



Aplicación de consulta WAP para la
plataforma educativa institucional
e-escen@ri de la Universidad Industrial de
Santander



**APLICACIÓN DE CONSULTA WAP PARA LA PLATAFORMA EDUCATIVA INSTITUCIONAL E-
ESCEN@RI DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**CAROLINA MEJÍA CORREDOR
SERGIO EDUARDO GÓMEZ ARDILA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2007**



Aplicación de consulta WAP para la
plataforma educativa institucional
e-escen@ri de la Universidad Industrial de
Santander



**APLICACIÓN DE CONSULTA WAP PARA LA PLATAFORMA EDUCATIVA INSTITUCIONAL E-
ESCEN@RI DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**CAROLINA MEJÍA CORREDOR
SERGIO EDUARDO GÓMEZ ARDILA**

**Monografía para optar al título de
Especialista en Telecomunicaciones**

**Directora
CLARA INÉS PEÑA DE CARRILLO
Doctora en Tecnologías de la Información / Sistemas Avanzados de Control**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2007**



Aplicación de consulta WAP para la
plataforma educativa institucional
e-escen@ri de la Universidad Industrial de
Santander



Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Bucaramanga, 6 de noviembre de 2007



Aplicación de consulta WAP para la
plataforma educativa institucional
e-escen@ri de la Universidad Industrial de
Santander



*A Dios por esta nueva
oportunidad que nos brindó
y logramos aprovechar.*

*A nuestros padres y
hermanos con todo el amor de
nuestros corazones.*

Carolina y Sergio



Aplicación de consulta WAP para la
plataforma educativa institucional
e-escen@ri de la Universidad Industrial de
Santander



AGRADECIMIENTOS

Nuestros más sinceros agradecimientos a:

CLARA INÉS PEÑA DE CARRILLO por su confianza, dedicación y valiosa colaboración en todo momento.

Los Compañeros del Laboratorio de Investigación y Desarrollo del CENTIC por su paciencia y colaboración para el desarrollo de este trabajo.

La División de Servicios de Información de la Universidad Industrial de Santander por su colaboración.

La ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES de la Universidad Industrial de Santander, por brindarnos la oportunidad de realizar la Especialización en Telecomunicaciones, lo cual es una gran contribución para nuestro desarrollo profesional y personal.

Familiares y amigos de los que siempre obtuvimos voces de aliento y confianza.

CONTENIDO

RESUMEN	1
SUMMARY	3
GLOSARIO	5
INTRODUCCIÓN	9
PARTE I: FUNDAMENTOS	11
1. ASPECTOS GENERALES	11
1.1. MOTIVACIÓN	11
1.2. OBJETIVOS	12
1.2.1. OBJETIVO GENERAL	12
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.3. DESCRIPCIÓN DEL DOCUMENTO	13
2. ESTADO DEL ARTE	15
3. TECNOLOGÍAS PARA EL DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES	17
3.1. TECNOLOGÍA MÓVIL	17
3.1.1. DISPOSITIVOS INALÁMBRICOS	17
3.1.2. DISPOSITIVOS MÓVILES	18
3.2. TELEFONÍA MÓVIL	25
3.3. PROTOCOLO WAP	28
3.3.1. SURGIMIENTO DE LA TECNOLOGÍA WAP	29
3.3.2. GENERALIDADES DEL WAP	29
3.3.3. LIMITACIONES DEL WAP	31
3.3.4. COMPONENTES WAP	31
3.3.5. ARQUITECTURA WAP	34
3.3.6. WAP 2.0	37
3.3.7. LENGUAJES PARA EL DESARROLLO DE APLICACIONES WAP	38

PARTE II: DESARROLLO DE LA APLICACIÓN	44
4. DISEÑO Y DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE APLICACIÓN PARA EL ACCESO MÓVIL	44
A HERRAMIENTAS DE LA PLATAFORMA EDUCATIVA INSTITUCIONAL E-ESCEN@RI	44
4.1. PLATAFORMA EDUCATIVA INSTITUCIONAL E-ESCEN@RI	44
4.1.1. HERRAMIENTAS DE E-ESCEN@RI	46
4.1.2. USUARIOS DE E-ESCEN@RI	48
4.2. PROTOTIPO DE APLICACIÓN DE ACCESO MÓVIL	49
4.2.1. TECNOLOGÍAS APLICADAS AL PROYECTO	50
4.2.2. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA APLICACIÓN WAP	59
4.2.3. CONCEPTO DE LA APLICACIÓN	59
4.2.4. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS	60
4.2.5. DISEÑO DE LOS SERVICIOS DE CONSULTA	68
4.2.6. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN	75
4.2.7. PRUEBAS	86
CONCLUSIONES	88
RECOMENDACIONES	90
BIBLIOGRAFÍA	91

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Celulares en el mundo (mil millones).....	25
Figura 2. Estadísticas de usuarios de teléfonos móviles en Colombia [9].....	26
Figura 3. Evolución tecnológica de la telefonía móvil. [10]	28
Figura 4. Comparación: Acceso a Internet por medio de WAP y por una conexión de red fija	30
Figura 5. Componentes básicos de WAP.	32
Figura 6. Navegador WAP Opera Mini 3.1	32
Figura 7. WAP Gateway.....	34
Figura 8. Comparación de arquitecturas: Internet vs WAP.....	35
Figura 9. Capa de Aplicación, Navegador WAP.	35
Figura 10. Escritorio de trabajo de la plataforma e-escen@ri	45
Figura 12. Entorno de programación de NetBeans	56
Figura 13. Entorno del Simulador Openwave.....	57
Figura 14. Entorno del simulador M3Gate.....	58
Figura 15. Entorno del simulador WAP Proof	59
Figura 16. Casos de uso.	62
Figura 17. Diagrama de actividades para consultar los servicios de trabajo colaborativo por parte del profesor.	66
Figura 18. Diagrama de actividades para consultar los servicios de trabajo colaborativo por parte del estudiante.	67
Figura 19. Arquitectura de componentes de la aplicación.....	70
Figura 20. Interfaz del menú de navegación.....	73
Figura 21. Servicio navegador WAP en teléfono móvil SAMSUNG SGH-S300M.....	73
Figura 22. Servicio navegador WAP en teléfono móvil SONY ERICSSON T290.	73
Figura 23. Estructura de carpetas de la aplicación	77
Figura 24. Página de presentación y de ingreso a la aplicación	79



Aplicación de consulta WAP para la
plataforma educativa institucional
e-escen@ri de la Universidad Industrial de
Santander



Figura 25. Servicios de consulta para el actor Profesor	81
Figura 26. Servicios de consulta para el actor Estudiante.....	84
Figura 27. Prueba de la aplicación en el teléfono móvil SONY ERICSSON T290.....	86
Figura 28. Prueba de la aplicación en el teléfono móvil SONY ERICSSON W300i.....	86
Figura 29. Prueba de la aplicación en el teléfono móvil MOTOROLA MOT-PEBL U6.....	87
Figura 30. Prueba de la aplicación en el teléfono móvil SAMSUNG SEC-SGHC207L.....	87

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Herramienta de Chat en la plataforma educativa e-escen@ri	47
Tabla 2. Herramienta de Foro en la plataforma educativa e-escen@ri	48
Tabla 3. Actores	61
Tabla 4. Detalle del caso de uso “Consultar estudiantes activos”	62
Tabla 5. Detalle del caso de uso “Consultar tareas programadas”	63
Tabla 6. Detalle del caso de uso “Consultar comentarios sin revisar”	64
Tabla 7. Detalle del caso de uso “Consultar salas de chat activas”	64
Tabla 8. Detalle del caso de uso “Consultar temas activos de foros”	65
Tabla 9. Teléfonos celulares en el mercado con tecnología WAP	68
Tabla 10. Páginas de acceso a la aplicación	79
Tabla 11. Páginas para los servicios de consulta del actor Profesor	81
Tabla 12. Páginas para los servicios de consulta del actor Estudiante.....	85

RESUMEN

TITULO: APLICACIÓN DE CONSULTA WAP PARA LA PLATAFORMA EDUCATIVA INSTITUCIONAL E-ESCEN@RI DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.*

AUTORES: MEJÍA CORREDOR CAROLINA, GOMEZ ARDILA SERGIO EDUARDO.**

PALABRAS CLAVES: WAP, Computación ubicua, Aplicación móvil, Tecnología móvil, e-escen@ri, Teléfono móvil, WML, XHTML.

DESCRIPCIÓN:

La presente monografía es el resultado de la investigación realizada por los autores, quienes hacen parte del Laboratorio de I+D del Centro de Tecnologías de Información y Comunicación (CENTIC), sobre el área de las aplicaciones móviles y conceptos relacionados con la computación ubicua. El trabajo desarrollado describe la creación de un prototipo de aplicación para teléfonos móviles que fue probado y puesto en marcha, para optimizar las interfaces de los usuarios de la plataforma educativa institucional e-escen@ri (escenario electrónico de recursos de aprendizaje e investigación) de la Universidad Industrial de Santander.

La plataforma e-escen@ri hace parte del Proyecto Soporte al Proceso Educativo mediante Tecnologías de Información y Comunicación – ProSPETIC, el cual define la política de uso de las TICs en los procesos educativos institucionales y las estrategias encaminadas a lograr el desarrollo sistemático y planificado de experiencias educativas mediadas por las TICs.

El desarrollo de la aplicación está basado en el conjunto de herramientas de trabajo colaborativo que

* Monografía

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Especialización en Telecomunicaciones.
Directora: Dra. Clara Inés Peña de Carrillo



**Aplicación de consulta WAP para la
plataforma educativa institucional
e-escen@ri de la Universidad Industrial de
Santander**



ofrece la plataforma e-escen@ri, las cuales permiten gestionar la comunicación de forma síncrona o asíncrona entre profesores y estudiantes, y desarrollar actividades o tareas que se pueden presentar como complemento a la práctica en las asignaturas. La implementación se llevó a cabo utilizando herramientas software de libre distribución tales como: el sistema operativo Linux, el servidor web Apache-Tomcat y los lenguajes de desarrollo Java, WML y XHTML.

SUMMARY

TITLE: WAP REFERENCE IMPLEMENTATION TO THE INSTITUTIONAL EDUCATIVE PLATFORM E-ESCEN@RI OF THE UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

AUTHORS: MEJÍA CORREDOR CAROLINA, GOMEZ ARDILA SERGIO EDUARDO.**

KEY WORDS: WAP, Ubiquitous computing, Mobile application, Mobile technology, e-escen@ri, Mobile phone, WML, XHTML.

DESCRIPTION:

The present graduation work is the result of the research made by the authors, who are members of the R+D Laboratory at CENTIC (Centro de Tecnologías de Información y Comunicación), about mobile software applications subject and concepts related with ubiquitous computing. The work developed describes a software application prototype for mobile phones that was tested and launched to optimize the user interfaces (UI) of the institutional educative platform e-escen@ri (escenario electrónico de recursos de aprendizaje e investigación) of the Universidad Industrial de Santander.

The e-escen@ri platform is part of the Project "Support to the Educative Process by mean of Information and Communication Technologies (ICTs)" which defines the guidelines to use the ICTs on the institutional educative processes and the strategies to achieve the systematic and planned development of educative experiences mediated by ICTs

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Especialización en Telecomunicaciones.
Directora: Dra. Clara Inés Peña de Carrillo



**Aplicación de consulta WAP para la
plataforma educativa institucional
e-escen@ri de la Universidad Industrial de
Santander**



The development of the software application is based on the collaborative work set of tools that offers the e-escen@ri platform, which allow managing the communication in synchronous or asynchronous way between professors and students, and to do activities or tasks that can be presented as complement to the subjects practice. The implementation was made using freeware software tools as: Operative System Linux, Web server Apache-Tomcat and the development languages Java, WML and XHTML.

GLOSARIO

API: (Application Program Interface) Servicio de un sistema operativo disponibles para programas que funcionan con dicho sistema operativo.

Card (carta): En el contexto de la programación de aplicaciones para dispositivos móviles, específicamente el lenguaje de marcas WML, una carta hace referencia a una unidad de interfaz de usuario o navegación sencilla.

Deck (Baraja): En el contexto del lenguaje WML se refiere a una colección o conjunto de cartas (cards). Una baraja de WML es también un documento del lenguaje XML.

Dispositivo: Es una entidad de red que puede enviar y recibir paquetes de información y son identificados por una única dirección. Un dispositivo actúa como cliente dentro de un contexto dado, p.e teléfono móvil.

Gateway: Es una puerta de enlace o puente que permite a un dispositivo comunicarse con otras redes o dispositivos. En la arquitectura WAP, el gateway se establece entre los dispositivos móviles y el Internet y utiliza el protocolo WAP para pasar las páginas Web que se piden en el navegador.

Hipertexto: Sistema de intercambio de información entre servidores en Internet que consiste en el uso de palabras o frases claves.

HTML (HyperText Markup Language - Lenguaje de marcas de hipertexto): Es utilizado para crear páginas Web con contenido estático y permitir acceso a documentos en la red. Los navegadores pueden interpretar este lenguaje por ser un estándar para desarrollar interfaces de usuario en aplicaciones que se ejecutan en Internet.

Interfaz de usuario: Forma en que los usuarios pueden comunicarse con un dispositivo, y comprende todos los puntos de contacto con el usuario. Hay dos tipos de interfaz de usuario: Las Interfaces alfanuméricas que interpretan reglas y las interfaces gráficas de usuario (GUI, Graphical User Interface), que permiten comunicarse con el dispositivo de una forma rápida e intuitiva.

Lógica del negocio: En el área de la ingeniería del software específicamente en los procesos de análisis, diseño y construcción de software, la lógica del negocio es la concepción del negocio en cuanto a los procesos que se llevan a cabo dentro de él. La concepción del negocio comprende en una aplicación software la construcción de métodos que pueden realizar entradas de datos, consultas a los datos, generación de informes, es decir, más específicamente los posibles procesos que se realizan detrás de la aplicación visible para el usuario.

m-learning (aprendizaje electrónico móvil): Es una forma o medio para la realización de actividades curriculares en los procesos de enseñanza y aprendizaje que se soporta en el uso de dispositivos móviles.

Monocromático: De un solo color. Los primeros teléfonos móviles presentaban pantallas de un solo color por lo que el diseño de las aplicaciones era muy sencillo.

Multimedia: Es el uso de mas de un medio de comunicación digital para presentar la información, utilizando recursos como textos, imágenes, animaciones, videos, sonidos, etc.

Navegador: Software que permite encontrar y visualizar información en Internet. Los más comunes son Internet Explorer y Netscape Navigator.

Protocolo: Es el conjunto de reglas que permiten el intercambio de información entre dos dispositivos. En una red se refiere al conjunto de estándares que controlan la secuencia de

mensajes o transferencia de datos que ocurren durante la comunicación entre los diferentes dispositivos que conforman la red.

Sincronía: Son sucesos que ocurren en un mismo tiempo. Para el contexto de herramientas de trabajo colaborativo, la sincronía es importante para identificar la forma de comunicación utilizada entre usuarios. En el caso de una sala de chat la comunicación ocurre en un mismo tiempo sin importar el lugar desde donde se está comunicando. En el caso contrario, un foro de discusión maneja la forma de comunicación asíncrona, porque la conversación puede llevarse a cabo en diferentes momentos.

Táctil: En el contexto de los dispositivos móviles algunos dispositivos como los Tablet PC, presentan la característica de tener una pantalla que se puede manipular con el tacto de los dedos.

TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol): son los protocolos que rigen todas las comunicaciones entre computadores en Internet. TCP/IP define un conjunto de instrucciones que establecen como se envían paquetes de información por diferentes redes.

Ubicua: Es la característica de aquellas cosas que pueden estar presentes o funcionar en un mismo tiempo desde cualquier lugar. En informática, se están realizando investigaciones sobre la integración de varios dispositivos electrónicos en el entorno de una persona, de forma que estos dispositivos no se perciban como objetos diferenciados, con el fin de que se pueda acceder a la información o manipularla en cualquier momento sin importar el dispositivo que se use.

URL (Uniform Resource Locator = Localizador uniforme de recursos): Es la cadena de caracteres con la cual se asigna una dirección única a cada uno de los recursos informáticos disponibles en Internet. La URL permite a un navegador encontrar el recurso y mostrarlo de forma adecuada al usuario.

XML (eXtensible Markup Language - Lenguaje de marcas de extensible): Es un metalenguaje (lenguaje usado para hacer referencia a otros lenguajes) extensible de etiquetas desarrollado por el Consorcio World Wide Web (W3C). Es una manera de definir lenguajes para diferentes necesidades. Uno de estos lenguajes que usan XML para su definición es XHTML. XML no se ha creado sólo para aplicarlo en Internet, sino que se propone como un estándar para el intercambio de información estructurada entre diferentes plataformas. Se puede usar en bases de datos, editores de texto, hojas de cálculo, entre otros.

INTRODUCCIÓN

Por medio del trabajo desarrollado en esta monografía se inicia un nuevo ciclo de elaboración de proyectos sobre tecnología móvil y específicamente el área de las aplicaciones para teléfonos móviles relacionado con m-learning (aprendizaje móvil) en la Universidad Industrial de Santander. Es necesario en esta monografía investigar sobre el tema de la programación ubicua y estudiar las tecnologías de desarrollo actualmente utilizadas para este propósito. Su análisis teórico sobre comunicaciones establecidas en sistemas conformados por una aplicación y los usuarios que lo pueden acceder, permitirá definir el contexto de la aplicación para diseñar la implementación del sistema con el cual se podrá trabajar desde cualquier lugar y momento. El estudio en ésta área también permitirá recopilar la información referente al estado del arte de los dispositivos móviles y las facilidades que le ofrece a sus usuarios al utilizar nuevos servicios.

Como herramientas de trabajo, se utilizarán tecnologías de desarrollo indispensables para implementar el código de la aplicación utilizando el lenguaje mas adecuado y las técnicas, especificaciones y estándares que van a ser el soporte para organizar en detalle la aplicación.

La aplicación debe tener también una base definida para visualizar el alcance y la estructura de su elaboración, de esta forma el diseño de la arquitectura es la que define las componentes con las cuales trabaja la tecnología de los teléfonos móviles que es el área de interés. Así, se pueden especificar las funcionalidades de cada uno de los nodos que componen el sistema para trabajar y orientar el desarrollo en los nodos más importantes sobre los cuales se puedan lograr los objetivos establecidos.

En cuanto al área de las telecomunicaciones, esta monografía basará su estudio en tres aspectos importantes: 1) El Internet y el acceso al mismo a través de teléfonos móviles para permitir la conexión en cualquier momento y el acceso a la información a consultar desde cualquier lugar. 2) La



**Aplicación de consulta WAP para la
plataforma educativa institucional
e-escen@ri de la Universidad Industrial de
Santander**



tecnología inalámbrica WAP¹ que utilizan los teléfonos móviles actualmente para poder realizar la conexión y poder acceder a los datos ubicados en servidores de producción. 3) el lenguaje de desarrollo WML² y XHTML³ que permiten implementar aplicaciones sencillas sobre la versión 2.0 de la tecnología WAP de forma estandarizada.

¹ WAP: Wireless Application Protocol

² WML: Wireless Markup Language

³ XHTML: Extensible Hypertext Markup Language

PARTE I: FUNDAMENTOS

1. ASPECTOS GENERALES

1.1. MOTIVACIÓN

El desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles ha impulsado la convergencia hacia el uso de herramientas que permiten tener a disposición la información en cualquier lugar y momento. La adopción temprana de servicios de banda ancha inalámbrica aunados a nuevos adelantos de consumo eficiente de energía y más alto desempeño en dispositivos móviles señalan el inicio de la "omnipresencia de la movilidad" según Sean Maloney, vicepresidente ejecutivo y gerente general del Grupo de la Movilidad de Intel a cargo del área de la computación móvil. Esta omnipresencia de la movilidad ofrece a la industria nuevas oportunidades sustanciales de crecimiento, especialmente si se pueden desarrollar aplicaciones basadas en estándares abiertos e impulsar innovaciones de desempeño y poder en las plataformas de computación y telefonía.

En la Universidad Industrial de Santander, con la puesta en marcha del proyecto "Soporte al Proceso Educativo mediante Tecnologías de Información y Comunicación ProSPETIC" [1] se está desarrollando la plataforma institucional e-escen@ri⁴, un ambiente educativo en red que permite llevar a cabo actividades de enseñanza/aprendizaje interactivas y personalizadas como complemento a las estrategias de innovación educativa en el aula. Como soporte a esta iniciativa y con el fin de ofrecer las mejores condiciones de acceso al sistema, se han establecido diferentes líneas de acción que fomentan el uso de tecnología de punta para la generación de interfaces de usuario adaptadas al medio de acceso, así la interacción con una aplicación específica no se limita a la utilización de un solo tipo de dispositivo, en este caso, un computador tradicional en un sitio en

⁴ e-escen@ri: Escenario de Aprendizaje y Recursos de Investigación.

particular. En ese sentido se orienta entonces esta investigación. Se quiere implementar un prototipo de aplicación interactiva que permita desde un teléfono móvil realizar algunas de las actividades de aprendizaje propuestas en una unidad docente de e-escen@ri y así promover el aprendizaje móvil (m-learning).

Este desarrollo se apoya en las premisas del documento CONPES 3072 (agenda de conectividad) y de la directiva presidencial No. 02 de Agosto 28 del 2000 [2], que buscan la implementación de estrategias que permitan la modernización del estado teniendo en cuenta los avances tecnológicos. La agenda de conectividad por ejemplo, tiene como objetivo masificar el uso de las Tecnologías de Información y la modernización de las entidades públicas y del gobierno para hacerlas mas eficientes, y atender de esta manera los requerimientos de información y servicios de los ciudadanos oportunamente y con la calidad debida. Igualmente, el plan de gestión institucional 2002 de la UIS [3], contempla la posibilidad de promover el desarrollo de proyectos destinados a optimizar los conocimientos, los procesos de apoyo y las habilidades de gestión y a estimular en las personas el espíritu de la modernidad.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Implementar un prototipo de interfaz en dispositivos móviles para el acceso a la plataforma educativa institucional e-escen@ri de la Universidad Industrial de Santander.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Analizar la tecnología WAP para el desarrollo de aplicaciones móviles.

- Diseñar la arquitectura de una aplicación móvil que permita la interacción con algunas herramientas de la plataforma e-escen@ri: participación en foros de discusión, charlas en línea, consulta de tareas y estadísticas de acceso.
- Diseñar las interfaces de usuario para el dispositivo móvil preservando los estándares de diseño del libro de estilo de la plataforma e-escen@ri.
- Realizar la conexión a la base de datos utilizada en la plataforma e-escen@ri, para la obtención de información actualizada.
- Programar la aplicación en el lenguaje estándar ofrecido por la tecnología WAP.
- Poner en marcha el prototipo.

1.3. DESCRIPCIÓN DEL DOCUMENTO

Este documento está estructurado en dos partes: la primera relacionada con los fundamentos, el estado del arte y el marco teórico que dan soporte científico a la investigación propuesta y la segunda, que presenta el desarrollo de una aplicación de acceso móvil a las herramientas de la plataforma educativa institucional e-escen@ri.

Parte I: FUNDAMENTOS

Capítulo 1. Aspectos Generales

Describe la motivación de los autores para realizar este trabajo y define los objetivos que enmarcan su desarrollo. .

Capítulo 2. Estado del Arte

Presenta el estado actual de las investigaciones y desarrollos que se han llevado a cabo en el área de la computación ubicua, las tecnologías móviles, y las herramientas y desarrollos software para estas aplicaciones.

Capítulo 3. Tecnologías para el Desarrollo de Aplicaciones Móviles

Presenta la base teórica a tener en cuenta para desarrollar una aplicación de consulta WAP en un dispositivo móvil. Se exploran conceptos como las tecnologías móviles (teléfono móvil), el protocolo WAP y los lenguajes de programación WML y XHTML utilizados para el desarrollo de aplicaciones de este tipo.

Parte II: DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

Capítulo 4. Diseño y Desarrollo de un Prototipo de Aplicación para el Acceso Móvil a Herramientas de la Plataforma Educativa Institucional e-escen@ri

Este capítulo presenta la metodología que define las fases y las actividades llevadas a cabo para la construcción de la aplicación, siguiendo los objetivos previamente definidos con el fin de obtener los resultados esperados.

El documento finaliza con las conclusiones y recomendaciones que los autores formulan sobre el trabajo de grado desarrollado.

2. ESTADO DEL ARTE

El reto tecnológico que afronta la investigación en tecnologías de información hoy en día, es lograr que el medio de comunicación pase a un segundo plano, es decir, que la información pueda ser accedida en cualquier lugar y momento sin importar el dispositivo que se tenga, premisa que plantea el concepto de “computación ubicua” [4]. Esta noción presenta una nueva generación en el desarrollo de software, enmarcado en la adaptabilidad de los dispositivos computacionales a los sistemas (portales Web, sitios Web, páginas Web, etc.) presentados al usuario.

En el área de la educación en línea, este concepto se ve reflejado en el desarrollo de herramientas software que permiten crear diferentes interfaces que se pueden adaptar a los requerimientos de un estudiante en su proceso de aprendizaje ó al seguimiento que realiza un profesor en su proceso de enseñanza. Las interfaces utilizadas para este propósito se han desarrollado de forma más común para computadores personales, pero se esta trabajando en el área de las tecnologías móviles por su constante crecimiento y gran convergencia en la sociedad.

Hoy en día, el mercado de la tecnología móvil es diverso y presenta sofisticados tipos de dispositivos como teléfonos móviles, computadores portátiles, PDA's⁵, tablet PC⁶, entre otros, que ofrecen variadas posibilidades de acceso a la información cada una con una interfaz de presentación al usuario diferente. La computación ubicua pretende integrar esta variedad mediante la creación de sistemas que cualquier dispositivo pueda interpretar, con el fin de que el usuario utilice el dispositivo de su preferencia para acceder a la misma información.

⁵ PDA (Personal Digital Assistant). Es un computador de mano de uso doméstico (ver películas, crear documentos, navegar por Internet).

⁶ Tablet PC. Computador de pizarra. Es un computador entre un portátil y un PDA, en el que se puede escribir a través de una pantalla de tacto.

Para el caso de los teléfono móviles, se han desarrollado protocolos de comunicación como la tecnología WAP que permite la transmisión de datos hacia dispositivos móviles, como también herramientas de navegación que pueden interpretar los lenguajes de marcas XHTML y WML, derivaciones para dispositivos móviles de los lenguajes estándar HTML y XML que son utilizados en Internet para presentar servicios comunes de consulta a páginas Web, acceso a bases de datos, consulta de correo electrónico, entre otros.

La tecnología WAP, es una nueva forma de relacionarse con la información, es una herramienta que no solo permite la comunicación entre usuarios, sino que dispone de toda la información que la red puede ofrecer, desde cualquier lugar y en cualquier momento.

Los casos mas comunes de aplicaciones desarrolladas a nivel mundial que utilizan la tecnología WAP han sido para la presentación de noticias como Google News⁷, BBC Mundo⁸, Agencia de noticias Reuters⁹, donde las cadenas de periodismo muestran en una página los titulares de las noticias mas importantes; el uso de motores de búsqueda de páginas Web como Google, Yahoo, AOL, etc.; el correo electrónico que ofrece al usuario interfaces gráficas de consulta como lo hacen Yahoo Mail y Hotmail; encuestas en línea, directorios telefónicos y reservas en hoteles.

El desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles en la Universidad Industrial de Santander se ha trabajado como implementación de nuevos métodos de consulta que permiten a la comunidad académica buscar recursos bibliográficos disponibles en la biblioteca [5], consultar el directorio telefónico de los funcionarios, averiguar en registros académicos los horarios de clase, la comprobación de admisiones, las notas generales y los promedios acumulados [6]. Estas aplicaciones han iniciado el proceso evolutivo de los sistemas de información desarrollados en la UIS, promocionando el uso de otros medios para consultar la información.

⁷ <http://news.google.com.co/>

⁸ <http://bbcmundo.com/movil>

⁹ <http://mobile.reuters.com>

3. TECNOLOGÍAS PARA EL DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES

A continuación se presentan conceptos básicos que deben ser explorados para comprender la tecnología WAP en el desarrollo de aplicaciones móviles. Se hará una breve reseña de los principales temas relacionados con la tecnología móvil; comparación entre tecnología móvil y tecnología inalámbrica, contribuciones de una tecnología con la otra y los dispositivos móviles más comunes. Aunque este trabajo se desarrolla únicamente para teléfonos móviles es necesario conocer otras tecnologías existentes, herramientas de desarrollo y finalmente la tecnología WAP y todas sus capacidades.

3.1. TECNOLOGÍA MÓVIL

La tecnología móvil es aquella que permite llevar la información, herramientas ó el trabajo a donde quiera que se vaya y ofrecer en todo momento la posibilidad de utilizar las aplicaciones instaladas, exponer presentaciones, crear documentos, y acceder a datos. Significa llevar siempre consigo el dispositivo (móvil y preferiblemente inalámbrico) que contiene toda su información y que le permite generar los documentos que necesita en todo momento. Trabajar con esta tecnología incluye la utilización de dispositivos inalámbricos y dispositivos móviles. Para el desarrollo de este proyecto se ha tomado como base la telefonía móvil que se implementa sobre los dispositivos antes mencionados. A continuación se presentan detalles de esta tecnología.

3.1.1. DISPOSITIVOS INALÁMBRICOS

El término “inalámbrico” hace referencia a la tecnología sin cables que permite conectar varias máquinas entre sí. Un dispositivo inalámbrico incorpora determinadas tecnologías (*Bluetooth*¹⁰, *Wi-*

¹⁰ Bluetooth: nombre común del estándar global de comunicación inalámbrica IEEE 802.15.1.

*Fi*¹¹, *GPS*¹², *GPRS*¹³) que permiten conectarse a otros dispositivos inalámbricos. Se puede emplear este tipo de conexiones para acceder a Internet, al correo electrónico, compartir información, conectar impresoras, hacer diferentes descargas, etc.

3.1.2. DISPOSITIVOS MÓVILES

El término "móvil" hace referencia al traslado de las tareas de un sitio a otro, es decir, de llevarlas a cabo independiente del lugar en el cual se encuentre.

Básicamente, los dispositivos móviles son aquellos lo suficientemente pequeños para ser transportados y que pueden ser utilizados durante su transporte. Estos dispositivos se pueden considerar como computadores personales con todo el significado de la palabra, ya que disponen de capacidad de procesamiento y de almacenamiento de datos.

Gracias a los avances tecnológicos y especialmente al desarrollo de las tecnologías inalámbricas, prácticamente todos los dispositivos móviles pueden conectarse sin cables a una red; brindándoles la característica de ser móviles e inalámbricos. A continuación se detallan aspectos relacionados con las principales tecnologías involucradas en este proceso:

Bluetooth®: es un estándar de comunicación inalámbrica. Mediante una frecuencia de radio de disponibilidad universal conecta entre sí los dispositivos habilitados para Bluetooth® situados a una distancia determinada; posibilita la transmisión de voz y datos y ofrece una velocidad de transferencia de hasta 720 kilobits por segundo en un radio de entre 10 y 100 metros.

Wi-Fi o red de área local inalámbrica (WLAN): es una tecnología complementaria a Bluetooth® y al igual que ésta es un estándar de comunicación. Es una red de tamaño medio, de un alcance de 45

¹¹ Wi-fi: se conoce como Wireless Fidelity e implementa el estándar de comunicación inalámbrica IEEE 802.11.

¹² GSM: Acrónimo de Global System for Mobile communications.

¹³ GPRS: Acrónimo de General Packet Radio Services

metros en interiores y 90 metros al aire libre que permite realizar diversas conexiones inalámbricas a Internet, consultar el correo electrónico, enviar mensajes, compartir archivos entre dispositivos, etc.

GSM/1G: permite la conexión a Internet a una velocidad de 9,6 kilobits por segundo. Esta velocidad no es suficiente para acceder a la mayoría de las actuales páginas Web, pero permite acceder a algunos servicios de Internet, como el correo electrónico, y también a contenidos e información especialmente diseñados para esta baja velocidad de transmisión.

GPRS/3G: permite conexiones mediante el sistema de conmutación de paquetes facilitando así a los usuarios que sólo envían y reciben datos esporádicamente, un mejor aprovechamiento de la red. Se transmite a través de redes de telefonía móvil enviando datos a altas velocidades y en un momento dado. Con esta tecnología, los teléfonos móviles adquieren más funcionalidad de asistentes personales, ofreciendo servicios como la agenda electrónica, administración de contactos, calendario, visualizadores de imagen, grabadores de voz, capacidad para realizar videoconferencias, etc. Se incorporan a los dispositivos de servicios de posicionamiento y a nuevas formas de introducir la información mediante innovadores teclados y sistemas de reconocimiento de voz y escritura. GPRS es la evolución del GSM. Es un modelo avanzado de redes GSM que permite multiplicar por 10 la capacidad de transferencia de datos (hasta 112 kilobits por segundo).

• Características de los Dispositivos Móviles

A continuación se mencionan algunas ventajas y desventajas que marcan la diferencia entre los dispositivos móviles y otros dispositivos informáticos. Se piensa que con el tiempo y el desarrollo creciente de la investigación relacionada con la tecnología móvil las desventajas se podrán ir superando.

Ventajas

- Su costo es bajo en comparación con dispositivos informáticos más grandes.

- Son fáciles de utilizar, el aprendizaje es rápido para el usuario y no requiere de expertos en el área.
- Por su portabilidad son fáciles de transportar, lo cual permite el acceso a la información en cualquier momento y lugar.
- Muchos de ellos cuentan con óptimas capacidades operacionales, gráficas, visuales y de almacenamiento.
- Son fácilmente reemplazables por las empresas proveedoras, debido a la rapidez con la cual se actualizan.

Desventajas

- Su tiempo de vida es breve, el usuario tendrá que cambiarlo a corto plazo para actualizar el dispositivo con las nuevas tecnologías que el mercado impone.
- El tiempo de disposición del equipo es limitado, estos dispositivos están sometidos a fuentes de energía que se deben estar cargando periódicamente.
- La capacidad de almacenamiento de información es pequeña, los espacios en disco de estos equipos son bastante limitados, por consiguiente no se puede tener guardada mucha información en el dispositivo.
- Hay limitaciones para la interacción del usuario con el dispositivo, debido al tamaño reducido de las pantallas y a la incomodidad para la utilización de los teclados.
- La velocidad de procesamiento es menor comparada con otros dispositivos informáticos.
- Todavía hay dificultades de conexión a la red, debido a diferentes factores como condiciones de tráfico, competencia con la señal de voz, localización del usuario, etc.

- **Componentes de los Dispositivos Móviles**

Los elementos más comúnmente encontrados en los dispositivos móviles son:

Procesador: El rango de velocidad de estos procesadores oscila entre 16 y 233 MHz. Esta velocidad es importante en aquellos dispositivos que ejecutan diferentes programas.

Pantalla: Depende del dispositivo y su uso, puede ser de cristal líquido, plasma, táctil o no táctil.

Memoria: ROM (Read-Only Memory), RAM y EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory). El rango de tamaño es desde pocos MBs hasta GBs. Para dispositivos con Internet, la memoria caché es importante; para dispositivos que ejecutan programas, los tamaños de almacenamiento de programas y datos son importantes.

Entrada de datos: Se utilizan desde pequeños teclados alfa-numéricos en teléfonos móviles hasta reconocedores de letra manuscrita.

Conectividad: Las capacidades de conectividad van desde la posibilidad de sincronizar con el equipo de escritorio hasta la capacidad de conexión inalámbrica continua.



Extensibilidad: Permiten la adición de memoria, módems y algunos periféricos como cámaras.

Baterías: Un punto débil puede ser la duración de las baterías, la cual se va reduciendo con el uso de las mismas. Las aplicaciones que más baterías gastan son las pantallas de color, los módems, tarjetas de red, tarjetas de memoria y periféricos.

- **Tipos de Dispositivos Móviles**

El número de dispositivos móviles que se encuentran en el mercado hoy en día es bastante amplio, debido a que el desarrollo de la informática apunta cada vez más hacia este sector de la computación móvil. Entre los dispositivos más comunes se encuentran:

<p>Computadores portátiles:</p> <p>Estos equipos son capaces de realizar la mayor parte de las tareas que hace un computador de escritorio, con la ventaja de la movilidad. Tienen procesador, memoria, sistema operativo, etc.</p>	
<p>Teléfonos Móviles:</p> <p>Cuentan con un micrófono microscópico, un altavoz, una pantalla de cristal líquido ó plasma, teclado, antena, batería, etc. Tiene incorporado características como directorio telefónico, acceso a Internet, juegos, calendario, etc.</p>	
<p>PDA (Personal Digital Assistant):</p> <p>Como su nombre lo indica, son asistentes personales; básicamente ofrece calendarios, libreta de notas, agenda de teléfonos, permite conexión a Internet, consulta de correo electrónico, acceso a otros dispositivos, etc. Cuenta con una pantalla táctil que utiliza un lápiz especial (stylus) que realiza la entrada de datos, eliminando la necesidad de teclados, tiene procesador, memoria y sistema operativo (el cual marca la diferencia en su nombre; palm, pocket PC, etc.). Estos dispositivos pueden funcionar como teléfono móvil, fax, GPS, etc.</p>	

<p>Smartphone:</p> <p>Son teléfonos móviles con las propiedades de una PDA, conocidos en el mercado como teléfonos inteligentes. Permiten la instalación de programas para incrementar el procesamiento de datos y la conectividad, Tienen pantalla táctil y un mayor nivel de seguridad. Un ejemplo muy conocido de este tipo de dispositivos es el BlackBerry.</p>	
<p>Tablet PC:</p> <p>Es un híbrido entre un computador portátil y una PDA. Tiene procesador, memoria y sistema operativo. Carecen de teclado y mouse, aunque se les puede incorporar. La pantalla es táctil, al igual que las PDA, se puede escribir y trabajar directamente sobre la pantalla.</p>	

- **Aplicaciones de los dispositivos móviles**

El avance y crecimiento de las características de los dispositivos móviles han permitido facilitar la creación de aplicaciones útiles en la vida diaria, tales como el acceso a Internet y el correo electrónico, SMS¹⁴ (Short Message Service), MMS¹⁵ (Multimedia Message Service), envío de información en línea, consulta de bases de datos remotas, aplicaciones multimedia, GPS (Global Positioning System), juegos, etc. Además de aplicaciones más robustas y especializadas en contextos [7] como:

- **Salud:** Aplicaciones para el manejo de pacientes, que permite al médico ó institución mantener contacto con un paciente cuyo estado requiera de continua vigilancia. Estas aplicaciones

¹⁴ SMS: Servicio de mensajes cortos

¹⁵ MMS: Servicio de mensajes con archivos multimedia

consisten en envío y recepción de mensajes, monitoreo de signos vitales, consulta de historial clínico, entre otros.

- **Empresa:** Las aplicaciones más comunes se dan en este sector. Ejemplos de ellas son herramientas en línea que permiten la consulta del inventario, de precios, realizar pedidos en forma inmediata, generar órdenes de compra, generar facturas, etc. Además de aplicaciones para el personal móvil de la empresa, como son gerentes, administrativos, asesores, entre otros quienes tienen acceso a software que les brinda el apoyo en sus tareas, al permitirles consultar información de la empresa ó de la oficina, para realizar sus actividades (soporte ó toma de decisiones) más eficientemente. Cómo también le permite a la empresa localizar fácilmente a este personal.
- **Servicios:** Aplicaciones para el servicio al cliente, tales como asesorías, servicio técnico y consultoría. La consulta a bancos de información, bases de datos inteligentes, recolección de información actualizada y consulta de especialistas, logrando por supuesto el contacto permanente con el cliente.
- **Educación:** En esta área, los profesores y estudiantes tienen en los dispositivos móviles un nuevo instrumento de interacción y la información necesaria que permite contribuir al proceso de enseñanza y aprendizaje. El trabajo desarrollado en esta monografía esta basado en los conceptos del aprendizaje móvil (m-learning), el cual se caracteriza por ofrecer al profesor herramientas de monitoreo y seguimiento a las actividades realizadas por el estudiante para cumplir su trabajo como guía en la educación; y al estudiante una solución más para el desarrollo de sus actividades convirtiéndolo en agente constructor de su propio aprendizaje.

3.2. TELEFONÍA MÓVIL

El teléfono móvil (ó teléfono celular), consiste en un dispositivo de comunicación electrónico con las mismas capacidades básicas de un teléfono de línea telefónica convencional con la principal característica de ser portátil y utilizar tecnología inalámbrica al no requerir cables conductores para su conexión a la red telefónica.

La telefonía móvil es una de las tecnologías de más rápido desarrollo y aceptación por parte de la sociedad, desde sus inicios a finales de los 70s ha transformado y ha ayudado considerablemente las actividades que el hombre realiza a diario, logrando hoy en día ser una herramienta necesaria para la gente común y de negocios.

Un teléfono móvil puede contar fácilmente con un reproductor de MP3, con cámara de fotos digital integrada, con juegos complejos, con acceso a Internet, entre otras utilidades. El teléfono móvil, como ningún otro dispositivo, ha cambiado la forma en que trabaja, en que socializa y en que se vive el día a día.

Según un informe presentado por Wireless Intelligence (Ovum/GSM Association) [8], en estos momentos hay alrededor de 3.000 millones de usuarios de telefonía móvil (ver figura 1).

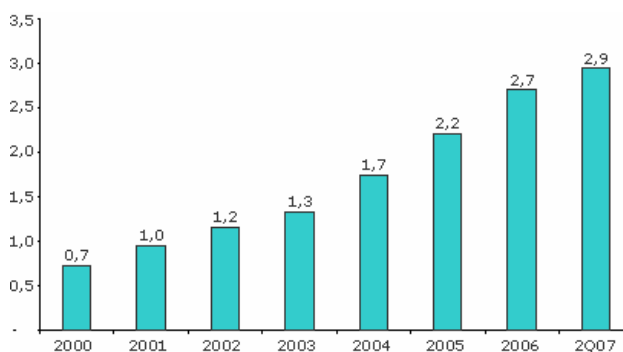


Figura 1. Celulares en el mundo (mil millones)

Fuente: UIT y Wireless Intelligence (Ovum/GSM Association).

Según otro informe tomado del Ministerio de Telecomunicaciones de Colombia [9], el crecimiento de los teléfonos móviles en el país esta alrededor de los 31 millones (ver figura 2).

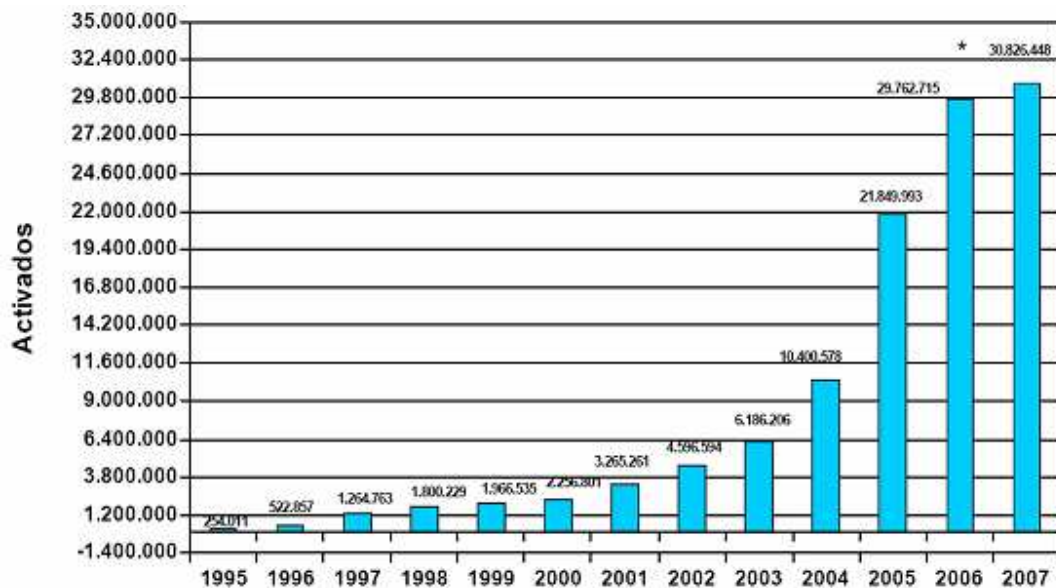


Figura 2. Estadísticas de usuarios de teléfonos móviles en Colombia [9].

Fuente: Ministerio de Comunicaciones de Colombia.

Las siguientes generaciones han marcado el desarrollo de la telefonía móvil.

La primera generación 1G



Hizo su aparición en 1979, se caracterizó por trabajar con señales analógicas y estrictamente utilizadas para el servicio de voz. La calidad de los enlaces era muy baja, baja velocidad de transmisión, la transferencia entre celdas era muy imprecisa, baja capacidad, la seguridad no existía y era imposible tener acceso a datos, el número de usuarios era limitado. Basada en FDMA (acceso múltiple por división de frecuencia). La tecnología predominante de esta generación es AMPS (Advanced Mobile

Phone System), que fue el primer sistema de telefonía estandarizado en el mundo y popular en Estados Unidos.

La segunda generación 2G



Aparece en 1990, lográndose una transmisión digital de señales, de manera que se pudiera ofrecer el servicio a un mayor número de usuarios y requerirse menos energía y potencia, posibilitando la creación de los teléfonos celulares más pequeños y cómodos. Evita la clonación de señales, utiliza protocolos de codificación más sofisticados y algunos son sistemas de telefonía móvil usados en la actualidad. Se

logra la interoperabilidad de las empresas telefónicas; las empresas hablaban un lenguaje común para que los teléfonos, independientemente del lugar de origen y contrato, pudieran interconectarse y establecer el intercambio de señal (Roaming Global). Las tecnologías predominantes son GSM (Global System for Mobile Communications); IS-136 (conocido también como TIA/EIA-136 ó ANSI.136), CDMA (Code Division Multiple Access) y PDC (Personal Digital Communications). Los protocolos utilizados soportan velocidades de información más altas para voz pero limitadas en comunicaciones de datos. Se ofrecen servicios de datos, fax y SMS.

La generación 2.5G



basados en la localización.

Involucra características como: GPRS (General Packet Radio System), HSCSD (High Speed Circuit Switched Data), EDGE (Enhanced Data Rates for Global Evolution), IS-136B, IS-95B, entre otros. Hay acceso a la información a través de Internet, envío de mensajes cortos (SMS), conexiones a intranets, aplicaciones WAP, servicios específicos para GPRS y servicios

La tercera generación 3G



Caracterizada por la convergencia de la voz y datos con acceso inalámbrico a Internet, aplicaciones multimedia y altas transmisiones de datos. Los protocolos empleados en los sistemas 3G soportan más altas velocidades de información enfocados para aplicaciones más allá de la voz tales como audio, video en movimiento, video conferencia y acceso rápido a Internet. Entre las tecnologías contendientes de la tercera generación se encuentran UMTS (Universal Mobile Telephone Service), CDMA2000, IMT-2000, ARIB (3GPP), UWC-136, entre otras. Sus puntos clave son: la universalidad, el alcance, la accesibilidad, la personalización, la localización y la propiedad de estar siempre encendido.

A continuación se presenta la figura 3 que resume cómo ha sido la evolución de la telefonía móvil.

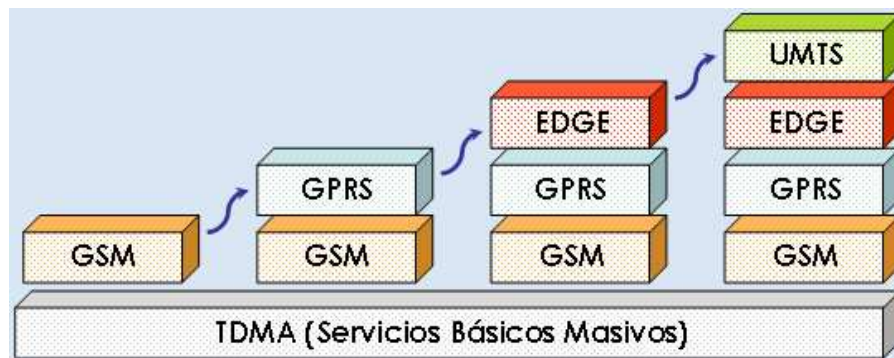


Figura 3. Evolución tecnológica de la telefonía móvil. [10]

3.3. PROTOCOLO WAP

En esta sección se presenta el análisis realizado a la tecnología WAP para lograr construir el prototipo de interfaz en un teléfono móvil. Se estudia el surgimiento de la tecnología WAP, sus componentes, su arquitectura y los lenguajes utilizados para su implementación.

3.3.1. Surgimiento de la tecnología WAP

Con el fin de brindar a las personas la información que requieren de una forma ágil y confiable, las compañías de dispositivos móviles aparte del servicio de voz que brindaban empezaron a crear aplicaciones que permitieran a los usuarios la posibilidad de acceder a datos en forma remota, es así, como en junio de 1997 Phone.com¹⁶ (anterior *Unwired Planet*), se une a las compañías: Ericsson¹⁷, Motorola¹⁸ y Nokia¹⁹ (que representaban el 90% del aprovisionamiento mundial de teléfonos móviles) y Fundan el Wireless Application Protocol Forum (Foro para el Protocolo de Aplicaciones Inalámbricas). El WAP Forum es el grupo industrial dedicado a permitir la evolución de los servicios telefónicos y de información en dispositivos inalámbricos, se encarga básicamente de definir el conjunto de especificaciones que pueden ser usadas en las aplicaciones para los dispositivos. Actualmente, el WAP Forum engloba más de 400 empresas relacionadas con temas de telecomunicaciones, que han trabajado en la construcción de estándares para la red inalámbrica.

El producto del WAP Forum es un protocolo estándar capaz de ser usado en los dispositivos móviles, y que permite la comunicación entre aplicaciones de servidor y clientes, es decir, los dispositivos móviles podrán ser utilizados como computadores de escritorio, con acceso a aplicaciones similares, navegación por Internet y acceso a la información en todo momento.

3.3.2. Generalidades del WAP

WAP es la tecnología que permite llevar a los dispositivos móviles servicios de todo tipo, como alertas en tiempo real, noticias, la programación diaria de todas las cadenas de TV, cartelera de cines y restaurantes, acceso a información de precio para compras, recibir ayuda de orientación urbana, recepción y envío de correos electrónicos, e incluso la participación en juegos interactivos

¹⁶ <http://www.phone.com/>

¹⁷ <http://www.ericsson.com/>

¹⁸ <http://www.motorola.com/>

¹⁹ <http://www.nokia.com/>

que ya se encuentran desarrollados en muchos portales. WAP une dos mundos: el Internet y las comunicaciones móviles.

WAP supone no solo un soporte sino, lo que es más importante, una nueva forma de relacionarse con la información, una herramienta que permite no solo la comunicación sino disponer de toda la información que la red puede ofrecer, desde cualquier lugar, en cualquier momento, sin necesidad de cables, líneas telefónicas ni computadores.

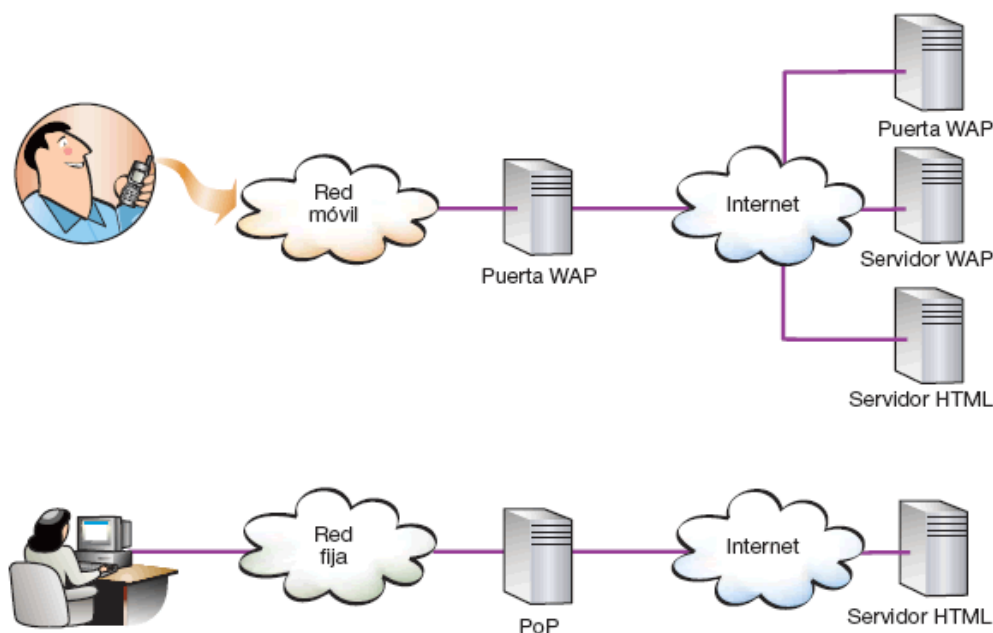


Figura 4. Comparación: Acceso a Internet por medio de WAP y por una conexión de red fija [11].

WAP está especialmente diseñado para trabajar bajo restricciones de memoria y procesadores, pequeñas pantallas muchas veces monocromáticas capaces de desplegar muy pocas líneas de texto y conexiones irregulares debido al ancho de banda reducido.

Los desarrollos más comunes utilizando el protocolo WAP se han dado para los teléfonos móviles y las PDAs, por ser los dispositivos de mayor uso a nivel mundial.

WAP es un protocolo que ha despertado el interés de un gran número de empresas, debido a sus capacidades y a la opción de disponer sus servicios en un entorno normalizado que cuenta con un gran número de posibles usuarios (clientes).

3.3.3. Limitaciones del WAP

- La baja velocidad de transmisión: actualmente entre 14.4 kbps y 19.6 kpps.
- Los altos costos de las comunicaciones: Depende del proveedor de servicios.
- Herramientas limitadas de navegación: En la actualidad, los teléfonos celulares tienen una pantalla que permite visualizar unas pocas líneas de texto.
- La dificultad de cargar contenidos HTML: Es imposible trasladar a la pantalla de un teléfono de tecnología WAP toda la información que aparece en una página Web. Aunque así se pudiera, carecería de sentido, porque el usuario de WAP espera de éste otros servicios distintos de los que ya dispone en su computadora: el teléfono está concebido para comunicaciones cortas y urgentes, mientras que un sitio Web está diseñado para un uso más complejo. Por lo tanto, pasa a ser más importante el diseño de la información que el diseño del sitio Web.
- Barrera Cultural: Hasta qué punto el mercado está preparado para obtener información de Internet a través de estos teléfonos es una de las dudas que se maneja entre las empresas proveedoras de servicios.
- Necesariamente tendrá que haber un reemplazo de teléfonos móviles: No hay gran cantidad de equipos ya vendidos para soportar esta tecnología.

3.3.4. Componentes WAP

Los componentes básicos que hacen posible el funcionamiento de WAP son: el dispositivo móvil con navegador WAP, red de telefonía móvil ó red de Internet inalámbrica, WAP Gateway y el servidor de aplicaciones. En la figura 5 se presenta la organización de estos componentes.

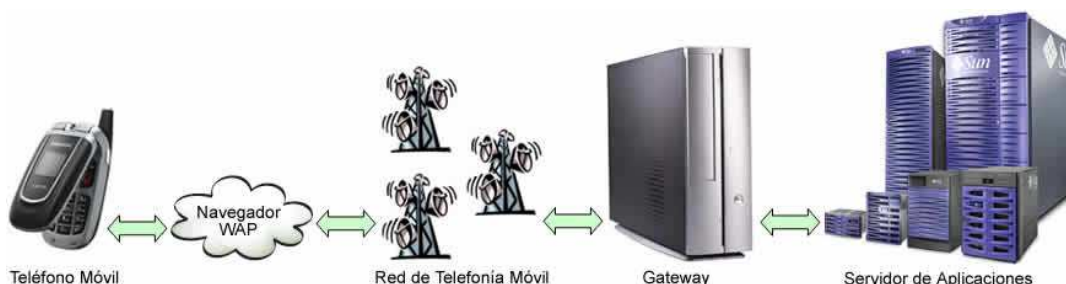


Figura 5. Componentes básicos de WAP.

A continuación se explicará cada uno de estos componentes, exceptuando el dispositivo móvil que ya fue ampliamente detallado en una sección anterior:

Navegador WAP

El navegador WAP es un micro-navegador diseñado y desarrollo exclusivamente para dispositivos móviles, su utilización es similar al de un navegador Web estándar o browser (Internet explorer, mozilla, opera, etc.) en computadores de escritorio o portátiles; el usuario que desea visitar un sitio Web, digita la dirección URL, pero al contrario de los navegadores estándar que usan HTML para visualizar la información en la pantalla del computador, los dispositivos móviles (teléfono móvil) utilizan WML ó XHTML, los cuales se adaptan a pequeños dispositivos de mano.



Figura 6. Navegador WAP Opera Mini 3.1

En resumen, un navegador WAP contiene las siguientes funcionalidades:

- Un lenguaje ligero, similar a HTML, pero optimizado para el uso en dispositivos móviles: Wireless Markup Language (WML) ó eXtensible HyperText Markup Language (XHTML).
- Un lenguaje de escritura ligera, similar a Javascript;; WMLScript.
- Interfaces de servicios de telefonía y de programación.
- Un conjunto de formatos de contenidos bien definidos, incluyendo imágenes, videos, registros de teléfonos, información de calendario, etc.

Red de Telefonía Móvil

La red de telefonía móvil consiste en un sistema telefónico en el que mediante la combinación de una red de estaciones transmisoras-receptoras de radio (repetidores ó también llamados estaciones base) y una serie de centrales telefónicas de conmutación, se posibilita la comunicación entre terminales telefónicos portátiles (teléfonos móviles) o entre terminales portátiles y teléfonos de la red fija tradicional.

WAP Gateway

La función del WAP Gateway es establecer la comunicación entre el dispositivo móvil y el servidor de aplicaciones, permitiendo la conexión a Internet de los servicios móviles, es decir realiza la traducción de las peticiones de las capas del protocolo WAP (WSP, WTP, WTLS, y WDP (ver figura 8, arquitectura WAP)) a las capas del protocolo utilizado en Internet (HTTP y TCP/IP).

Los gateways son una pieza fundamental, puesto que además de conectar dos mundos (la red tradicional y la red inalámbrica), como se puede ver en la figura 7, ellos también realizan procesos de codificación y decodificación de datos.

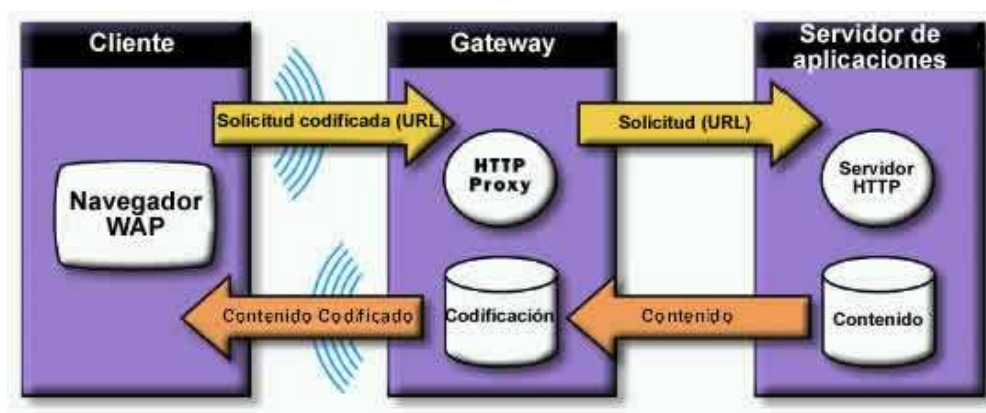


Figura 7. WAP Gateway [12]

Servidor de Aplicaciones

El protocolo WAP también requiere de los servidores de aplicaciones para proporcionar contenidos a través de Internet. Es el encargado de procesar las peticiones del cliente (navegador WAP) y enviar las páginas solicitadas como respuesta, después de procesar las solicitudes y realizar las transacciones con el servidor de base de datos si fuese necesario para retornar datos. En el protocolo WAP se utilizan derivaciones de los lenguajes estándares HTML y XML para la presentación de páginas Web como presentación de las respuestas del servidor para ser mostradas en el navegador WAP.

3.3.5. Arquitectura WAP

Para comprender completamente el funcionamiento del protocolo WAP es necesario revisar su arquitectura, la cual al igual que Internet (Modelo TCP/IP²⁰) esta compuesta por un bloque de capas, donde cada una de ellas puede ser accedida por las capas superiores, así como por otros servicios y aplicaciones, esto con el fin de lograr proporcionar un entorno escalable y extensible a la hora de desarrollar aplicaciones para dispositivos móviles. En la figura 8, se hace una comparación entre el

²⁰ Modelo TCP/IP: Arquitectura para el funcionamiento de Internet, este protocolo es utilizado para lograr comunicar diferentes redes.

bloque del protocolo WAP (WSP, WTP, WTLS, y WDP) y el bloque del protocolo utilizado en Internet (HTTP y TCP/IP).

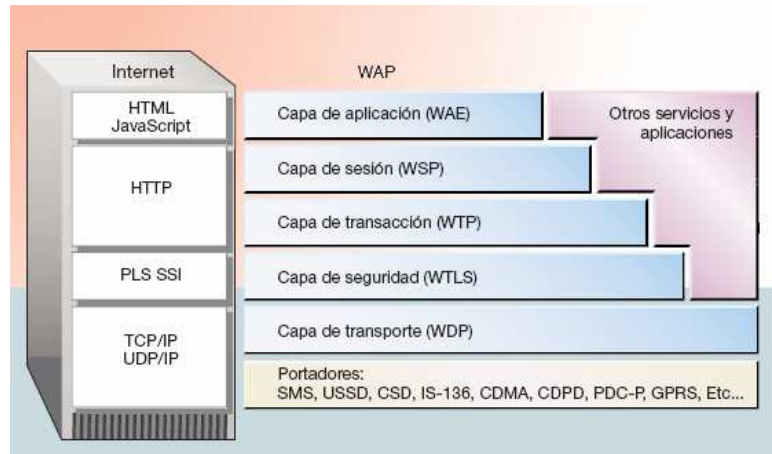


Figura 8. Comparación de arquitecturas: Internet vs WAP [11].

Capa de Aplicación (WAE)

La capa WAE (Wireless Application Environment) tiene por objetivo construir un entorno de aplicación de propósito general, basado fundamentalmente en la misma filosofía y tecnología utilizada en Internet. Este entorno permite a los desarrolladores de aplicaciones WAP y a los proveedores de servicios construir aplicaciones y servicios que puedan utilizarse en una amplia variedad de plataformas inalámbricas para ser accedidas eficientemente. La capa WAE tiene incluido al navegador WAP.



Figura 9. Capa de Aplicación, Navegador WAP.

Capa de Sesión (WSP)

La capa WSP (Wireless Session Protocol) facilita a la capa de aplicación una interfaz compuesta de dos servicios de sesión. El primero orientado a la conexión que trabaja por encima de la capa de transacciones (WDT) y el segundo, que no está orientada a la conexión que funciona por encima de la capa de transporte (WDP). La capa WSP provee las siguientes funcionalidades:

- Funcionalidad y semántica HTTP en una decodificación compacta.
- Sesiones de larga vida.
- Negociación de características de protocolo.

Capa de Transacción (WTP)

La capa WTP (Wireless Transaction Protocol) cuenta con los servicios de transportación de datos, donde los datos pueden ser transportados de forma segura o no segura, la seguridad se consigue a través del uso de identificadores únicos de transacción, hay aprobaciones, eliminación de duplicados y retransmisiones. Esta capa es similar a la capa TCP del modelo TCP/IP, pero sin tanta complejidad en cuanto al uso de un número de secuencia de enrutamiento, prácticamente el teléfono móvil habla directamente con el gateway.

La capa WTP provee las siguientes características:

- Tres clases de servicios de transacción: petición no confiable de una vía, petición confiable de una vía, y transacciones de contestación de petición confiable de dos vías.
- Confiabilidad opcional usuario a usuario: el usuario WTP envía la confirmación de cada mensaje recibido.
- Datos fuera de banda opcionales en los reconocimientos.
- Concatenación PDU (Protocol Data Units) y reconocimientos con retardo para reducir el número de mensajes enviados.
- Transacciones asíncronas.

Capa de Seguridad (WTLS)

La capa WTLS (Wireless Transport Layer Security) está basada en el estándar SSL (Security Sockets Layers), esta capa se encarga de proporcionar seguridad, privacidad y protección contra ataques en el flujo de los datos. Se basa en la integridad de datos, es decir protege que la información no se altere ni se modifique, en la privacidad de datos evita que terceras partes interrumpan el flujo de datos y en la autenticación de los dispositivos móviles y el servidor de aplicaciones.

Capa de Transporte (WDP)

La capa WDP (Wireless Datagram Protocol) permite la comunicación de forma transparente con los protocolos portadores válidos, además facilita una interfaz común a los protocolos de capas superiores. Gracias a esta comunicación, los protocolos de capas superiores (seguridad, sesión y aplicación) son capaces de funcionar independientemente de la red inalámbrica subyacente. Esto se lleva a cabo adaptando la capa de transporte a las características específicas del portador subyacente.

3.3.6. WAP 2.0

La primera versión de WAP (1.0) se definió en 1999. Aunque era una tecnología muy novedosa y de grandes alcances, también fue objeto de fuertes críticas por motivos como:

- La pobreza del soporte gráfico. Debido a que los gráficos en los dispositivos eran monocromáticos.
- Se debían adaptar las aplicaciones WAP al dispositivo móvil, no cumplía con principios de la programación ubicua. No era posible la implantación, independientemente del dispositivo que se utilizara.

- Presentaba muchos problemas de seguridad debido a que la capa WTLS no era muy robusta, era un protocolo al que le faltaban varias especificaciones de seguridad.
- Por no ser compatible con las capas de seguridad usadas en Internet, en el navegador WAP los contenidos no eran tan claros y confiables.

El lenguaje de presentación que se utilizó en estas primeras versiones fue WML (Wireless Markup Language).

A partir del 2004 se incorporó a los dispositivos móviles una nueva generación de esta tecnología: WAP 2.0. Se realizó la reingeniería de WAP, que además de utilizar WML, también utiliza XHTML-MP (Mobile Profile) como lenguaje de presentación de contenidos.

WAP 2.0 busca brindar soporte a los protocolos de comunicación estándar de Internet (IP/ TCP y HTTP), permitiendo de esta manera optimizar las comunicaciones con las redes móviles para proporcionar un entorno mas amplio en el uso de elementos para la construcción de aplicaciones, para permitir la entrega de información y servicios con interfaces de usuarios más flexibles y agradables en los diferentes dispositivos móviles. También permite generar mecanismos de seguridad compatibles con Internet y con un mayor nivel de confiabilidad que las versiones anteriores, logra reducir las limitaciones del tamaño de la pantalla y memoria como también optimiza la capacidad de procesamiento de los dispositivos de manera que se aproveche mejor los recursos en la red minimizando los costos y maximizando el rendimiento.

3.3.7. Lenguajes para el Desarrollo de Aplicaciones WAP

En esta sección se habla de los lenguajes de marcado que se utilizan en el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles, y que permiten la construcción de la aplicación WAP del presente trabajo de grado. Los lenguajes utilizados son WML y XHTML, los cuales como se dijo anteriormente ofrecen capacidades similares a las de HTML y están basados en estándares abiertos ya existentes como son el protocolo HTTP y el lenguaje de programación XML.

WML (Wireless Mark-up Language)

WML fue creado por el WAP Forum, quien se encarga de definir la sintaxis, variables y elementos a utilizar, algunos fabricantes han desarrollado capacidades adicionales a este estándar que poco a poco se han ido liberando y estandarizando. WML, al igual que HTML, hace uso de tags²¹, permitiendo el ingreso de información, uso de formularios, presentación de texto e imágenes y soportar un lenguaje de script, llamado WMLScript, que permite manipular datos y proporcionar interactividad a las páginas.

Este lenguaje de programación está diseñado de tal manera que permite adaptarse siempre a las limitaciones en cuanto a la potencia de los dispositivos, las dimensiones de las pantallas, la navegación sin teclado y el ancho de banda reducido.

Un ejemplo de un documento WML está estructurado de la siguiente forma:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!DOCTYPE wml PUBLIC "-//WAPFORUM//DTD WML 1.3//EN"
"http://www.wapforum.org/DTD/wml_1.1.xml">
<wml>
  <card id="primera_carta" title="primera carta">
    <p>Aplicación de Consulta WAP</p>
  </card>
</wml>
```

En este documento se pueden observar diferentes características de una página WML:

- Todos los elementos de WML son sensibles a mayúsculas/minúsculas (etiquetas, atributos, identificadores, variables).

²¹ Tag: En una página html, son las etiquetas que aportan atributos al documento digital de manera que se facilite su organización y la categorización de la información.

- El conjunto de caracteres definido por defecto es el ISO/IEC-10646 que es el mismo que Unicode de HTML (UTF-8, ISO-8859-1 o ISO Latin-1 y UCS-2). Se coloca en la primera etiqueta que va al inicio de la página WML:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
```

- El encabezado de la página se define el tipo de documento y la librería de etiquetas que se utilizan en WML, la cual está referenciada en WAPFORUM (se incluye a continuación de la etiqueta que representa el conjunto de caracteres a utilizar):

```
<!DOCTYPE wml PUBLIC "-//WAPFORUM//DTD WML 1.3//EN"
"http://www.wapforum.org/DTD/wml_1.1.xml">
```

- Al igual que HTML, se define un par de etiquetas principales que contienen el cuerpo del documento (incluye todo el código a desarrollar): <wml> y </wml>.

```
<wml>
...
</wml>
```

- Las páginas WML se pueden denominar como barajas (decks), las cuales contienen diferentes cartas (cards), de manera que lo que el usuario ve en pantalla son las cartas y se desplaza entre ellas dentro de una misma baraja, hasta que ingresa a una nueva baraja e inicia su navegación en la que ha sido definida la primera carta de esta. Cada carta puede contener tanto texto, imágenes, enlaces y elementos de formularios. Cada carta contiene un identificador único y un título que se muestra en la pantalla del dispositivo.

```
<card id="primera_carta" title="primera carta">
    <p>Aplicación de Consulta WAP</p>
</card>
```

Otras características importantes que se presentan en un documento WML son:

- Las páginas elaboradas con WML tienen extensión `.wml`, los scripts (wmlscript) tienen extensión `.wmls` y los gráficos extensión `.wbmp`.

- Hay dos tipos de etiquetas, las que contienen elementos para las cuales hay una etiqueta de inicio y otra de fin:

```
<card> Inicio  
</card> Fin
```

Y las etiquetas que no contienen valores. Por ejemplo:

```
<br/>
```

- Los comentarios al igual que en HTML tienen el siguiente formato:

```
<!-- Comentario -->
```

WMLScript

WMLScript esta basado en JavaScript, y al igual que este, permite ejecutar funciones de lado del cliente, es decir sin tener que procesar información en el servidor, logrando optimizar los tiempos de respuesta. Básicamente, WMLScript cubre necesidades del navegador, colabora con el manejo de los datos, la realización de cálculos básicos y diferentes tipos de validaciones de campos de formularios.

El código WMLScript, a diferencia de JavaScript no puede estar embebido en las páginas WML, se deben crear archivos `“.wmls”` donde se incluye el código y luego simplemente se invoca desde la página WML cuando se necesite, como se ilustra a continuación:

```
<do type="accept" label="validar">  
  <go href="archive.wmls#funcion($(variable))" />  
</do>
```

XHTML (eXtensible HyperText Markup Language)

XHTML es un lenguaje de programación estándar basado en HTML y tiene sus mismas funcionalidades, pero cumple con especificaciones más estrictas basadas en reglas de XML. Su objetivo es reemplazar a HTML convirtiéndose en otra versión del mismo, como un estándar mucho más avanzado y que tiene como característica principal la interpretación de la información independientemente del dispositivo que se esta accediendo.

Con XHTML, se logra la integración entre WAP móvil y el acceso tradicional a Internet, ofreciendo a los navegadores WAP mayores posibilidades en el diseño y formatos ofrecidos al usuario con el uso de hojas de estilo (CSS), la reutilización de contenidos, y además, permite acceder desde el dispositivo móvil a los diferentes servicios que actualmente se ofrecen en Internet.

Algunas de las pautas que siguen los documentos XHTML son:

- Los documentos deben tener una etiqueta de comienzo y una de fin, exceptuando las etiquetas que no contienen valores (como `` ó `
`), para los cuales se incluye una barra inclinada al final de la etiqueta indicando que abre y cierra inmediatamente.

```
<body> ... </body> ó <br />
```

- Los nombres de elementos y atributos deben ir en minúscula.
- Los valores de las etiquetas deben ir siempre entre comillas (dobles o simples, lo ideal es ser consistente a lo largo del documento).

```
<div class="valor"></div>
```

- Los elementos anidados deberán cerrarse correctamente (el último que se abre deberá ser el primero en cerrarse).

```
<p><a href="http://www.uis.edu.co">Página UIS</a></p>
```

- El atributo alt es obligatorio para las imágenes.

``

A continuación se muestra un ejemplo de una página utilizando el lenguaje XHTML:

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Strict//EN"
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-strict.dtd">
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml" xml:lang="sp"
lang="sp">
  <head>
    <title>m-escen@ri</title>
  </head>
  <body>
    <p>Trasladada a <a
href="http://torcaza.uis.edu.co:8080/m_escenari">m-escen@ri
</a>.</p>
  </body>
</html>

```

PARTE II: DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

4. DISEÑO Y DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE APLICACIÓN PARA EL ACCESO MÓVIL A HERRAMIENTAS DE LA PLATAFORMA EDUCATIVA INSTITUCIONAL E-ESCEN@RI

En este capítulo se describen las funcionalidades de la plataforma educativa institucional e-escen@ri de la Universidad Industrial de Santander, desde el punto de vista de las herramientas que ofrece a los usuarios. De la misma manera se describe el proceso de desarrollo de la aplicación de consulta WAP especificando el diseño de los servicios de consulta que se ofrecen, las interfaces de presentación al usuario y la construcción de la aplicación.

4.1. PLATAFORMA EDUCATIVA INSTITUCIONAL E-ESCEN@RI

e-escen@ri es un entorno de aprendizaje adaptativo implementado con tecnología Web que a través de un sistema multiagente busca modelar el proceso de aprendizaje del estudiante con el fin de ofrecer los contenidos didácticos, las herramientas de navegación y las estrategias pedagógicas según las características del estilo de aprendizaje y del nivel de conocimiento del estudiante. La plataforma ofrece un conjunto de herramientas para permitir a los profesores crear y editar materiales, transferir, organizar y gestionar los archivos de estos materiales, generar y gestionar diferentes tipos de ejercicios interactivos y crear y gestionar los contenidos de las unidades docentes [13]. La plataforma e-escen@ri también ofrece un conjunto de herramientas de trabajo colaborativo que permiten gestionar la comunicación de forma síncrona o asíncrona entre profesores y estudiantes, y el desarrollo de actividades o tareas que se pueden presentar como complemento de la práctica en las asignaturas.

El desarrollo de esta plataforma educativa institucional está basado en el prototipo del PLAN G²² de la Universitat de Girona en España que está plasmado en la tesis doctoral de la Dra. Clara Inés Peña de Carrillo [14] y hace parte del *Proyecto Soporte al Proceso Educativo UIS mediante Tecnologías de Información y Comunicación – ProSPETIC* adscrito a la Vicerrectoría Académica, el cual “define la política de uso de las TICs en los procesos educativos institucionales y las estrategias encaminadas a lograr el desarrollo sistemático y planificado de experiencias educativas mediadas por las TICs, como soporte a los programas académicos de la Universidad, para fortalecer las experiencias de educación en línea existentes, llevar la oferta de formación a nuevos ámbitos geográficos, flexibilizar los procesos de enseñanza y aprendizaje, promocionar la innovación educativa y agregar valor a los procesos de investigación, transferencia tecnológica y gestión e integración de la Universidad con la sociedad” [1].

En la Figura 10 se pueden apreciar las diferentes herramientas presentadas en la interfaz gráfica del escritorio de trabajo del profesor y del estudiante.



Figura 10. Escritorio de trabajo de la plataforma e-escen@ri

²² PLAN G: PLAtaforma telemática de Nueva Generación para el soporte de enseñanza abierta y a distancia. Es un proyecto de investigación soportado por el Ministerio de Educación y Ciencia de España.

La interfaz gráfica de e-escen@ri está diseñada para ser una herramienta de soporte al trabajo que se desarrolla en los salones de clase y presenta de una forma amigable e intuitiva un escritorio de trabajo para cualquier usuario. El contexto general representa un salón de clase, con las herramientas propias que se pueden encontrar en él. Cada una de estas herramientas representa un icono que ayuda al usuario a interactuar con las funcionalidades que ofrece el sistema.

4.1.1. Herramientas de e-escen@ri

La plataforma cuenta con una serie de herramientas que les permiten a los usuarios interactuar con el sistema para realizar sus actividades. Algunas de estas herramientas se encuentran todavía en desarrollo en el Laboratorio de Investigación y Desarrollo del CENTIC²³ del cual forman parte los autores de este proyecto. Las herramientas ilustradas en la Figura 10 son:


- Gestor de contenidos: Permite crear, mantener y navegar la estructura de secuenciación de los contenidos temáticos del curso de acuerdo al estilo de aprendizaje y nivel de conocimiento del estudiante.
- Gestor de evaluación: Permite crear, mantener y resolver ejercicios de evaluación y/o entrenamiento de las temáticas tratadas en la asignatura. Esta herramienta permite combinar diferentes tipos de ejercicio, creando así, evaluaciones con preguntas mixtas.
- Bibliografía: Permite poner a disposición del estudiante la bibliografía para las temáticas tratadas en la asignatura.
- Asistente Personal: Permite automatizar algunas tareas de soporte, permitiendo al profesor programar sus actividades y al estudiante automatizar algunas de las actividades de aprendizaje durante una sesión o programar avisos recordatorios.
- Configuración de la Pantalla: Configuración del entorno de trabajo en cuanto a los colores del escritorio e idioma.
- Perfil del usuario: Actualización de la información personal del usuario. Al estudiante le permite realizar consulta sobre su información académica.

²³ CENTIC: Centro de Tecnologías de Investigación y Comunicación de la Universidad Industrial de Santander.

- Estadísticas: Consulta de las estadísticas de las actividades realizadas por los estudiantes en la plataforma. Tales como: sesiones en el sistema, ejercicios, resultados del Test de Felder²⁴, etc.
- Correo: Servicio de mensajería electrónica para mantener la comunicación entre profesores y estudiantes. A través de listas de distribución se pueden enviar y recibir archivos complementarios sobre las temáticas de la asignatura.
- Libreta de notas: Toma de apuntes a través de un editor HTML.
- Calculadora: Calculadora para realizar operaciones básicas de matemáticas.
- Descanso: Pausa durante la sesión de estudio.


Para el desarrollo de la aplicación de consulta WAP se tuvieron en cuenta las siguientes herramientas que se describen según sus funcionalidades:

Tabla 1. Herramienta de Chat en la plataforma educativa e-escen@ri

 CHAT	
Profesor	Permite la comunicación en línea de forma síncrona (la comunicación se realiza en tiempo real) con los estudiantes para brindar asesoría en las temáticas tratadas en la asignatura.
Estudiante	Permite la comunicación en línea de forma síncrona con el profesor y compañeros de estudio para recibir y brindar asesoría durante las sesiones de aprendizaje en las temáticas tratadas en la asignatura.

²⁴ Test de Felder: Test propuesto para la determinación de los estilos de aprendizaje adoptado por el Modelo FSLSM (Felder and Silverman Learning Style Model) que permite categorizar a los estudiantes de acuerdo a su habilidad para procesar, percibir, recibir, organizar y entender la información.

Tabla 2. Herramienta de Foro en la plataforma educativa e-escen@ri

	FORO
Profesor	Permite la comunicación en línea de forma asíncrona mediante la creación de temas de discusión sobre las diferentes temáticas tratadas en la asignatura, consulta de estadísticas de las actividades realizadas durante los foros, asignación de moderadores de los foros y programación de tareas.
Estudiante	Participación en foros de discusión propuestos por el profesor y gestión de tareas programadas.

4.1.2. Usuarios de e-escen@ri

La plataforma e-escen@ri cuenta con perfiles de usuarios para establecer las actividades que pueden realizar cada uno de los actores del sistema. Así mismo, el ingreso se hace a través de la identificación, autenticación y autorización de los usuarios, es decir, el usuario se identifica con un nombre de inicio de sesión y contraseña, se autentican estos datos y se procede a autorizar el acceso a las herramientas a las que tenga permiso y se almacena un registro del estado actual de la sesión indicando si está activa (tiempo en que el usuario se encuentra interactuando con las herramientas) o inactiva si ha salido de la plataforma. Un usuario puede tener más de un perfil, dependiendo de los roles que desempeñe dentro de la comunidad universitaria²⁵.

Los perfiles utilizados para los usuarios en e-escen@ri son: Invitado, Estudiante, Profesor, Administrador, Profesional DBU²⁶, Administrador DBU, Tutor y Auxiliar.

²⁵ Comunidad universitaria: Personas que hacen parte de la Universidad Industrial de Santander, tales como: profesores, estudiantes, personal administrativo, personal de contratación externa, personal de prestación de servicios, etc.

²⁶ DBU: División de Bienestar Universitario

Se tuvieron en cuenta para la aplicación de consulta WAP solo los perfiles de profesor y estudiante, los cuales se describen a continuación:

- **Profesor:** Es el actor principal en el proceso de enseñanza. Es el responsable de la definición de objetivos, preparación de contenidos, selección de la estrategia instruccional apropiada, guía crítico en la elaboración del material didáctico, elaboración del plan de evaluación, programación de temas de conversación en los foros de discusión, programación de tareas para los estudiantes y la programación de las salas de chat para las asignaturas a su cargo..
- **Estudiante:** Es el actor principal en el proceso de aprendizaje. Es el responsable de desarrollar ciertas habilidades especiales donde se le permite sacar el máximo provecho de las estrategias pedagógicas definidas por su profesor.

4.2. PROTOTIPO DE APLICACIÓN DE ACCESO MÓVIL

Por medio de la aplicación desarrollada en este trabajo de grado, la plataforma e-escen@ri ofrece una nueva orientación en el uso de las herramientas basada en la programación ubicua permitiendo a la comunidad universitaria tener acceso a la información desde cualquier lugar utilizando como dispositivo móvil un celular con tecnología WAP. Así mismo los servicios ofrecidos por la plataforma tienen una nueva forma de consulta lo que permite generar nuevas estrategias de comunicación e interacción entre profesores y estudiantes.

Es necesario aclarar que la aplicación solo ofrece información de consulta sobre los servicios seleccionados por el usuario, por lo tanto, el usuario no podrá modificar ninguna información resultante de dicha consulta.

4.2.1. Tecnologías aplicadas al proyecto

Arquitectura Cliente-Servidor

En la estructura del Internet móvil, clientes y servidores son entidades lógicas que operan en conjunto a través de una red inalámbrica para desarrollar una determinada función.

Un elemento fundamental en la arquitectura para este tipo de aplicaciones móviles es el denominado WAP Gateway (Proveedor de servicios móviles) cuya función es establecer la comunicación entre el teléfono móvil y el servidor de aplicaciones.

En la figura 11 que se presenta a continuación se explica el proceso de comunicación utilizado para consultar la información que se publicará en el celular.

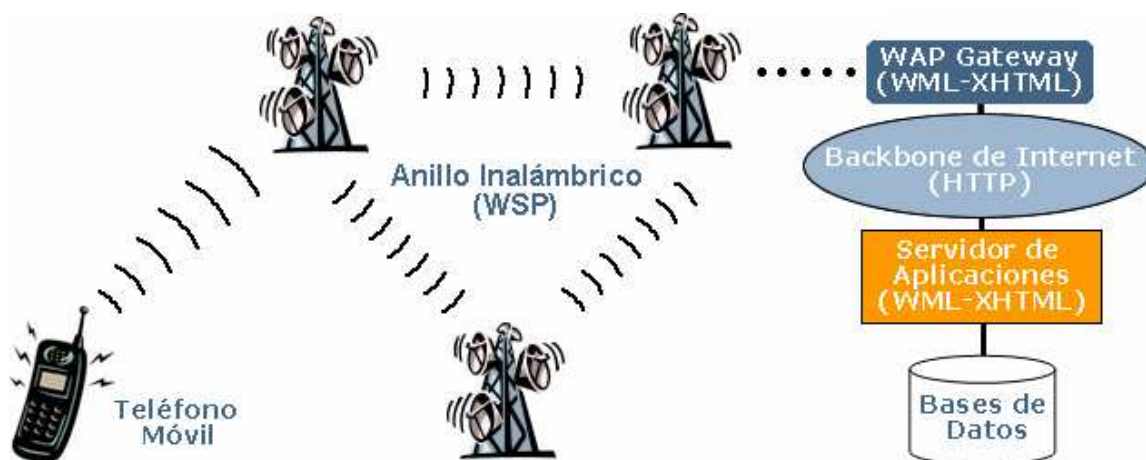


Figura 11. Arquitectura Cliente-Servidor de la Tecnología WAP

Cómo se puede apreciar en la gráfica, un usuario realiza peticiones de conexión y consulta al servidor de aplicaciones por medio del dispositivo móvil (para nuestro caso un teléfono móvil), esta petición es transportada utilizando el protocolo de sesión inalámbrica (WSP) por medio de las antenas que forman el anillo inalámbrico y es interceptada primero por un servidor llamado WAP

Gateway (por ejemplo, COMCEL²⁷, TIGO²⁸, MOVISTAR²⁹) quien verifica y procesa la información que será enviada al servidor de aplicaciones, el cual se encarga de realizar conexiones con la base de datos para consultar la información requerida por el usuario. La comunicación entre el teléfono móvil y el WAP Gateway se realiza de igual forma como funciona el servicio de llamadas telefónicas pero para este tipo de aplicaciones no se utiliza HTTP, sino WSP (Wireless Session Protocol), debido que HTTP solo utiliza texto para enviar información lo cual no es eficiente para los servicios móviles. La comunicación entre el WAP Gateway y el Servidor de aplicaciones si funciona utilizando el protocolo de Internet HTTP. Luego de ser procesada la petición se envía una respuesta, siguiendo el mismo camino, el servidor de aplicaciones envía la respuesta al WAP Gateway para que luego en el teléfono móvil se pueda revisar esa respuesta. De esta forma el usuario al ingresar su nombre de usuario de sesión y su contraseña, inicia la conexión con el servidor verificando su existencia en la plataforma, para luego seguir, en caso de confirmar positivamente la petición, mostrando la información requerida por el usuario sobre los servicios de trabajo colaborativo.

Tecnología del Servidor

- **Hardware**

El servidor debe presentar los siguientes requerimientos mínimos:

- Un (1) procesador de 1.8 GHz.
- Memoria cache 2MB.
- 1GB de memoria principal.
- 1 disco interno de 180GB.
- Tarjeta de Red 10/100 Mbits/seg Autosense.
- Tarjeta de Video PGX32.
- Unidad de CD-ROM 32x.
- Monitor a Color de 17".
- Teclado.

²⁷ <http://www.comcel.com.co/>

²⁸ <http://www.tigo.com.co/>

²⁹ <http://www.movistar.com.co/>

- Mouse.

- **Servidor de aplicaciones: Apache-Tomcat**

Dentro de los distintos motores existentes para extender las características adicionales de Java 2, el servidor mas utilizado a nivel mundial es el Servidor *Apache-Tomcat* por ser un proyecto de código abierto, el cual es liderado por la *Apache Software Foundation* y su principal característica es que es un servidor de aplicaciones basado en *Java* y fue creado para ejecutar servlets y páginas JSP.

El servidor Apache-Tomcat también facilita extender funcionalidades como la integración de páginas XML, conectividad a base de datos, utilización de librerías propietarias, etc., lo que lo hace muy flexible y permite a los usuarios adaptarlo para cualquier necesidad en cuanto al uso del lenguaje orientado a objetos Java.

- **Java y JSP (Java Server Pages)**

La característica más importante de la tecnología Java es la independencia de la ejecución en plataforma, y bajo este propósito la empresa SUN Microsystems buscó la forma de llevar la tecnología Java a navegadores de páginas Web. De esta forma nace JSP que es el resultado de permitir generar de forma dinámica páginas Web (el usuario puede interactuar con diversos controles Web) combinando código Java con el lenguaje de marcas HTML o XML³⁰ para generar el contenido de la página sin importar el navegador en el cual se ejecuta.

Una propiedad importante de la tecnología JSP es que permite separar la interfaz de usuario del contenido dinámico generado, dando lugar a procesos de desarrollo más rápidos y eficientes.

³⁰ Para este proyecto, el contenido generado (XHTML o WML) dinámicamente depende del dispositivo móvil que haga la petición.

- **Servidor de Base de Datos: Postgres**

Es un administrador de bases de datos relacionales que soporta instrucciones de SQL. Este manejador es uno de los más populares y funcionales dentro de lo que es el software de libre distribución.

Postgres cuenta con un proceso postmaster, que se encarga de recibir las conexiones y cada vez que recibe una, crea una instancia del motor postgres, para procesar todos los requerimientos del cliente.

Para el desarrollo del proyecto, se utilizó el servidor postgres debido a las facilidades de trabajo por parte de los desarrolladores en el uso de sus funcionalidades y por la creación de la base de datos de la plataforma e-escen@ri en este servidor, además del soporte y la documentación disponible en Internet para facilitar su administración. También para la elaboración y realización de pruebas de las sentencias SQL que se utilizaron para las diferentes consultas a la base de datos que requería la aplicación.

- **JDBC (Java DataBase Connectivity)**

Es un estándar utilizado como interfaz entre la tecnología Java y un servidor de base de datos. Este estándar permite el acceso a los datos y la ejecución de sentencias SQL sobre el servidor de Base de Datos.

El estándar utiliza la tecnología Java, por medio de una API que define el acceso a prácticamente cualquier fuente de datos sin importar el servidor de Base de Datos utilizado.

Tecnología del Cliente

El dispositivo móvil. Para el caso de este proyecto, un teléfono móvil que hace la petición al servidor de aplicaciones y que utiliza diferentes elementos tecnológicos para poder llevar acabo dicha petición. Algunos de esos elementos son:

- Soporte de la tecnología WAP: Permite dar acceso al Internet móvil
- WML (Wireless Markup Language). ver capítulo 3.5.7³¹
- XHTML (eXtensible HyperText Markup Language). ver capítulo 3.5.7³²

Los teléfonos móviles con acceso a Internet para hacer las respectivas pruebas de la aplicación fueron:

Sony Ericsson T290. Contiene las siguientes características:

- Tecnología GSM
- Bluetooth
- 2MP
- 16MB
- Memory Stick Micro
- 2.5 oz
- WAP 2.0

Samsung SGHX656. Contiene las siguientes características:

- Tecnología GSM
- 0.3MP
- 3MB
- WAP 2.0

Sony Ericsson W300i. Contiene las siguientes características:

- Tecnología GSM
- Bluetooth
- 0.3MP
- 20MB

³¹ Ver información detallada en la sección 3.5.7, del presente documento (pág. 32).

³² Ver información detallada en la sección 3.5.7, del presente documento (pág. 35).

- Memory Stick Micro
- 3.3 oz
- WAP 2.0

Tecnología del Desarrollador

- **Hardware**

Para el desarrollo de este trabajo, se utilizaron 2 computadores cuyos requisitos mínimos eran:

- Procesador AMD ó INTEL de 1.7 Ghz.
- Memoria RAM 1GB.
- Disco Duro 80Gb.
- Unidad quemadora de CD.
- Conexión de puertos USB.
- Tarjetas de sonido y video Onboard.
- Monitor a Color de 17".
- Teclado.
- Mouse.

- **Software**

Para la definición y diseño de la aplicación se utilizaron las siguientes herramientas software:

Microsoft Office Visio 2003

Software especializado para la creación de diagramas empresariales y técnicos que permiten documentar y organizar las ideas, procesos y sistemas, de manera que se pueda ver de forma clara, concisa ó detallada el flujo y comunicación de la información. En este trabajo se utilizó para la elaboración de los casos de uso y los diagramas de navegación de la aplicación.

Macromedia Dreamweaver 8

Es un editor de desarrollo Web, que permite a sus usuarios diseñar, desarrollar y mantener de forma eficaz sitios y aplicaciones Web basados en estándares de programación. Esta herramienta se utilizó para la creación, depuración y mantenimiento de las páginas JSP, WML, XHTML y HTML que hacen parte de la aplicación WAP.

NetBeans 5.5

Es un ambiente modular integrado escrito en el lenguaje de programación Java. Es una plataforma de aplicaciones, que se puede utilizar como marco genérico para construir cualquier tipo de aplicación basada en tecnología Java; incluye la plataforma de Java, también tiene integrado las capacidades de desarrollo de la edición empresarial de Java (J2EE).

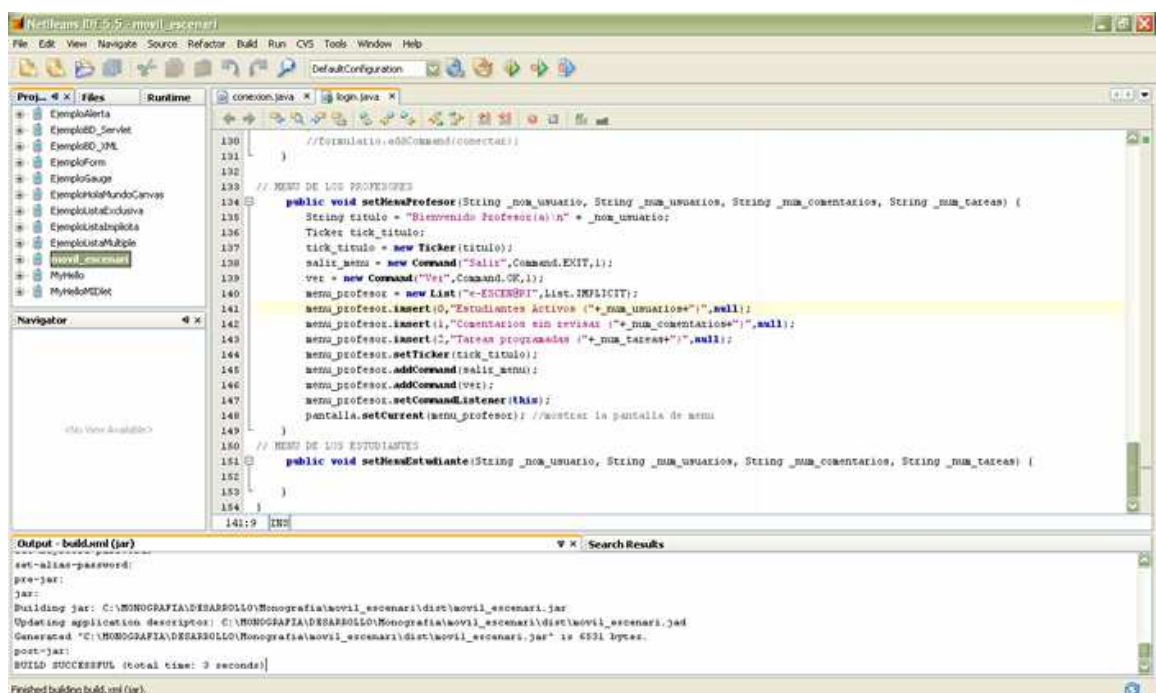


Figura 12. Entorno de programación de NetBeans

Openwave™ Phone Simulator 7.0

El simulador del teléfono Openwave es un kit de libre distribución de desarrollo software. Esta herramienta de programación flexible y de gran alcance ofrece las últimas versiones del browser móvil de Openwave y del cliente móvil de la mensajería de Openwave, también la documentación y el código de la aplicación usando XHTML/CSS.

La versión de Openwave Mobile Browser 7.0 incluida con este simulador puede mostrar contenido entregado en diferentes formatos, incluidos XHTML Mobile Profile1.0 (XHTML-MP) con hojas de estilos (CSS), y Wireless Markup Language (WML)

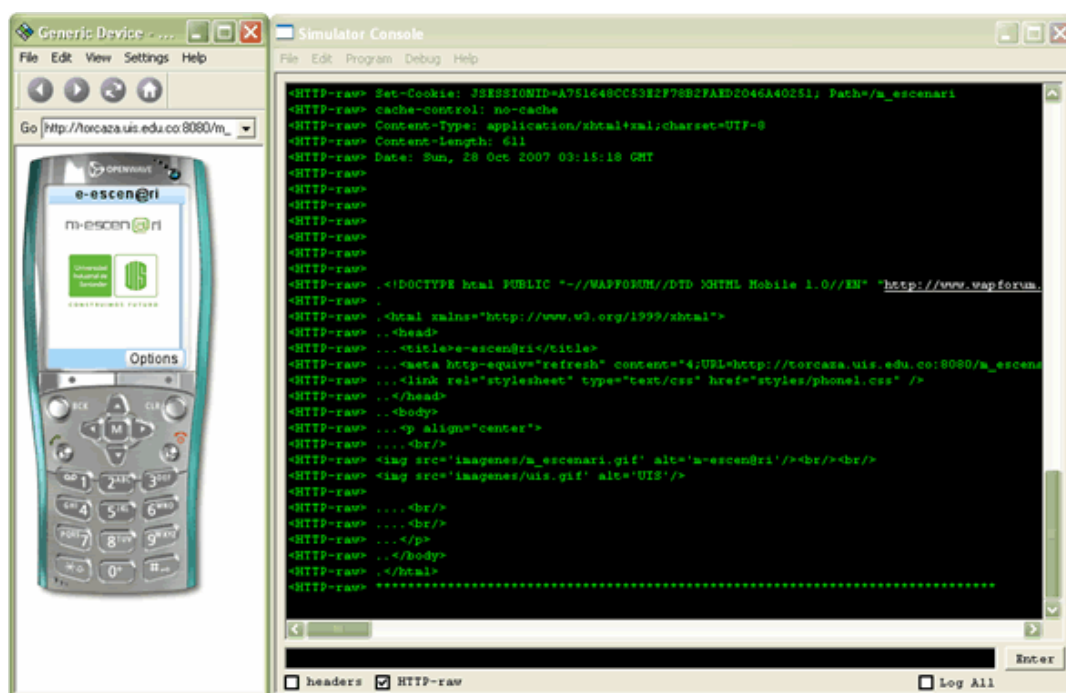


Figura 13. Entorno del Simulador Openwave

M3Gate 0.6

Es una extensión de un Navegador Web y permite ver páginas en formato WML simulando un dispositivo con tecnología WAP. M3Gate puede ser integrado con Microsoft Internet Explorer y Netscape Communicator. Es una herramienta que permite simular un teléfono móvil que tiene una

interfaz gráfica monocromática, las cuales utilizaban los teléfonos móviles mas antiguos, esto con el fin de abarcar la mayor cantidad de dispositivos móviles en los cuales se pueda acceder la aplicación sin tener inconvenientes.



Figura 14. Entorno del simulador M3Gate

WAP Prof. 2.0

WAP Proof es navegador shareware³³ universal de WML y XHTML para ser utilizado por diseñadores de contenido para dispositivos móviles. Permite descargar el contenido en varios simuladores de teléfonos móviles de igual forma como lo haría un dispositivo real. Soporta varios dispositivos para realizar pruebas (Alcatel, Motorola, Nokia, SonyEricsson, Siemens y Sagem), y permite realizar la depuración por medio de ventanas que van mostrando el contenido que va apareciendo en el teléfono móvil.

³³ Shareware: Es una modalidad de distribución de software que permite evaluar el software de forma gratuita, pero generalmente por un tiempo especificado.

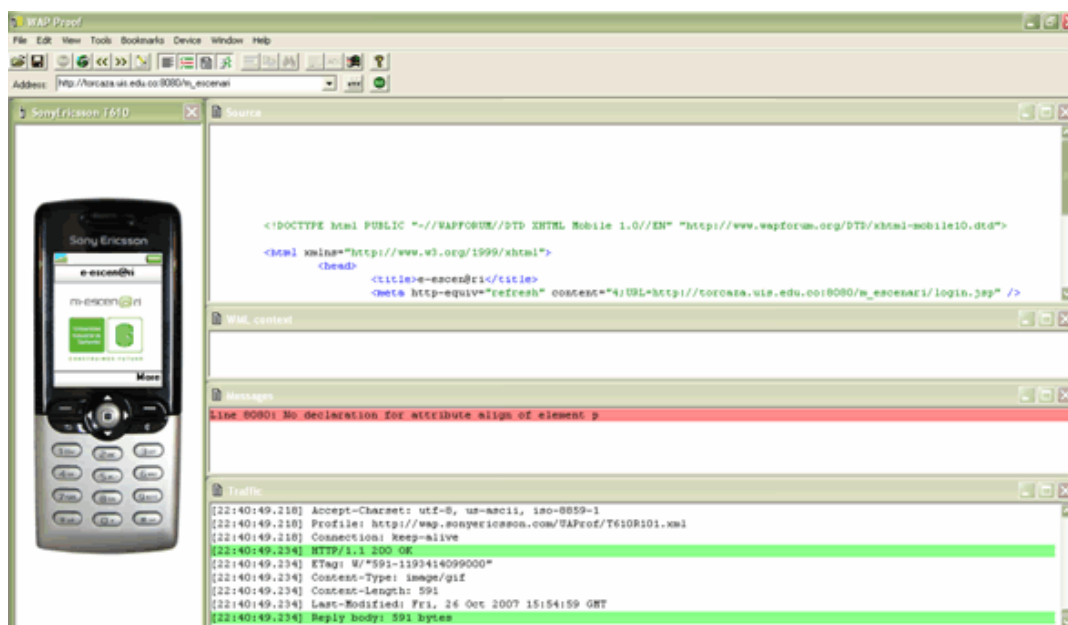


Figura 15. Entorno del simulador WAP Proof

4.2.2. Metodología para el desarrollo de la aplicación WAP

Para el desarrollo de la aplicación de consulta WAP se definieron una agrupación de acciones en una jerarquía desagregada en *fases* y *actividades* a realizar en cada fase. Las fases son divisiones generales que permiten organizar el desarrollo general del proyecto y cada una de esta cuenta con una serie de actividades que permiten dar un seguimiento mas detallado del trabajo elaborado.

Las fases que componen el trabajo son: concepto de la aplicación, análisis de requerimientos, diseño de los servicios de consulta, desarrollo de la aplicación y pruebas.

4.2.3. Concepto de la aplicación

En esta fase se recopilan las características de los servicios y la información a consultar por medio del dispositivo móvil y se realiza la inspección y especificación de los requerimientos de la aplicación.

Los servicios utilizados para el desarrollo de la aplicación fueron servicios de trabajo colaborativo, donde los profesores y estudiantes necesitan consultar de forma continua los mensajes o respuestas que se han enviado utilizando las herramientas de la plataforma, con el fin de responder a consultas realizadas, efectuar la retroalimentación a aportes en temas de conversación, preguntar sobre dudas encontradas en el proceso de aprendizaje para cualquier contenido, presentar informes, tareas y publicaciones, etc.

La información que se puede consultar de las herramientas de e-escen@ri que se tienen en cuenta para el desarrollo de la aplicación son:

- El registro de estudiantes y profesores que ingresan al sistema, en el cual se almacena el estado de la sesión, si se encuentra activa o no, para cada usuario.
- Los comentarios realizados en los foros de discusión sobre temas de conversación propuestos por el profesor.
- Los temas de conversación que ha programado el profesor para generar espacios de discusión aportando consultas, formulando preguntas, resolviendo dudas, etc., sobre los contenidos de aprendizaje en una asignatura.
- Las salas de chat que ha programado el profesor como parte de la retroalimentación del aprendizaje en el estudiante.
- Las tareas programadas por parte del profesor como parte de la realización de trabajos de consulta, informes, publicaciones, etc.

4.2.4. Análisis de requerimientos

El objetivo aquí es obtener una clara comprensión del problema a resolver, se especifican los actores que participan, se abstraen las necesidades de cada usuario y se derivan de ellas las funciones que debe realizar la aplicación.

Tomando como base la información que se puede consultar sobre los servicios de trabajo colaborativo se explican a continuación los actores y los casos de uso presentados:

Actores

Se tuvieron en cuenta para la aplicación de consulta WAP solo los perfiles de profesor y estudiante:

Tabla 3. Actores

ACTOR	DESCRIPCIÓN	FUNCIONALIDADES (Consultas en la aplicación)
Profesor	Representa al personal docente y tutores que enseñan una asignatura.	Revisar la información en la aplicación de consulta WAP según el rol ³⁴ asignado.
Estudiante	Representa a los estudiantes que hacen parte de un grupo de un profesor, para aprender una asignatura.	Revisar la información en la aplicación de consulta WAP según el rol asignado.

Casos de uso

Las necesidades del usuario definen los servicios que la aplicación debe proporcionar y las restricciones y condiciones de uso de los mismos. Es decir, en esta etapa se trata de expresar la estructura de la solución.

³⁴ Rol: Papel que desempeña un usuario dentro del sistema.

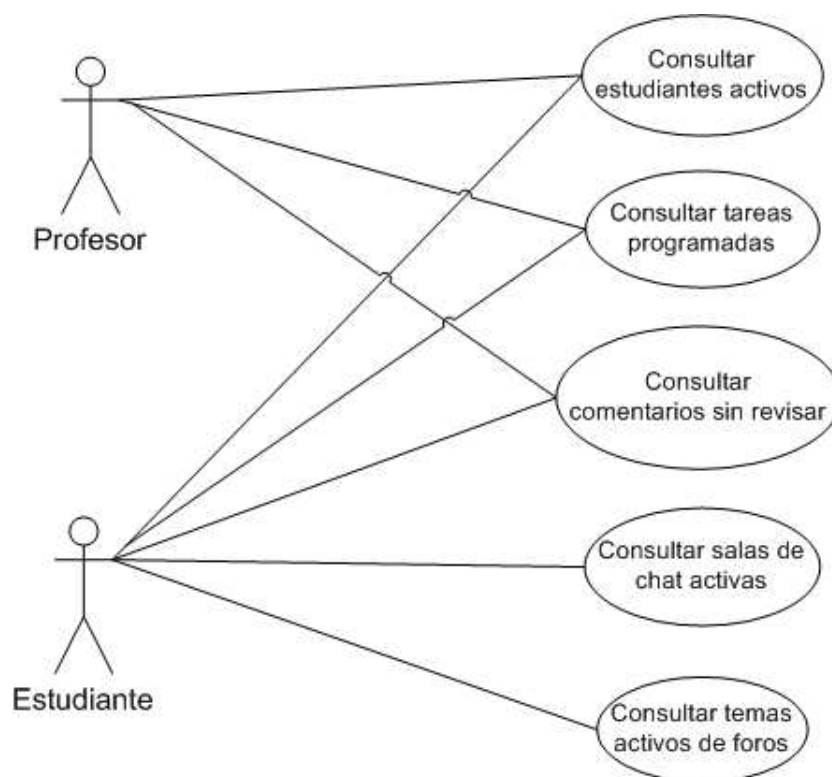


Figura 16. Casos de uso.

- Detalle de los casos de uso

Tabla 4. Detalle del caso de uso “Consultar estudiantes activos”

Consultar estudiantes activos	
Actor	Profesor, Estudiante
Descripción	Los profesores y estudiantes pueden revisar los usuarios (profesores y estudiantes) que tienen activa la sesión de ingreso a la plataforma. El profesor puede consultar los estudiantes que se encuentran vinculados a sus grupos académicos. Los estudiantes pueden consultar los profesores y estudiantes de los grupos en los cuales están vinculados.
Precondición	<ul style="list-style-type: none"> Haber ingresado a la aplicación de consulta WAP por medio de la pantalla de inicio de sesión, donde se escribe el nombre de usuario y

	la contraseña personal.
<i>Camino Básico</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Llenar el formulario de ingreso a la aplicación: El usuario llena en el formulario los campos de nombre de usuario y contraseña. <i>Descripción de los campos del formulario:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Usuario: El nombre del usuario que se utiliza para ingresar a la plataforma de e-escen@ri. • Clave: La clave personal del usuario que utiliza para ingresar a la plataforma de e-escen@ri. 2. Seleccionar: El usuario después de ingresar a la aplicación selecciona la opción “Estudiantes activos”.
<i>Caminos Alternativos</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Ninguno

Tabla 5. Detalle del caso de uso “Consultar tareas programadas”

Consultar tareas programadas	
<i>Actor</i>	Profesor, Estudiante
<i>Descripción</i>	Los profesores y estudiantes pueden revisar el número de tareas programadas por el profesor y que se encuentran activas (no se ha cumplido la fecha de inactivación).
<i>Precondición</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Haber ingresado a la aplicación de consulta WAP por medio de la pantalla de inicio de sesión, donde se escribe el nombre de usuario y la contraseña personal.
<i>Camino Básico</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Llenar el formulario de ingreso a la aplicación: El usuario llena en el formulario los campos de nombre de usuario y contraseña. 2. Seleccionar: El usuario después de ingresar a la aplicación selecciona la opción “Tareas programadas”.
<i>Caminos Alternativos</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Ninguno

Tabla 6. Detalle del caso de uso “Consultar comentarios sin revisar”

Consultar comentarios sin revisar	
<i>Actor</i>	Profesor, Estudiante
<i>Descripción</i>	Un profesor o un estudiante pueden revisar el número de comentarios que no ha leído en las participaciones de los temas de conversación dentro de los foros de discusión.
<i>Precondición</i>	<ul style="list-style-type: none"> Haber ingresado a la aplicación de consulta WAP por medio de la pantalla de inicio de sesión, donde se escribe el nombre de usuario y la contraseña personal.
<i>Camino Básico</i>	<ol style="list-style-type: none"> Llenar el formulario de ingreso a la aplicación: El usuario llena en el formulario los campos de nombre de usuario y contraseña. Seleccionar: El usuario después de ingresar a la aplicación selecciona la opción “Comentarios”.
<i>Caminos Alternativos</i>	<ul style="list-style-type: none"> Ninguno

Tabla 7. Detalle del caso de uso “Consultar salas de chat activas”

Consultar salas de chat activas	
<i>Actor</i>	Estudiante
<i>Descripción</i>	Los estudiantes pueden revisar el número de salas que se encuentran activas (no se ha cumplido la fecha de inactivación)
<i>Precondición</i>	<ul style="list-style-type: none"> Haber ingresado a la aplicación de consulta WAP por medio de la pantalla de inicio de sesión, donde se escribe el nombre de usuario y la contraseña personal.
<i>Camino Básico</i>	<ol style="list-style-type: none"> Llenar el formulario de ingreso a la aplicación: El usuario llena en el formulario los campos de nombre de usuario y contraseña. Seleccionar: El usuario después de ingresar a la aplicación selecciona la opción “Chats activos”.

<i>Caminos Alternativos</i>	<ul style="list-style-type: none"> Ninguno
-----------------------------	---

Tabla 8. Detalle del caso de uso “Consultar temas activos de foros”

Consultar temas activos de foros	
<i>Actor</i>	Estudiante
<i>Descripción</i>	Los estudiantes pueden revisar el número de temas activos (no se ha cumplido la fecha de inactivación) por cada foro de los grupos en los cuales están vinculados.
<i>Precondición</i>	<ul style="list-style-type: none"> Haber ingresado a la aplicación de consulta WAP por medio de la pantalla de inicio de sesión, donde se escribe el nombre de usuario y la contraseña personal.
<i>Camino Básico</i>	<ol style="list-style-type: none"> Llenar el formulario de ingreso a la aplicación: El usuario llena en el formulario los campos de nombre de usuario y contraseña. Seleccionar: El usuario después de ingresar a la aplicación selecciona la opción “Temas activos”.
<i>Caminos Alternativos</i>	<ul style="list-style-type: none"> Ninguno

Diagramas de actividad

Las condiciones de uso del aplicativo se describen como actividades en dos procesos, uno que describe los estados de acción que el profesor puede ejecutar (Ver figura 17) y el otro en donde se describen los estados en los que participa el estudiante. (Ver figura 18).

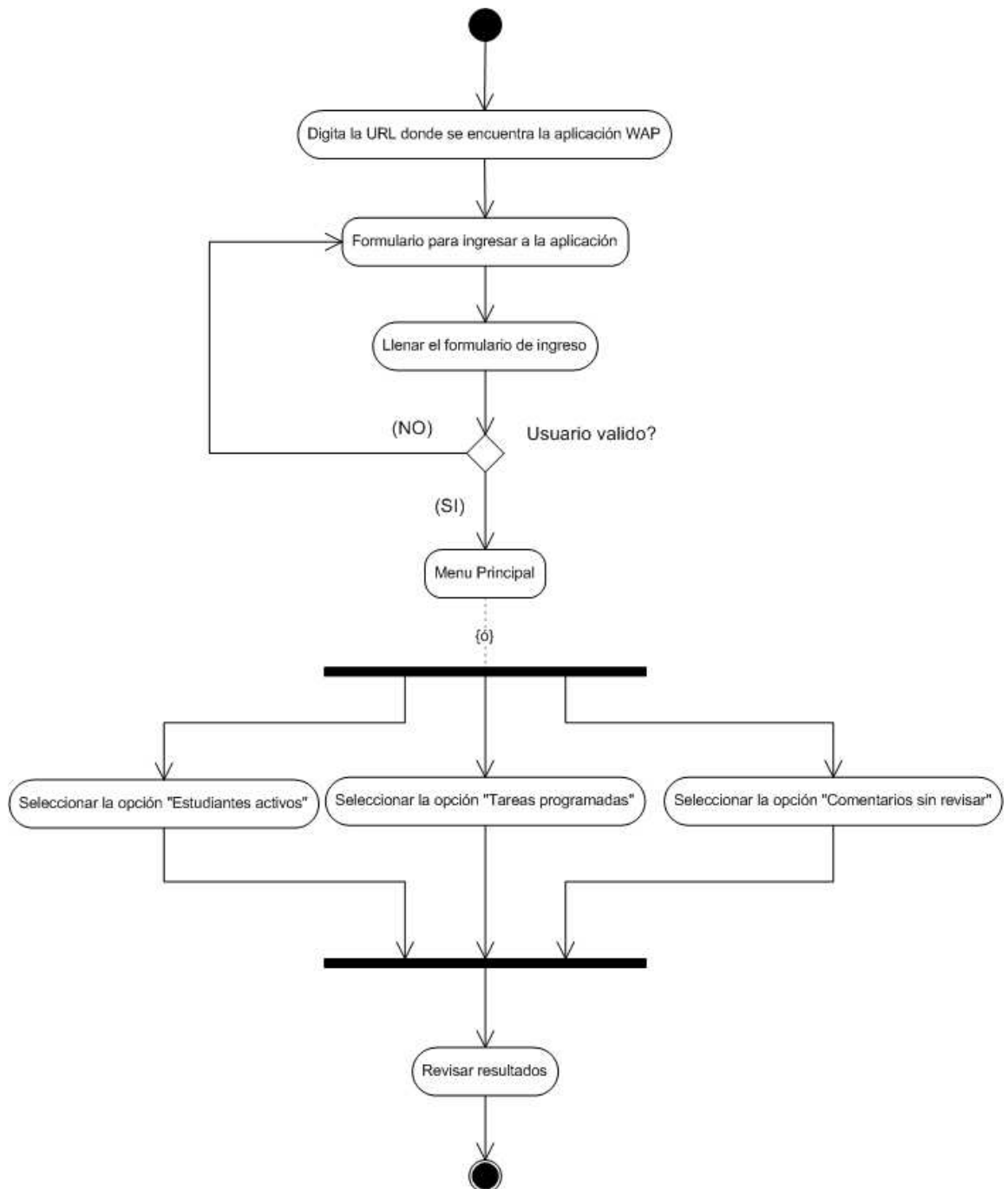


Figura 17. Diagrama de actividades para consultar los servicios de trabajo colaborativo por parte del profesor.

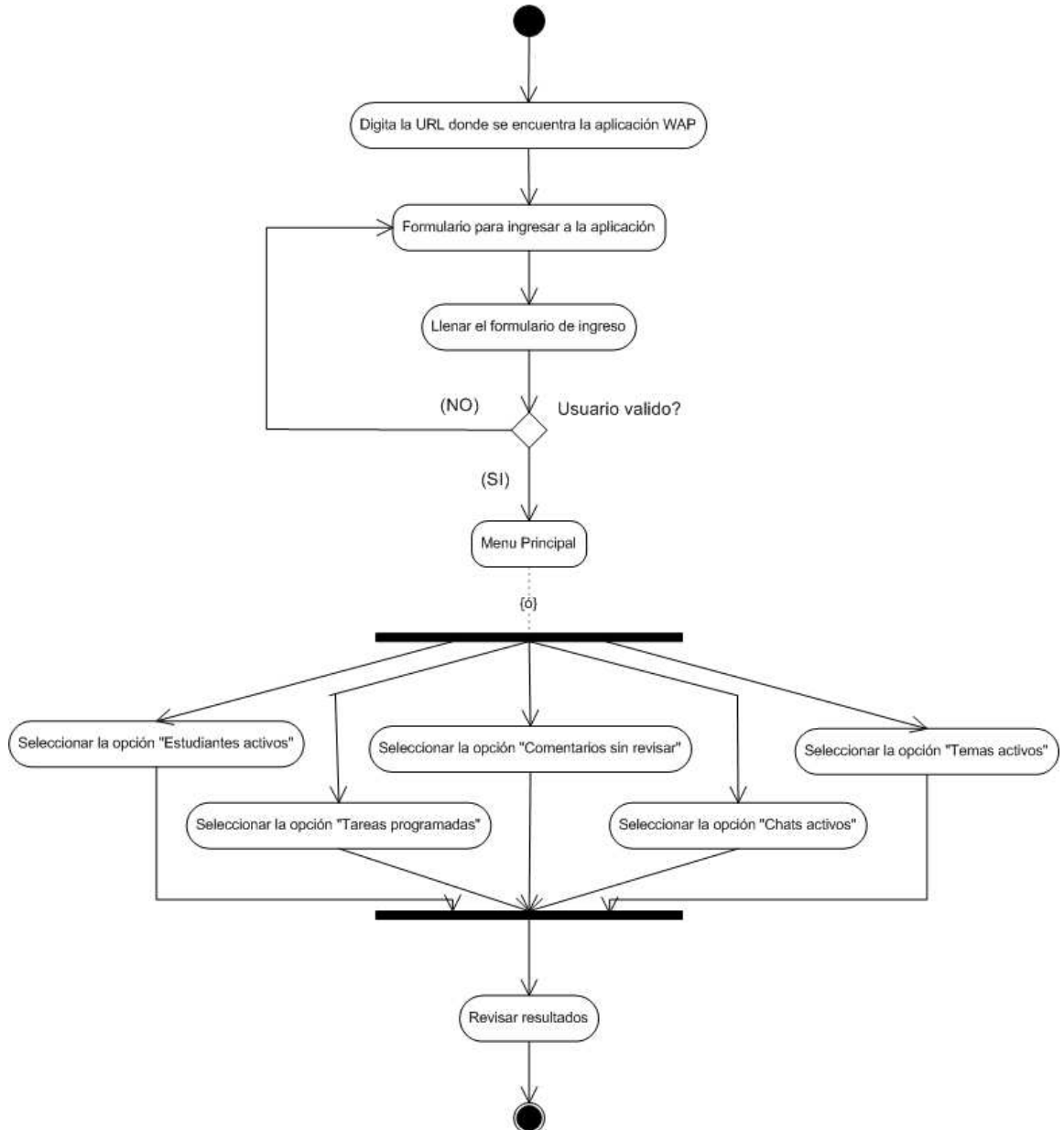


Figura 18. Diagrama de actividades para consultar los servicios de trabajo colaborativo por parte del estudiante.

4.2.5. Diseño de los servicios de consulta

Se determina una solución a los requisitos definidos, con el objetivo de establecer un modelo inicial de la arquitectura identificando el diseño: de la interfaz gráfica del usuario, de las entradas, de las salidas y especificaciones de programación.

La aplicación se diseña para ser accedida a través de dispositivos móviles, particularmente los teléfonos celulares con servicio WAP activado. Por tal motivo, el tipo de contenido que se va a mostrar en estos dispositivos debe estar acorde con las capacidades de los mismos.

Algunos dispositivos que existen actualmente en el mercado colombiano que disponen de tecnología WAP son:

Tabla 9. Teléfonos celulares en el mercado con tecnología WAP

NOKIA			
			
n-gage	3100	3200	6100
SAMSUNG			
			
SGH-E310	SGH-E630	SGH-Z107	SGH-E590

SONY ERICSSON			
			
W610i	W300i	Z300a	K300i
MOTOROLA			
			
MOTORAZR V3	V235	SLVR L6	C122

Diseño de la arquitectura

La arquitectura en la que funciona el sistema se trabaja mediante nodos que identifican los principales componentes por los que se desenvuelve el flujo de información y la relación que hay entre ellos. Hay tres nodos básicos que componen el sistema como se ilustra en la figura 19, un nodo que determina el cliente (navegador WAP), este nodo hace referencia al tipo de navegador que puede trabajar con tecnología WAP en el teléfono móvil; un nodo que hace de puerta de enlace WAP (WAP Gateway) y está encargado de interpretar y transformar la información para poder enviarla al tercer nodo que hace referencia al servidor. Para este proyecto el nodo servidor contiene la base de datos y el servidor de aplicaciones para trabajar la lógica del negocio. El usuario accede al sistema mediante el nodo Cliente a través del navegador del dispositivo móvil, el cual se comunica con el nodo de puerta de enlace utilizando el protocolo de aplicaciones inalámbricas, WAP; el WAP

Gateway se comunica con el nodo servidor luego de procesar las consultas enviadas por el navegador WAP, esta comunicación se realiza a través del protocolo TCP/IP de Internet.



Figura 19. Arquitectura de componentes de la aplicación.

- **Nodo Servidor**

Contiene el servidor de base de datos y el servidor de aplicaciones. En este nodo el sistema puede recuperar los datos almacenados en la base de datos. Para la aplicación WAP se consulta la base de datos de la plataforma e-escen@ri la cual se encuentra alojada en el servidor torcaza.uis.edu.co de la Universidad Industrial de Santander.

El servidor de aplicaciones contiene las clases encargadas de la lógica del negocio. Recibe las peticiones del cliente y las ejecuta en la base de datos para retornar un resultado.

El desarrollo de aplicaciones Web dinámicas necesita del servidor en el cual se ejecuten las instrucciones para mostrarle al usuario los resultados esperados, generalmente las instrucciones que se ejecutan en el servidor incluyen consultas a bases de datos, archivos u otras fuentes de información.

- **Nodo de puerta de enlace WAP**

Es el nodo encargado de enlazar el nodo cliente con el nodo servidor para que las peticiones y las respuestas lleguen al destino indicado. A través del navegador del dispositivo móvil, el cliente envía las peticiones al nodo servidor, estas peticiones son enviadas utilizando el protocolo de aplicaciones inalámbricas WAP. El WAP Gateway se comunica con el nodo servidor a través del protocolo TCP/IP de Internet y le envía las consultas del cliente para ser procesadas y de la misma forma retornar una respuesta que viajará por el mismo camino pero de regreso.

- **Nodo del cliente**

La presentación de la aplicación se lleva a cabo en el dispositivo móvil y la función es la de brindar al usuario una interfaz para consultar los servicios. Si la presentación es diseñada correctamente permitirá que el usuario entienda los servicios ofrecidos (nodo servidor) como un todo y navegue eficientemente por cada uno de ellos.

Mediante el nodo cliente los actores asociados con el sistema: Profesor y Estudiante, pueden utilizar el teléfono móvil de su preferencia que permita trabajar la tecnología WAP.

Diseño de la interfaz de presentación

La importancia de presentar una interfaz intuitiva y agradable permite determinar el uso y la comodidad que el usuario percibe del sistema. Por esta razón fue necesario el uso de estándares para aplicar estilos de interfaz que manejaran colores, tamaños y fuentes claras para los textos y las imágenes presentadas.

Debido a que las aplicaciones en dispositivos móviles, específicamente los teléfonos celulares, cuentan con una pantalla reducida para mostrar la información, se tuvieron en cuenta los siguientes lineamientos para el diseño de la interfaz:

- **Distribución consistente**: Las pantallas de la aplicación deben caracterizarse por una distribución consistente del texto. Se deben prever todas las acciones erróneas que el usuario pueda cometer al manejar la aplicación, el sistema debe mostrar mensajes de aviso con el fin de aminorar la posible inserción de datos incorrectos.
- **Usabilidad**: Es importante reducir el número de clic de tecla entre el principio y el final de la aplicación. Esto está asociado a la introducción de texto en menor cantidad, tener un scroll (barra deslizante) vertical pequeño y usar menús cortos para navegar.
- **Navegación**: La estructura de la aplicación debe ser sencilla, es decir, es mejor tener un menú con varias categorías y con poca profundidad de navegación.

- Flujo de la navegación: El paso de una pantalla a otra debe ser coherente con las consultas que intente realizar el usuario. La interfaz debe diseñarse pensando en cada actor del sistema.

Después de hacer el análisis de la información que se presenta al usuario, se diseñó la interfaz de navegación para realizar las diferentes consultas, por medio de menús.

El diseño de la interfaz para la aplicación WAP es el siguiente:

1. En la presentación de la aplicación, el usuario puede visualizar dos pantallas, una seguida de la otra. La primera pantalla muestra la portada de la aplicación con el nombre de la aplicación (**m-escen@ri**) y el nombre de la Universidad Industrial de Santander, de esta forma el usuario sabe que entró satisfactoriamente a la aplicación. La segunda pantalla muestra un formulario de ingreso que el usuario debe llenar para mostrarle los servicios según su rol. Los datos del usuario son validados en la base de datos para verificar la existencia del registro de usuario.
2. Después de ser verificados los datos del usuario, se presenta un menú de navegación que muestra diferentes opciones según el rol del usuario (ver figura 20), para el estudiante el menú es diferente, en cuanto al numero de opciones de consulta, al que se le presenta al profesor.
3. El usuario puede seleccionar cualquier opción del menú de navegación. Cuando selecciona una opción se presenta otra pantalla con los resultados de la consulta seleccionada. En la pantalla de resultados el usuario tiene la posibilidad de regresar a la pantalla del menú para que pueda seleccionar otras opciones de consulta.

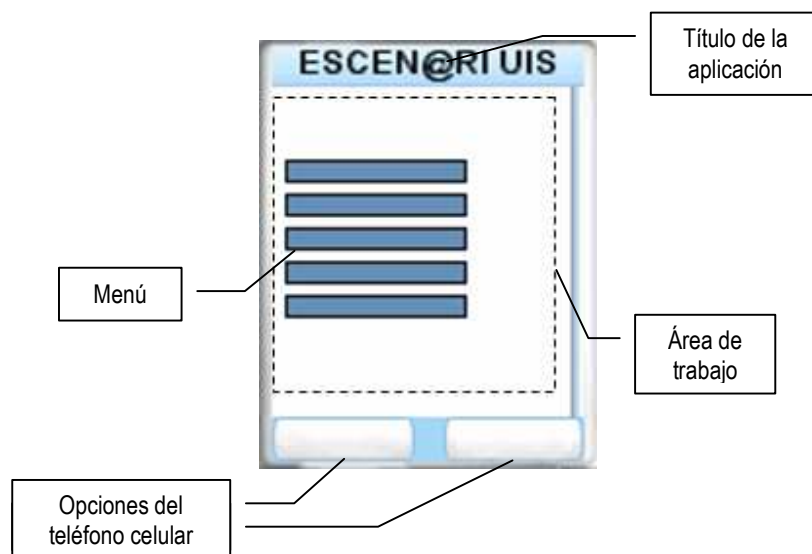


Figura 20. Interfaz del menú de navegación.

El ingreso a la aplicación de consulta WAP se debe realizar por medio del dispositivo móvil en la opción establecida para utilizar el servicio de navegador WAP (ver figura 21). Allí el usuario ingresa la URL http://torcaza.uis.edu.co:8080/m_escenari y espera la conexión con la página de presentación de la aplicación para poder utilizar los servicios de consulta (ver figura 22).



Figura 21. Servicio navegador WAP en teléfono móvil SAMSUNG SGH-S300M.



Figura 22. Servicio navegador WAP en teléfono móvil SONY ERICSSON T290.

Especificaciones de programación

La aplicación esta basada en el uso de páginas JSP (*Java Server Pages*) y clases Java. Las páginas JSP tienen la característica de ser los documentos que implementan la interfaz gráfica que será mostrada al usuario por medio del teléfono móvil y permiten establecer la conexión con las clases que implementan la lógica del negocio de la aplicación. Las páginas desarrolladas serán interpretadas por el servidor de aplicaciones que permitirá recuperar la información que los usuarios requieren para sus consultas.

Los puntos a continuación especificados siguen los lineamientos sugeridos por la sintaxis propia de Java.

- **De las clases**

Los nombres de las clases indican las acciones a realizar en cada consulta (lógica del negocio) o las entidades que identifican a las tablas de las bases de datos que contienen la información necesaria para ser consultada. Los nombres de las clases iniciaran con minúscula, exceptuando las clases que hacen referencia a las entidades que tendrán en la primera letra de cada palabra la especificación a la función de consulta (C), Ejemplos:

CprofesorMovil.java

loginMovil.java

- **De las métodos**

Los nombres de los métodos serán escritos en minúscula la palabra inicial y todas las demás palabras que compongan su nombre tendrán mayúscula en la primera letra.

Ejemplos:

consultarEstudiantesActivos ()

insertarSesionUsuario ()

La primer palabra de cada método debe describir de forma clara el comportamiento de los mismos.

- **De las variables, constantes y atributos**

Los nombres de variables, constantes y atributos serán escritos en minúscula. Si los nombres son compuestos, se hará la separación entre palabra y palabra por un guión de piso (_). Para los atributos recibidos en los métodos se antepondrá un guión de piso a la primera palabra.

Ejemplos:

apellidos

_hora_actual

- **De las páginas JSP**

Los nombres de las páginas JSP que componen la aplicación serán escritos en minúscula. Para las páginas que hacen referencia a la tecnología utilizada por un navegador WAP para interpretar la información: WML o XHTML, estarán anteceditas por un prefijo: W o X respectivamente, que identifique la tecnología a la cual pertenecen.

Ejemplos:

Wcomentarios.jsp

Xestudiantes.jsp

4.2.6. Desarrollo de la aplicación

El objetivo es producir una aplicación software de consulta dando paso a la codificación de los requerimientos establecidos, que sea eficiente y permita su depuración en el lenguaje ejecutable.

Se implementaron las páginas, clases y métodos necesarios según las funcionalidades de la aplicación. Teniendo en cuenta los casos de uso analizados. Se siguió una secuencia de desarrollo sobre las páginas por cada rol: Profesor y Estudiante; y según el proceso descrito en el diagrama de actividades los servicios ofrecidos a cada rol.

Requisitos técnicos

En el lado del servidor es necesario tener instalado los siguientes requisitos de software:

- **JDK (*Java Development Kit*):** versión 1.5.0 o superior, que provee la API de Java, la máquina virtual de java (JVM - *Java Virtual Machine*) y los compiladores y depuradores necesarios para desarrollar la lógica del negocio por medio de las clases y páginas JSP escritas en el lenguaje de programación Java.
- **Apache Tomcat:** versión 5.0.28 o superior. Es el servidor de aplicaciones Web que funciona como contenedor de páginas JSP para implementar la tecnología de Java.
- **PostgreSQL:** versión 8.0.1 o superior. El servidor de base de datos que funciona como el administrador de la información que se consulta en la aplicación. Para la aplicación, los datos almacenados son registrados por medio de la plataforma e-escen@ri.

En el lado del cliente es necesario que el teléfono móvil permita trabajar el protocolo de aplicaciones inalámbricas (WAP).

- **Navegador WAP:** versión 1.0 o superior. El navegador es la interfaz que el usuario puede manipular para enviar peticiones al servidor de aplicaciones y recibir respuestas interpretando el código estándar en los lenguajes WML o XHTML utilizados en el desarrollo de la aplicación.

Estructura general

La estructura general se realiza en el servidor de aplicaciones. Allí se ubican las páginas JSP desarrolladas para la aplicación, los archivos de hojas de estilos, las imágenes y las clases desarrolladas en Java que componen la lógica del negocio.

Se realizó la organización de las carpetas y los archivos de la aplicación teniendo en cuenta las tecnologías que utilizan los teléfonos móviles para interpretar la información a consultar en el

navegador WAP. Se crearon dos carpetas con los nombres “xhtml” y “wml” respectivamente como se ilustra en la figura 23, las otras carpetas contienen información general utilizada para el desarrollo de las páginas JSP siguiendo el estándar de estructuración que se utiliza en la plataforma e-escen@ri. Se creó una carpeta para almacenar las imágenes generales de la aplicación y otra para almacenar las hojas de estilos para aplicarlas en la interfaz del usuario. La carpeta WEB-INF almacena todas las clases y métodos que permitirán la interacción de la aplicación con la base de datos; esta carpeta no es visible por el usuario, ni puede ser accedida públicamente, debido a la información de la lógica del negocio que contiene.

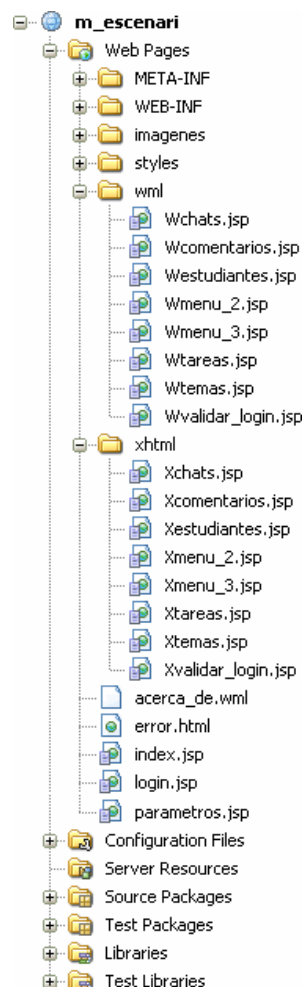


Figura 23. Estructura de carpetas de la aplicación

Desarrollo

Para iniciar el desarrollo de la aplicación fue necesario realizar antes una serie de pruebas sobre la construcción de aplicaciones, utilizando los lenguajes WML y XHTML mediante páginas JSP que pudieran ser interpretadas por los teléfonos móviles. El objetivo de estas pruebas era aprender sobre el desarrollo de este tipo de aplicaciones.

Los servicios desarrollados permiten implantar un producto software en su versión operativa inicial, es decir, el producto tiene la calidad adecuada para su aplicación y cumple con los requisitos establecidos en la fase de análisis de requerimientos.

A continuación se explican las funcionalidades generales desarrolladas en la aplicación y luego se explican las correspondientes a cada servicio de consulta.

- **Funcionalidades generales**

Debido a la diversidad de dispositivos móviles que hay en el mercado y a que sus navegadores WAP soportan diversos tipos de contenidos³⁵ (contenidos MIME³⁶), como consecuencia de la flexibilidad de las especificaciones de los lenguajes de marcas utilizados por los fabricantes, hubo que diseñar una forma de reconocimiento adecuada del dispositivo cliente para la presentación de los datos consultados.

Siguiendo las especificaciones de programación establecidas se desarrolló una página de presentación y una página para ingresar a la aplicación donde se le pide al usuario que escriba su nombre de usuario y su contraseña. (ver Figura 24)

³⁵ Tipos de contenidos: Denota que tipo de archivos pueden ser transmitidos en Internet.

³⁶ MIME: (*Multipurpose Internet Mail Extensions*, Extensiones de Correo Internet Multipropósito), son una serie de convenciones o especificaciones dirigidas a que se puedan intercambiar a través de Internet todo tipo de archivos (texto, audio, video, etc.) de forma transparente para el usuario. Tomado de: http://es.wikipedia.org/wiki/Multipurpose_Internet_Mail_Extensions

Para la presentación en los teléfonos móviles de acuerdo a los tipos de contenidos soportados por los navegadores WAP, fue necesario incluir en cada página un script³⁷ que recupera los contenidos aceptados por el teléfono para seleccionar el modo de presentación al usuario, ya sea utilizando el lenguaje WML o el lenguaje XHTML.

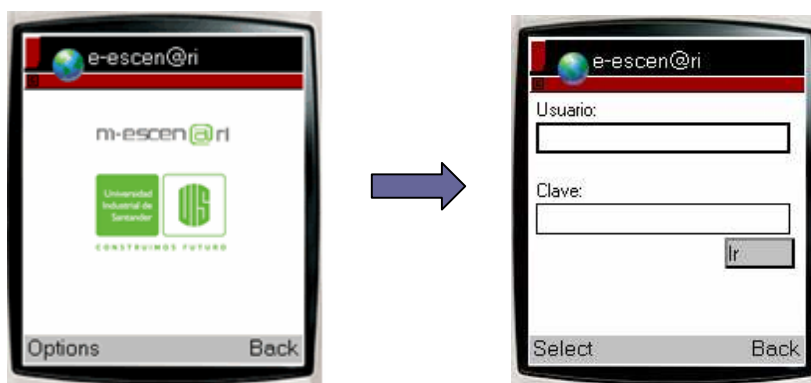


Figura 24. Página de presentación y de ingreso a la aplicación

Por medio de la página de ingreso, el usuario escribe su nombre de usuario y su clave para ser validados en la base de datos. De esta forma, se desarrolló la página y las clases en Java que realizan la verificación de la existencia del usuario. Así, si hay un registro almacenado del usuario, se recupera su nivel o rol en la plataforma ya sea profesor o estudiante, para mostrarle el menú correspondiente que contiene los servicios de consulta.

Páginas (JSP): El acceso a la aplicación esta compuesto de 4 páginas:

Tabla 10. Páginas de acceso a la aplicación

PÁGINA	FUNCIONALIDAD
index.jsp	Es la página inicial de la aplicación. Por medio de esta página el

³⁷ script: Líneas de código inmersas en una página Web caracterizadas por tener comportamientos (funciones) o definir variables útiles para el desarrollo del resto de la página.

	usuario podrá comprobar el acceso exitoso a la aplicación por medio de su teléfono móvil.
login.jsp	Es la página de ingreso a los servicios. El usuario escribe su nombre de usuario y la clave en los campos designados para esta función.
Xvalidar_login.jsp	Estas dos páginas tienen la misma función. Por medio de ellas se valida la existencia del usuario en la base de datos de e-escen@ri. Se desarrollaron dos páginas debido a los tipos de contenido. Una para mostrar los datos utilizando WML y otra para XHTML. De esta forma si el navegador interpreta WML seguirá mostrando las páginas de ahí en adelante en el mismo lenguaje, igual funciona para el lenguaje XHTML.
Wvalidar_login.jsp	

- **Funcionalidades de los servicios de consulta**

El desarrollo de las actividades en los procesos de consulta se realizó de acuerdo a los actores detallados para el sistema. Primero se implementaron las páginas correspondientes a los servicios ofrecidos para el profesor.

Después de validar al usuario, se muestra al usuario el menú con las opciones de consulta definidas para este proyecto.

Descripción de los servicios de consulta para el actor Profesor

En la figura 25 se pueden apreciar tres consultas diferentes que puede realizar un profesor.

- Consultar los estudiantes que están activos en el momento que el profesor también ha ingresado al sistema. Estos estudiantes tienen activa una sesión en la plataforma al igual que el profesor.
- Revisar el número de comentarios no revisados por el profesor. Esta consulta se realiza por medio del servicio de trabajo colaborativo de los foros de discusión. En la plataforma e-escen@ri los estudiantes pueden escribir comentarios sobre un tema de discusión y el profesor puede revisar estos comentarios, de forma que la cantidad de aquellos que no ha revisado los

puede consultar por el teléfono móvil. Así, si varios estudiantes aportan nuevos comentarios a un foro, el número de comentarios se incrementa y el profesor puede consultar ese nuevo número, con el fin de responderlos luego por la plataforma.

- Revisar el número de tareas programadas que aún se encuentran vigentes para los estudiantes. Esto le permite al profesor hacer un seguimiento de las tareas que ha programado para los diferentes grupos de las asignaturas que enseña.

MENU

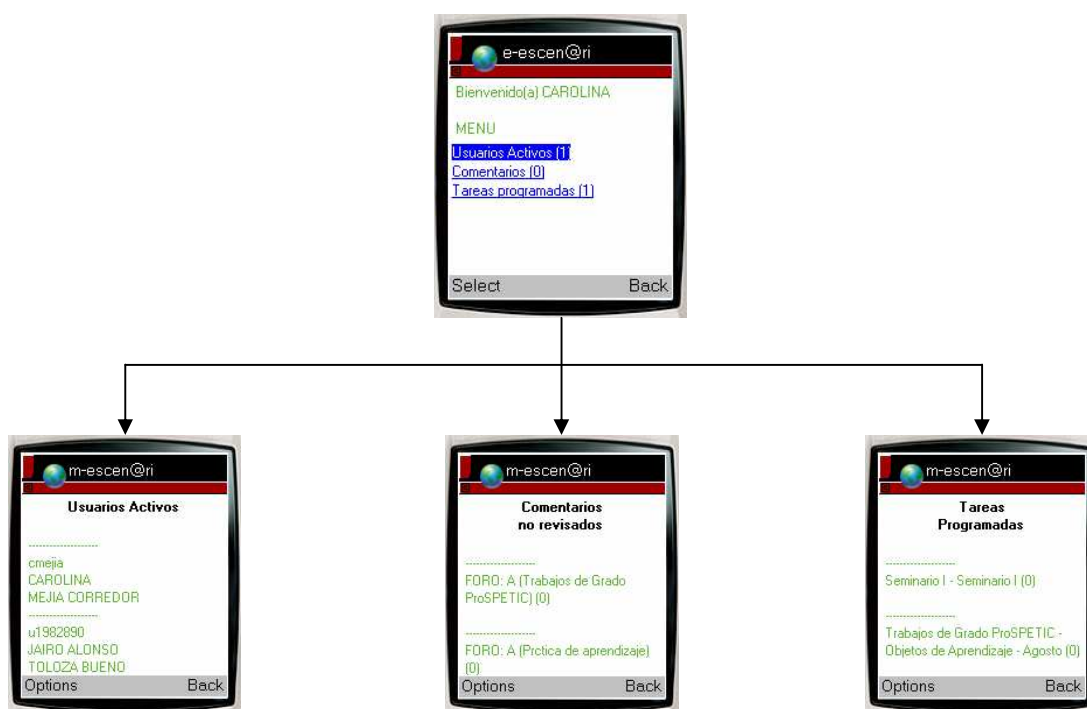


Figura 25. Servicios de consulta para el actor Profesor

Páginas (JSP): Los servicios de consulta para el actor Profesor se componen de las siguientes páginas:

Tabla 11. Páginas para los servicios de consulta del actor Profesor

PÁGINA	FUNCIONALIDAD
--------	---------------

Wmenu3.jsp	Son las páginas desarrolladas para mostrar al profesor el menú de navegación a través de los servicios de consulta en la aplicación. Una página para el tipo de contenido soportado para WML y otra para XHTML.
Xmenu3.jsp	
Westudiantes.jsp	Páginas desarrolladas para cumplir con el proceso de consulta referente a los estudiantes activos en la plataforma e-escen@ri. Una página para el tipo de contenido soportado para WML y otra para XHTML.
Xestudiantes.jsp	
Wcomentarios.jsp	Páginas desarrolladas para cumplir con el proceso de revisión referente a los comentarios que no han sido revisados en los foros de discusión. Una página para el tipo de contenido soportado para WML y otra para XHTML.
Xcomentarios.jsp	
Wtareas.jsp	Páginas desarrolladas para cumplir con el proceso de revisión referente a las tareas programadas en los diferentes grupos de las asignaturas que enseña el profesor. Una página para el tipo de contenido soportado para WML y otra para XHTML.
Xtareas.jsp	

Descripción de los servicios de consulta para el actor Estudiante

En la figura 26 se pueden apreciar cinco consultas diferentes que puede realizar un estudiante.

- Consultar los estudiantes y profesores que están activos en el momento que el estudiante también ha ingresado al sistema. Estos usuarios tienen activa una sesión en la plataforma al igual que el estudiante.
- Revisar el número de comentarios no revisados por el estudiante. Esta consulta se realiza por medio del servicio de trabajo colaborativo de los foros de discusión. En la plataforma e-escen@ri los estudiantes y los profesores pueden escribir comentarios sobre un tema de discusión y el estudiante puede revisar estos comentarios, de forma que la cantidad de aquellos que no ha revisado los puede consultar por el teléfono móvil. Así, si varios estudiantes o los profesores aportan nuevos comentarios a un foro, el número de comentarios se incrementa y el

estudiante puede consultar ese nuevo número, con el fin de responderlos luego por la plataforma.

- Revisar el número de tareas programadas que aún se encuentran vigentes para los estudiantes. Esto le permite al estudiante hacer un seguimiento de las tareas que se han programado para los diferentes grupos de las asignaturas en las que se encuentra matriculado.
- Revisar el número de temas de discusión programados por los profesores que aún se encuentran vigentes para los estudiantes, es decir, los temas a los que no se les ha cumplido la fecha de inactivación.
- Revisar el número de salas de chat programados por los profesores que aún se encuentran vigentes para los estudiantes, es decir, las salas de chat a las que no se les ha cumplido la fecha de inactivación.

MENU

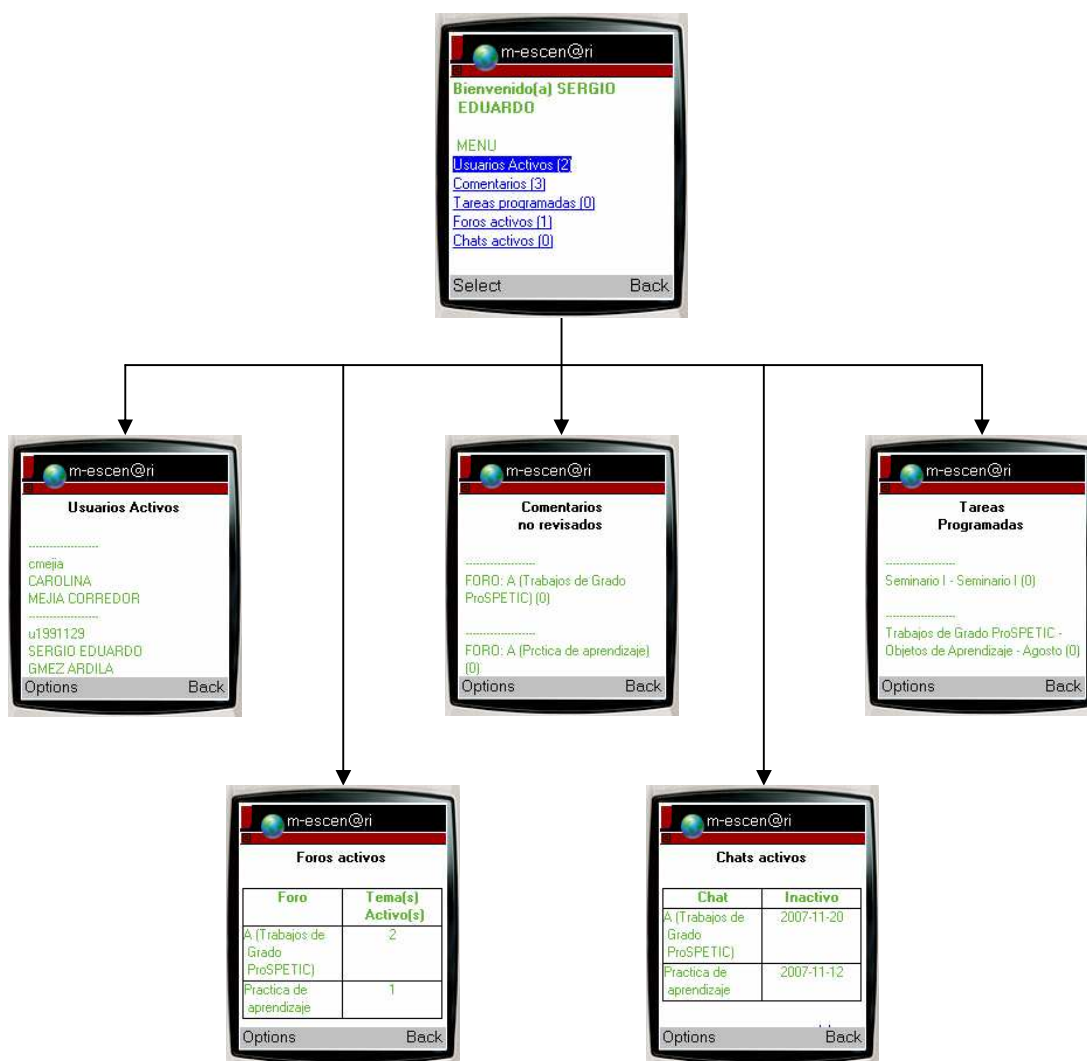


Figura 26. Servicios de consulta para el actor Estudiante

Páginas (JSP): Los servicios de consulta para el actor Estudiante se componen de las siguientes páginas:

Tabla 12. Páginas para los servicios de consulta del actor Estudiante

PÁGINA	FUNCIONALIDAD
Wmenu2.jsp	Son las páginas desarrolladas para mostrar al estudiante el menú de navegación a través de los servicios de consulta en la aplicación. Una página para el tipo de contenido soportado para WML y otra para XHTML.
Xmenu2.jsp	
Westudiantes.jsp	Páginas desarrolladas para cumplir con el proceso de consulta referente a los estudiantes y profesores activos en la plataforma e-escen@ri, de los grupos al que pertenece el estudiante. Una página para el tipo de contenido soportado para WML y otra para XHTML.
Xestudiantes.jsp	
Wcomentarios.jsp	Páginas desarrolladas para cumplir con el proceso de revisión referente a los comentarios que no han sido revisados en los foros de discusión. Una página para el tipo de contenido soportado para WML y otra para XHTML.
Xcomentarios.jsp	
Wtareas.jsp	Páginas desarrolladas para cumplir con el proceso de revisión referente a las tareas programadas en los diferentes grupos de las asignaturas a las que pertenece el estudiante. Una página para el tipo de contenido soportado para WML y otra para XHTML.
Xtareas.jsp	
Wtemas.jsp	Páginas desarrolladas para cumplir con el proceso de revisión referente a los temas de conversación programados en los diferentes grupos de las asignaturas a las que pertenece el estudiante. Una página para el tipo de contenido soportado para WML y otra para XHTML.
Xtemas.jsp	
Wchats.jsp	Páginas desarrolladas para cumplir con el proceso de revisión referente a las salas de chat programadas en los diferentes grupos de las asignaturas a las que pertenece el estudiante. Una página para el tipo de contenido soportado para WML y otra para XHTML.
Xchats.jsp	

4.2.7. Pruebas

Pruebas de funcionalidad

Después de tener la aplicación desarrollada, se procedió a realizar las pruebas necesarias con teléfonos móviles reales para confirmar el buen funcionamiento.

Las pruebas de funcionalidad se realizaron en cuatro teléfonos móviles de diferentes marcas de fabricante. (ver Figuras 26, 27, 28 y 29)



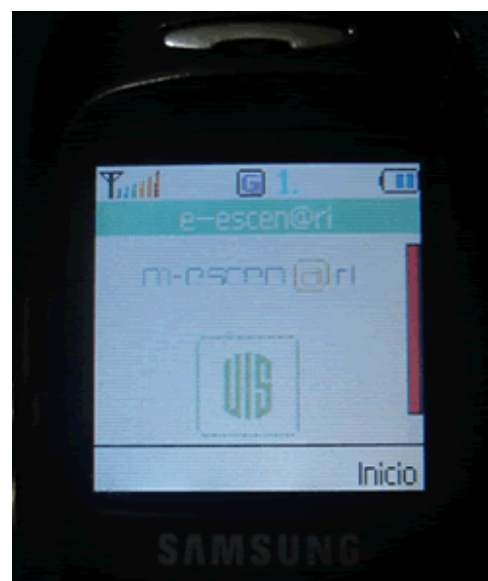
Figura 27. Prueba de la aplicación en el teléfono móvil SONY ERICSSON T290.



Figura 28. Prueba de la aplicación en el teléfono móvil SONY ERICSSON W300i.



**Figura 29. Prueba de la aplicación en el teléfono
 móvil MOTOROLA MOT-PEBL U6.**



**Figura 30. Prueba de la aplicación en el teléfono
 móvil SAMSUNG SEC-SGHC207L.**

Las pruebas permitieron evaluar el desarrollo de la aplicación y definir modificaciones sobre el código con respecto al buen uso de la sintaxis con la que trabajan los lenguajes WML y XHTML, esto se refiere al adecuado uso de las etiquetas o marcas con las que se puede trabajar.

Fue necesario revisar las librerías en las que se soportan los lenguajes para confirmar el uso adecuado de valores y atributos que pueden ser utilizados.

Para WML se revisó la librería ubicada en: http://www.wapforum.org/DTD/wml_1.1.xml.

Para XHTML se revisó la librería ubicada en: <http://www.w3.org/TR/html4/loose.dtd>, y la documentación sobre el lenguaje en <http://www.w3.org/1999/xhtml>

Después de realizar las modificaciones, se evaluó de nuevo el desempeño de la aplicación en los teléfonos utilizados anteriormente y se verificaron los servicios ofrecidos a los usuarios, obteniendo el funcionamiento deseado.

CONCLUSIONES

Las pruebas realizadas a la aplicación sobre equipos reales, deja ver la variedad de dispositivos y el mejoramiento en los servicios ofrecidos a los usuarios a través de los teléfonos móviles como la navegación WAP, descargar archivos multimedia, enviar correos electrónicos, realizar búsquedas en Internet, etc. Esto permite incentivar el desarrollo de aplicaciones de este tipo, ya que la tendencia en el uso de mejores tecnologías atraerá mas usuarios a este mercado y por lo tanto mejores soluciones.

La computación ubicua es un hecho hoy en día. Aunque todavía se está trabajando en la investigación por el desarrollo de nuevos sistemas que sean más adaptables a las necesidades del usuario sin importar el medio que utilicen para operar la información, existe ya una gran variedad de soluciones: teléfonos móviles inteligentes, computadores portátiles, PDA's, tablet PC, que permiten acceder a los datos desde cualquier lugar y en cualquier momento.

La tecnología WAP es un medio que permite desarrollar de manera más sencilla aplicaciones orientadas a Internet. Se generan soluciones software más reducidas en código y más simples en interfaz gráfica, debido a las condiciones de hardware que ofrecen los dispositivos móviles.

La aplicación de acceso móvil a las herramientas de la plataforma educativa institucional e-escen@ri ofrece una nueva herramienta a los profesores y estudiantes para interactuar con la información que permite mejorar el desarrollo de sus actividades curriculares.

Se abre un camino amplio en el desarrollo de aplicaciones para los dispositivos móviles que deben asumir los ingenieros y especialistas en telecomunicaciones. Ahora hay mejores dispositivos, con sistemas operativos que proponen más servicios, con interfaces de pantalla que ofrecen mejores resoluciones y tecnología inalámbrica que tiene una cobertura más amplia y brinda mayor velocidad



**Aplicación de consulta WAP para la
plataforma educativa institucional
e-escen@ri de la Universidad Industrial de
Santander**



en la transferencia de datos. Hay un área de trabajo con los dispositivos móviles que empieza a generar más participación y atrae más a las organizaciones para explorar nuevas estrategias que permitan gestionar la información.

RECOMENDACIONES

Gestión por parte de las directivas de la Universidad Industrial de Santander y demás miembros de la comunidad universitaria (profesores, estudiantes, etc.) para crear compromiso institucional que permita seguir las políticas y lineamientos propuestos en el Proyecto ProSPETIC (*PROyecto Soporte al Proceso Educativo UIS mediante Tecnologías de Información y Comunicación*).

Desarrollar nuevos servicios de consulta para la aplicación de acceso móvil desarrollada en esta monografía, que permita a los actores de la plataforma educativa institucional e-escen@ri tener a disposición nuevos espacios de trabajo. Se proponen nuevos servicios como: consultar las estadísticas generadas por la plataforma, información personal de los usuarios como la foto y el correo electrónico, calificaciones de las actividades realizadas en las asignaturas, noticias, eventos programados por los profesores y recordatorios.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] PEÑA, Clara. Proyecto ProSPETIC, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia, 2005. <http://gavilan.uis.edu.co/~clarenes/pdfs/prospetic.pdf>
- [2] PASTRANA, Andrés. Directiva Presidencial No. 02, Presidencia de la República de Colombia, 2000.
http://www.presidencia.gov.co/nuestra_enti/documentos/directiva_02_00.pdf
- [3] Plan de Gestión 2004 – 2006, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia, 2002. <https://www.uis.edu.co/intranet/documentos/planeacion/gestion.html>
- [4] WEISER, Mark. Ubiquitous Computing. (1993, Agosto). <http://www.ubiq.com/weiser/>
- [5] MARQUEZ C., Alex R.; MORALES C., Oscar D. Desarrollo de una aplicación de consulta bibliográfica para la biblioteca central a través de dispositivos móviles basada en la arquitectura de servicios Web xml, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia, 2006.
- [6] GOMEZ M., Hugo A.; VARGAS R., Diego F. Prototipo portal WAP (wireless application protocol) de la Universidad Industrial de Santander, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia, 2006.
- [7] LUNA M., Paola A.; GOMEZ M., Sebastian E. La PDA como herramienta de apoyo para docentes universitarios en el proceso valorativo del estudiante, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia, 2005.
- [8] http://www.teleco.com.br/es/pais/es_celular.asp

- [9] Sitio Web del ministerio de comunicaciones. www.mincomunicaciones.gov.co/
- [10] Ramírez, D.; Tecnología EDGE, Telefónica; Especialización en Telecomunicaciones, Universidad Industrial de Santander, Colombia, 2007.
- [11] PEHRSON, Staffan. WAP – El catalizador de la Internet móvil. Ericsson Review No. 1, 2000.
- [12] <http://www.tejedoresdelWeb.com/307/article-1873.html>
- [13] UHIA, S. P. Agente generador de ejercicios interactivos para la plataforma educativa institucional e-escen@ri de la Universidad Industrial de Santander. Monografía de Especialización en Telecomunicaciones, Universidad Industrial de Santander, Colombia, 2007.
- [14] PEÑA, C. I. Intelligent Agents to Improve Adaptivity in a Web-Based Learning Environment, PhD Thesis, University of Girona, Spain, 2004.

Páginas WEB

- <http://www.osmosislatina.com/aplicaciones/wap.htm>
- http://www.wikilearning.com/criterios_fundamentales_de_diseno-wkccp-3917-4.htm
- http://www.nokia.com.co/phones/technologies/wap/wap_enabled_phones/index.htm
- <http://www.sonyericsson.com/spg.jsp?cc=co&lc=es&ver=4000&template=pp1&zone=pp>
- <http://es.samsungmobile.com/wcms/products/phonesearch/index.jsp>
- <http://www.motorola.com/consumer/v/index.jsp?vgnextoid=c7de38015bedb010VgnVCM1000008206b00aRCRD&show=showallproduct&MHParam=c0080b8ac16c90100b8ac16c901005b3bc90>
- <http://www.Webestilo.com/wml/>
- <http://wapcolombia.unicauca.edu.co/index.php?op=2&PHPSESSID=1f2a1999c8bb8cb1ce12c8a5a2c14530>



**Aplicación de consulta WAP para la
plataforma educativa institucional
e-escen@ri de la Universidad Industrial de
Santander**



- <http://www.terra.es/personal/wapfacil/manwml.htm>