se implementa usando WCF (Windows Communication Framework). Este servidor puede acceder a los datos de los PI.
- La comunicación entre el browser y los servidores (ya sea el de la Aplicación Web o servicios web) se puede realizar a través de una red de comunicaciones, ya sea Lan, Wan, Internet, etc.
- Para determinar el posicionamiento del usuario se utilizan códigos QR, los cuales son leídos por el Barcode Scanner. Como cada Código QR representa una URL, se envía el requerimiento a la Aplicación Web, y la respuesta es visualizada en el browser del dispositivo.
- Las consultas, que hace la Aplicación Web al servidor de servicios web sobre los PI, se realizan mediante el uso del protocolo de comunicación Restfull; y los PI son enviados en formato JSON.

El flujo de control desde que el usuario lee un código QR hasta que logra visualizar la información de un PI en el browser se detalla a continuación:

1. El usuario ejecuta el Barcode Scanner.
2. El usuario lee un código QR; al ser éste una URL, el Barcode Scanner abre el Browser del dispositivo y este último accede a la URL especificada en el código QR (Aplicación Web).
3. La Aplicación Web se comunica por medio de http (Restfull) con el servidor de servicios web para obtener la información del PI que se corresponde con el código QR leído.

4. El servidor de servicios web busca en su base el PI adecuado y genera un archivo JSON que es enviado como respuesta a la Aplicación Web.
5. La Aplicación Web envía la respuesta al usuario, el cual recibe en el browser la información del PI al usuario.

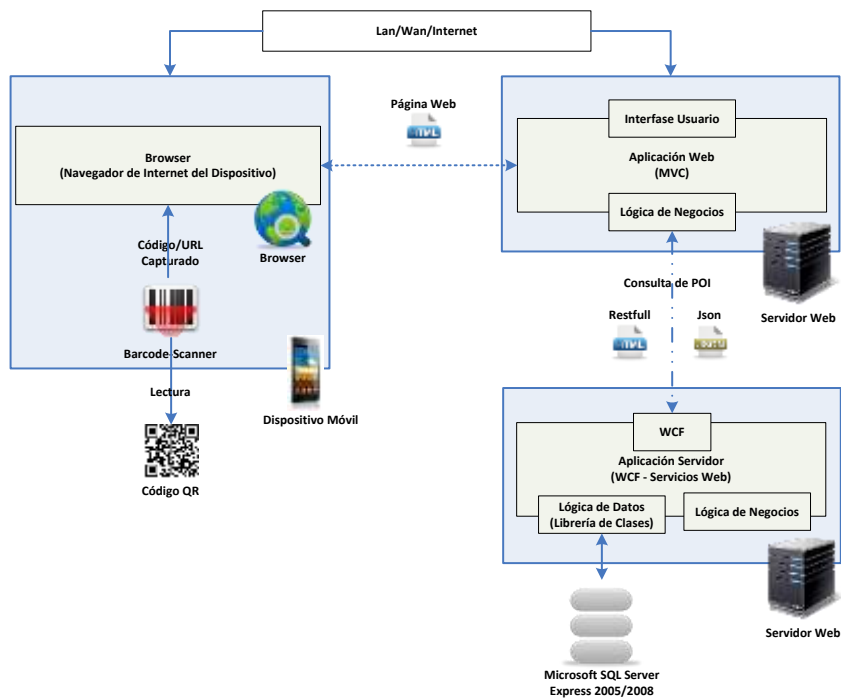


Figura 2. Arquitectura web diseñada para aplicaciones móviles [6].

4 Diseño de la evaluación de la eficiencia [5]

En base al proceso GOCAME, se definieron los pasos a seguir para evaluar la *eficiencia* de aplicaciones móviles, como una característica de la *calidad*. Este diseño fue descrito detalladamente en [3].

El propósito fundamental consistió en evaluar la *eficiencia* de las *arquitecturas* en base a dos variables principales, el tiempo y los recursos, consideradas como subcaracterísticas por la norma ISO/IEC 25000 [4, 10].

Siguiendo lo establecido en [5], en base a los requisitos, se definió el *Árbol de Requerimientos*. Se parte de la *característica* de calidad que se desea medir o evaluar, en este caso, la *eficiencia*. A partir de la eficiencia se definieron sus *subcaracterísticas*: *Comportamiento en el tiempo* y *Utilización de recursos*. Tanto las características como las subcaracterísticas no pueden medirse en forma directa, es necesario definir para ellas *atributos* que sean medibles. Es así como se definieron tres atributos para *Comportamiento en el tiempo* y cuatro atributos para *Utilización de los recursos*. El Arbol de Requistios quedó conformado de la siguiente manera:

1 Eficencia

1.1 Comportamiento en el tiempo

- 1.1.1 Tiempo de respuesta en la consulta a un PI
- 1.1.2 Bytes recibidos por la Aplicación Móvil en la consulta a un PI
- 1.1.3 Bytes Enviados por la Aplicación Movil en la consulta a un PI

1.2 Utilización de los recursos

- 1.2.1 Consumo de energía del CPU
- 1.2.2 Consumo de energía de la Pantalla
- 1.2.3 Consumo de energía de la interfaz 3G
- 1.2.4 Consumo de energía de la interfaz WiFi

Se definieron los atributos utilizando *Fichas de Especificación de Atributos*.

Posteriormente, se definieron las métricas que permiten obtener los valores que cuantifican a los atributos de eficiencia de una Aplicación Móvil de Turismo. Cada métrica indica cuál es el método que se sigue para obtener la medición, qué unidad corresponde, qué herramienta se utiliza. Para cada métrica se confeccionó una *Ficha de Especificación de Métrica*. En general, las métricas definidas implican: la medición de tiempo de respuesta en segundos usando cronómetros, la cantidad de información enviada/recibida en Kilobytes medidos con la aplicación *Traffic Monitor* y el consumo energético medido en Joules con la aplicación *PowerTutor*.

Estas mediciones no permiten definir, en forma directa, si se satisfacen o no los requisitos. Por ello, se definieron los indicadores elementales que permiten evaluar si un atributo medido es o no satisfactorio; se diseñaron indicadores elementales para los atributos 1.1.1 a 1.1.3 y para los atributos 1.2.1 a 1.2.4; para cada uno se confeccionaron las *Fichas de Especificación de Indicadores Elementales*.

Posteriormente, se definió el indicador global de cada subcaracterística 1.1 y 1.2; para cada uno se confeccionó una *Ficha de Especificación de Indicadores Globales*. Finalmente, se definió el indicador global de la característica *Eficiencia*.

5 Evaluación de la eficiencia según arquitecturas

Se desarrolló un prototipo de aplicación móvil de turismo para cada arquitectura descrita en el apartado 3. Es decir, un prototipo de aplicación móvil con arquitectura híbrida y otro con arquitectura web. Ambos prototipos responden al mismo conjunto de requisitos y fueron desarrollados mediante el método de Programación Extrema y buenas prácticas de diseño (modelo Vista-Controlador).

Se trata de aplicaciones basadas en posicionamiento que utilizan códigos QR para determinar la posición del usuario. La historia de usuario prototipada es la siguiente:

H1: El turista puede visualizar la información de un PI en su dispositivo móvil a través de la lectura de su etiqueta QR.

Se realizó un estudio sobre la conectividad (datos y voz) que poseen las redes móviles en la ciudad de Termas de Río Hondo. Se evaluó el equipamiento (dispositivos, smartphones, tabletas, etc.) y la manera en que éstos pueden realizar una conexión estable a la base de datos de PI. Se debe considerar que las arquitecturas se vinculan directamente a la tecnología utilizada en el desarrollo de la aplicación móvil, la manera en que ésta accede a la base de datos de puntos de interés y la forma

en que se desenvuelve en un ambiente móvil cambiante para dar respuesta a las necesidades de los usuarios móviles.

Los casos de prueba se definieron teniendo en cuenta los siguientes aspectos, además de la arquitectura: escenarios de prueba y PI.

Se determinaron los escenarios de prueba: ambiente Wi-Fi (seguridad WEP con clave de 64 bits) y ambiente 3G (UMTS), se consideran estos dos principalmente debido a que influyen en forma diferenciada en el consumo de energía y en el tiempo de respuesta. Se describieron los componentes de cada ambiente, los cuales se diferencian de acuerdo a la conectividad que utiliza el dispositivo móvil para acceder a la información del PI. En ambos ambientes participan componentes comunes como lo son el dispositivo móvil, el servidor y el access point (AP).

En cuanto a los PI, para la prueba se tuvo en cuenta un lugar de Termas de Río Hondo que tiene relevancia turística: la Isla del Sol o *Tara Inti*. Se consideraron tres tipos de consultas: solo texto, texto-imagen y texto-imagen-video; de esta manera se realizó la prueba con diferentes tamaños de datos en las transacciones. Aunque, posteriormente, para el proceso de evaluación, se contempló solamente el caso intermedio, típico de una aplicación de turismo: *consulta donde el resultado contiene texto e imágenes de resolución normal*

Para la medición se utilizó el prototipo de cada aplicación, con arquitectura híbrida y web, tomando la misma transacción. Esto implica que, en ambos prototipos, se efectuaron las mediciones desde que el usuario solicita consultar la descripción del PI hasta el momento en que se visualiza toda la información en la pantalla del dispositivo.

Las mediciones se realizaron siguiendo las métricas preestablecidas, tanto en el ambiente 3G como en el ambiente Wi-Fi. Dichas métricas implicaron el uso de un cronómetro y las herramientas PowerTutor y Traffic Monitor para la obtención de los valores.

Luego de tomar las mediciones de los atributos en base a sus métricas, se aplicaron sobre los valores obtenidos, las fórmulas de los indicadores elementales. De esta manera, se obtuvo un número que permite interpretar el atributo para poder luego tomar decisiones. Se le asignó un color, teniendo en cuenta el criterio de evaluación definido, lo que permite hacer una rápida interpretación de los mismos. Los criterios son: **satisfactorio**, **marginal** e **insatisfactorio**. En la tabla 1 se muestran, los indicadores obtenidos para la arquitectura web e híbrida en ambos escenarios. Observando la misma, se pueden comparar las mediciones y evaluaciones obtenidas para cada atributo.

6 Analisis de los resultados

A partir de los indicadores individuales obtenidos para cada arquitectura, en cada escenario (ver tabla 1), se calcularon los indicadores globales, los cuales posteriormente permitieron obtener un valor de la eficiencia para cada prototipo.

Si bien se pueden hacer riquísimos análisis a partir de los valores obtenidos en los casos de prueba para cada atributo, arquitectura y escenario, en este trabajo se presenta un análisis sintético de los resultados más importantes.

Tabla 1. Indicadores elementales de los atributos, arquitectura web e híbrida.

Árbol de Requerimientos	Peso	ARQUITECTURA WEB	
		3G	WI-FI
Eficiencia			
Nivel de Desempeño del tiempo (NDT) Mayor que 3 => ROJO		2,91	2,63
Nivel de Desempeño del Tiempo de Respuesta (NDTR)	0,25	5,44	1,64
Nivel de Desempeño de Bytes Recibidos (NDBR)	0,50	1,20	1,32
Nivel de Desempeño de Bytes Enviados (NDBE)	0,25	3,80	6,23
Nivel de Desempeño de Recursos (NDR) verde: 0 <= NDR <= 2; amarillo: 2 < NDR <= 7; rojo: < NDR <= 10.7		3,55	0,71
Nivel de Desempeño de Consumo de Energía de CPU (NDECPU)	0,20	3,56	2,22
Nivel de Desempeño de Consumo de Energía de Pantalla (NDEP)	0,30	3,45	0,69
Nivel de Desempeño de Consumo de Energía de Interfaz 3G (NDE3G)	0,50	3,60	
Nivel de Desempeño de Consumo de Energía de Interfaz Wi-Fi (NDEWF)	0,50		0,11
Árbol de Requerimientos	Peso	ARQUITECTURA HÍBRIDA	
Eficiencia			
Nivel de Desempeño del tiempo (NDT) Mayor que 3 => ROJO		1,81	1,03
Nivel de Desempeño del Tiempo de Respuesta (NDTR)	0,25	4,69	1,56
Nivel de Desempeño de Bytes Recibidos (NDBR)	0,50	0,98	0,98
Nivel de Desempeño de Bytes Enviados (NDBE)	0,25	0,60	0,60
Nivel de Desempeño de Recursos (NDR) verde: 0 <= NDR <= 2; amarillo: 2 < NDR <= 7; rojo: < NDR <= 10.7		3,72	0,78
Nivel de Desempeño de Consumo de Energía de CPU (NDECPU)	0,20	7,56	3,23
Nivel de Desempeño de Consumo de Energía de Pantalla (NDEP)	0,30	2,78	0,25
Nivel de Desempeño de Consumo de Energía de Interfaz 3G (NDE3G)	0,50	2,74	
Nivel de Desempeño de Consumo de Energía de Interfaz Wi-Fi (NDEWF)	0,50		0,11

En el análisis de los resultados referidos al tiempo, deben ser considerados factores externos que no pueden ser controlados directamente por el método involucrado en la métrica Tiempo de Respuesta (TR). Dentro de estos factores se encuentran: el congestionamiento del canal de comunicaciones en horarios pico y la tecnología de cacheo de páginas web utilizada por los Servidores Proxy.

El congestionamiento del canal de comunicaciones se produce generalmente en horarios pico que se dan generalmente entre las 09:00 y las 21:00 Hs. Este congestionamiento aumenta el tiempo de respuesta de la aplicación, en ambas arquitecturas.

En cuanto a la tecnología de cacheo de páginas web, disminuye el tiempo de respuesta dado que aceleran el acceso a páginas web que se encuentran en el repositorio de páginas visitadas de los servidores proxy.

Además, se observa una mínima diferencia de segundos en el tiempo insumido por los prototipos al consultar la información detallada del PI en cada caso de prueba. El prototipo con arquitectura híbrida registró un tiempo de respuesta menor. El único caso en que el tiempo de respuesta es menor en la arquitectura web es cuando se supone actúa el Servidor Proxy. Dicha diferencia se aprecia mejor si se comparan los indicadores correspondientes. Por lo tanto, se podría sostener que: *la aplicación con arquitectura híbrida es más rápida que la aplicación con arquitectura web.*

Sin embargo, es muy importante considerar que, en las mediciones realizadas, se observó que el tiempo de respuesta en un ambiente 3G duplicó al tiempo de respuesta obtenido en un ambiente Wi-Fi (en una misma arquitectura). De aquí, se afirma que: *cualquiera sea la arquitectura de la aplicación móvil, siempre la misma es más rápida utilizando una conexión Wi-Fi en vez de una 3G.* Respecto a esto, corresponde aclarar que el escenario Wi-Fi utilizó un bajo nivel de seguridad, WEP, lo cual implica un consumo de CPU menor que cuando se usa niveles de seguridad más elevados, como WPA.

Por otra parte, considerando los indicadores elementales de los atributos referidos a la cantidad de información enviada y recibida, NDBR y NDBE, estos atributos tienen un mejor desempeño en la arquitectura híbrida; esto pone de manifiesto que: *una aplicación con arquitectura híbrida tiene un mejor desempeño en la transferencia de datos (envío y recepción) entre el dispositivo móvil y el servidor de datos permitiendo recuperar la información del PI en menor Tiempo.*

En cuanto a la utilización de recursos del dispositivo, se observaron comportamientos interesantes en diversos aspectos:

- *El consumo de energía de las aplicaciones crece de manera exponencial cuando la información a visualizar contiene imágenes.*
- *La aplicación con arquitectura web utiliza menos CPU que la aplicación híbrida, eso surge del indicador de consumo de CPU de cada una. Es el único caso registrado con mejor desempeño que la híbrida, que descarga una menor cantidad de bytes.*
- *La aplicación con arquitectura híbrida consume menos energía para el uso de la Pantalla (LCD) que la aplicación web en el ambiente Móvil.*

7 Conclusiones

A pesar que en el marco de este proyecto no se comparan directamente los escenarios donde se desarrollaría una aplicación de m-turismo, es importante señalar que se observó que la interfaz Wi-Fi es más eficiente que la interfaz 3G, en función del consumo de energía y tiempo de respuesta, independientemente de las arquitecturas. En el futuro es importante realizar mediciones en escenarios con diversos niveles de seguridad, que involucran mayor consumo de CPU en Wi-Fi.

En cuanto a las arquitecturas, tema central de este trabajo, se puede concluir que: una arquitectura híbrida es más eficiente que una arquitectura web para una aplicación

de m-turismo, en función de los valores obtenidos para el indicador global Nivel de Eficiencia usando los prototipos de cada arquitectura, que se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Nivel de Eficiencia de aplicaciones con arquitectura híbrida y web

Árbol de Requerimientos	Peso	ARQ.HIBRIDA 3G-Wifi	ARQ. WEB 3G-Wifi
Nivel de Eficiencia (NE) Verde: $0 \leq NE \leq 2$; Amarillo: $2 < NE \leq 7$; Rojo: $7 < NE \leq 10$		1,88	2,42
Nivel de Desempeño del tiempo (NDT)	0,45	1,42	2,77
Nivel de Desempeño de Recursos (NDR)	0,55	2,25	2,13

Como se observa: $NE = 1,88$ (Arquitectura Híbrida) $>$ $NE = 2,42$ (Arquitectura Web)

Entonces: **Una aplicación de móvil basada en una arquitectura híbrida es más eficiente que aquella basada en una arquitectura web.**

Es importante considerar que el Turismo es una actividad que necesita de este tipo de estudios por sus requerimientos de movilidad, tiempo de respuesta y conectividad.

Desde el punto de vista de la calidad del software, se advirtió la necesidad de contar con un proceso automatizado que oriente al informático en la medición y evaluación de las características, subcaracterísticas y atributos de la calidad. En el futuro, se propone desarrollar una aplicación que automatice el proceso de evaluación de la estrategia GOCAME.

Referencias

1. Challiol, C. Curso de Posgrado de Computación Móvil. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Santiago del Estero, 2012.
2. Herrera, S. I., P. J. Najar Ruiz, E. Ledesma & S. Rocabado. Sistema de Información Móvil para Turismo Receptivo. Revista Gestao e Conhecimento. ISSN 1808-6594, 2012.
3. Herrera, S. I., Najar Ruiz, P. J., Palavecino, R., Goñi, J. Evaluación de la calidad en aplicaciones móviles. IX Jornadas de Ciencia y Tecnología de Facultades de Ingeniería del NOA. Santiago del Estero, Octubre 2013.
4. International Standard Organization. ISO/IEC 25000, Software Product Quality Requirements and Evaluation, 2011.
5. Lew, P., Olsina, L., Becker, P., Zhang, L. An integrated strategy to systematically understand and manage quality in use for Web App. Requirements Engineering. 2011.
6. Najar, P. Prototipo de sistema móvil para e-turismo. Trabajo Final de Licenciatura en Sistemas de Información, Universidad Nacional de Santiago del Estero. 2014.
7. Olsina L., Pappa F., Molina, H. How to Measure and Evaluate Web Applications in a Consistent Way, In: Web Engineering: Modelling and Implementing Web Applications, Springer London, 2008.
8. Olsina L., Lew, P., Dieser, A., Rivera, B. Updating Quality Models for Evaluating New Generation Web Applications, In: Journal of Web Engineering. Rinton Press, US, 2012.
9. Olsina, L., Rossi, G. Measuring Web application quality with WebQEM. MultiMedia IEEE, vol.9, no.4, 2002.
10. Piattini M, F. García F. & I. Caballero. Calidad de Sistemas Informáticos, AlfaOmega, Mexico, 2007.
11. Schiller, J. H. Location-Based Services. Ed. AgnèsVoisard. 2004.
12. Talukder, A., Ahmed, H., Yavagal, R. Mobile Computing: Technology, Applications, and Service Creation. Second Edition. McGraw-Hill Professional. 2010.