

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE SISTEMAS



**DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO DE
SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

**“DESARROLLO DE SITIO WAP PARA LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL ECUADOR”**

MÓNICA DE LOURDES ASANZA MENDOZA

RAMIRO ENRIQUE ROMÁN SUÁREZ

DIRECTOR: MSC. ALFREDO CALDERÓN

QUITO, 2017

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo de disertación a nuestros padres que gracias a su apoyo, esfuerzo y sacrificio estamos finalizando una meta más en nuestras vidas.

A nuestra hija Sarah, que es nuestra motivación para ser cada día mejores personas y profesionales.

A Dios, por darnos la sabiduría, fortaleza y guía a lo largo de nuestra vida.

AGRADECIMIENTO

A Dios quien ha guiado nuestro camino.

A nuestros padres.

Al Ingeniero Alfredo Calderón, por ser un ejemplo de lucha.

A nuestros profesores Ing. Beatriz Campos, Ing. Oswaldo Espinosa, por el apoyo y guía en el desarrollo de este trabajo de disertación.

Resumen

El presente trabajo de disertación documenta la evolución de la tecnología móvil , su diversos lenguajes de programación y limitantes tanto de la tecnología disponible en su momento como la capacidad de las redes de comunicación hasta la presente fecha.

Debido a la importancia que tiene la información en nuestro mundo cotidiano, el internet, y la facilidad del uso de tecnologías móviles, se identificó la necesidad de que la Pontificia Universidad Católica del Ecuador cuente con un sitio móvil, para brindar servicios de información a los estudiantes y docentes.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
1.1 HISTORIA DEL WEB MÓVIL	9
1.2 ¿QUÉ ES EL WAP?	10
1.3 HISTORIA DEL WAP	11
1.3.1 INICIO DEL WAP	11
1.3.2 EL WAP FORUM / OPEN MOBILE ALLIANCE	12
1.4 CARACTERÍSTICAS DEL WAP	15
1.5 MODELO WWW Vs. WAP	16
1.5.1 EL MODELO WWW	16
1.5.2 EL MODELO WAP	16
1.6 ARQUITECTURA WAP	17
1.6.1 ESTRUCTURA DEL PROTOCOLO WAP	17
1.7 ELEMENTOS DE LA ARQUITECTURA WAP	20
1.7.1 REDES INALÁMBRICAS Y TECNOLOGÍAS	21
1.7.2 EL DISPOSITIVO INALÁMBRICO	23
1.7.3 SERVIDORES DE APLICACIÓN	24
1.7.4 PASARELAS WAP	26
1.7.5 FUNCIONAMIENTO DE UNA SOLUCIÓN WAP	27
1.8 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN WAP	29
1.8.1 WIRELESS MARKUP LANGUAGE (WML)	29
1.8.2 WMLSCRIPT	30
1.8.3 XHTML	31
1.9 EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA MÓVIL	32
1.9.1 EVOLUCIÓN DE LAS REDES MÓVILES	32
1.10 EL SERVICIO MÓVIL AVANZADO EN ECUADOR	37
1.10.1 CRECIMIENTO ANUAL DE LA DENSIDAD DEL SMA	38
1.10.3 INTERNET MÓVIL EN ECUADOR	42
1.10.4 ADOPCIÓN DE TELÉFONOS INTELIGENTES A NIVEL REGIONAL	43
1.11 INTERNET Y LAS TECNOLOGÍAS MÓVILES EN EL MUNDO	44
1.12 AVANCES EN EL DESARROLLO WEB PARA MÓVILES	49
1.12.1 DISEÑO WEB ADAPTABLE	51
1.12.2 APLICACIONES WEB ADAPTADAS PARA DISPOSITIVOS MÓVILES	52
2 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN Y DEFINICIÓN DEL ALCANCE	54
2.1 ESTUDIO DE MERCADO	54
2.1.1 FASE DE ESPECIFICACIÓN	54
2.1.2 FASE DE RECOLECCIÓN DE DATOS	56
2.1.3 FORMATO DE ENCUESTA EN FORMULARIOS GOOGLE	58
2.1.4 APLICACIÓN DE LA ENCUESTA	62
2.1.5 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	62
2.1.6 CONCLUSIONES	70
2.2 DEFINICIÓN DEL ALCANCE	71

3	<u>LA PRIMERA VERSIÓN DEL SITIO WAP DE LA PUCE</u>	73
4	<u>DETERMINACIÓN DE LA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA PARA EL SITIO MÓVIL DE LA PUCE</u>	81
4.1	CRITERIOS DE SELECCIÓN	81
4.2	.NET COMO PLATAFORMA DE DESARROLLO Y EJECUCIÓN DE APLICACIONES	81
4.2.1	CARACTERÍSTICAS DE .NET	82
4.2.2	BIBLIOTECA DE CLASES DE .NET	83
4.3	IDE VISUAL STUDIO	84
4.4	LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN C#	87
4.5	ARQUITECTURA DE N CAPAS Y COMPONENTES DE .NET UTILIZADOS	88
4.5.1	CAPA DE PRESENTACIÓN	89
4.5.2	CAPA DE SERVICIOS	93
4.5.3	CAPA DE NEGOCIO	95
4.5.4	CAPA DE ACCESO A DATOS	96
4.5.5	CAPA DE ENTIDADES	99
5	<u>DESARROLLO DEL SITIO MÓVIL DE LA PUCE</u>	100
5.1	DESARROLLO DE LA APLICACIÓN	100
5.1.1	DESARROLLO DE LA CAPA DE ACCESO A DATOS	100
5.1.2	DESARROLLO DE LA CAPA DE ENTIDADES	102
5.1.3	DESARROLLO DE LA CAPA DE LÓGICA DE NEGOCIO	103
5.1.4	DESARROLLO DE LA CAPA DE SERVICIOS	107
5.1.5	DESARROLLO DE LA CAPA DE PRESENTACIÓN	109
6	<u>SITIO MÓVIL DE LA PUCE V2.0</u>	116
7	<u>CONCLUSIONES</u>	122
8	<u>RECOMENDACIONES</u>	124

TABLA DE ILUSTRACIONES

<i>FIGURA 1, MODELO WEB (ROJAS, 2008)</i>	16
<i>FIGURA 2, MODELO WAP (ROJAS, 2008)</i>	17
<i>FIGURA 3, ESTRUCTURA PROTOCOLO WAP (HUIDOBRO)</i>	18
<i>FIGURA 4, LÍNEA DE TIEMPO DE LA EVOLUCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS MÓVILES (BASKAR)</i>	24
<i>FIGURA 5, SERVIDORES DE APLICACIÓN, (KUMAR, 2015)</i>	25
<i>FIGURA 6, PASARELA WAP (FINK, 2010)</i>	26
<i>FIGURA 7, FUNCIONAMIENTO DE UNA SOLUCIÓN WAP (FERNANDEZ, 2017)</i>	27
<i>FIGURA 8, DISPONIBILIDAD DE REDES 4G EN EL MUNDO (OPEN SIGNAL, 2016)</i>	36
<i>FIGURA 9, SERVICIO MÓVIL AVANZADO EN ECUADOR (ARCOTEL, 2017)</i>	37
<i>FIGURA 10, CRECIMIENTO EN LA DENSIDAD SMA (ARCOTEL, 2017)</i>	38
<i>FIGURA 11, PARTICIPACIÓN DEL MERCADO SMA (ARCOTEL, 2017)</i>	39
<i>FIGURA 12, EVOLUCIÓN DE LÍNEAS ACTIVAS POR TECNOLOGÍA (ARCOTEL, 2017)</i>	40
<i>FIGURA 13, EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA POR PRESTADORA DE SERVICIO CONECEL (ARCOTEL, 2017)</i>	41
<i>FIGURA 14, EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA POR PRESTADORA DE SERVICIO OTECEL (ARCOTEL, 2017)</i>	41
<i>FIGURA 15, EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA POR PRESTADORA DE SERVICIO CNT (ARCOTEL, 2017)</i>	41
<i>FIGURA 16, CRECIMIENTO DE CONEXIONES MÓVILES A NIVEL NACIONAL, (ARCOTEL, 2015)</i>	42
<i>FIGURA 17, ADOPCIÓN DE SMARTPHONES EN RELACIÓN AL TOTAL DE CONEXIONES A NIVEL REGIONAL, (ARCOTEL, 2015)</i>	43
<i>FIGURA 18, INDICADORES ESTADÍSTICOS DE USUARIOS DE INTERNET EN EL MUNDO, (KEMP, 2017)</i>	44
<i>FIGURA 19, PENETRACIÓN DEL INTERNET POR REGIÓN, (KEMP, 2017)</i>	45
<i>FIGURA 20, PENETRACIÓN Y USO DEL INTERNET, (KEMP, 2017)</i>	45
<i>FIGURA 21, TRÁFICO WEB DE ACUERDO TIPO DE DISPOSITIVO, (KEMP, 2017)</i>	46
<i>FIGURA 22, PORCENTAJE DE CONEXIONES BANDA ANCHA COMPARADO CON LA POBLACIÓN, (KEMP, 2017)</i>	46
<i>FIGURA 23, PARTICIPACIÓN DEL MERCADO DE ACUERDO AL SISTEMA OPERATIVO MÓVIL, (KEMP, 2017)</i>	47
<i>FIGURA 24, CRECIMIENTO DE TRÁFICO DE DATOS, (KEMP, 2017)</i>	48
<i>FIGURA 25, ILUSTRACIÓN IOT, (SAP)</i>	48
<i>FIGURA 26, DISEÑO WEB ADAPTABLE, (VIDA, 2013)</i>	51
<i>FIGURA 27, ESQUEMA DE APLICACIÓN .NET, (EL HACKER)</i>	82
<i>FIGURA 28, BIBLIOTECA DE CLASES .NET, (EL HACKER)</i>	83
<i>FIGURA 29, ARQUITECTURA DE N CAPAS, (ROJAS D., 2009)</i>	89
<i>FIGURA 30, PATRÓN DE DISEÑO, (ROJAS D., 2009)</i>	91
<i>FIGURA 31, FRAMEWORK ASP.NET (ANÓNIMO, 2012)</i>	92
<i>FIGURA 32, MODELO ENTIDAD (ENRIQUE BAÑULS, 2017)</i>	98
<i>FIGURA 33, MODELO EDM, (ENRIQUE BAÑULS, 2017)</i>	98
<i>FIGURA 34, CAPA DE ACCESO A DATOS – INCLUSIÓN DE CLASES PARA CONEXIÓN A LA BASE DE DATOS</i>	100
<i>FIGURA 35, CAPA DE ACCESO A DATOS - SELECCIÓN DE VISTAS Y TABLAS FUENTE</i>	101
<i>FIGURA 36, CAPA DE ACCESO A DATOS - GENERACIÓN DE CÓDIGO DE CONTEXTO TRANSACCIONAL</i>	101
<i>FIGURA 37, CAPA DE ACCESO A DATOS – MODELO DE ENTIDADES</i>	102
<i>FIGURA 38, CAPA DE ENTIDADES - CREACIÓN DE LA CAPA DE ENTIDADES</i>	102
<i>FIGURA 39, CAPA DE LÓGICA DE NEGOCIO – CREACIÓN DEL PROYECTO “BUSINESS LOGIC” E INCLUSIÓN DEL ELEMENTO C#</i>	103
<i>FIGURA 40, CAPA DE LÓGICA DE NEGOCIO – AGREGAR REFERENCIA A CAPAS DE ENTIDADES Y ACCESO A DATOS 1</i>	104
<i>FIGURA 41, CAPA DE LÓGICA DE NEGOCIO – AGREGAR REFERENCIA A CAPAS DE ENTIDADES Y ACCESO A DATOS 2</i>	104
<i>FIGURA 42, CAPA DE SERVICIOS – CREACIÓN DEL PROYECTO TIPO APLICACIÓN WCF</i>	107
<i>FIGURA 43, CAPA DE SERVICIOS – INCLUSIÓN DEL ELEMENTO SERVICIO WCF</i>	107

<i>FIGURA 44</i> , CAPA DE SERVICIOS – CREACIÓN DE REFERENCIAS A LA CAPA DE ENTIDADES	108
<i>FIGURA 45</i> , CAPA DE PRESENTACIÓN – CREACIÓN DEL PROYECTO TIPO ASP.NET	109
<i>FIGURA 46</i> , CAPA DE PRESENTACIÓN – INCLUSIÓN DE LIBRERÍAS DE JQUERYMOBILE 1	110
<i>FIGURA 47</i> , CAPA DE PRESENTACIÓN – INCLUSIÓN DE LIBRERÍAS DE JQUERYMOBILE 2	110
<i>FIGURA 48</i> , CAPA DE PRESENTACIÓN – INSTALACIÓN DE PAQUETES DE JQUERYMOBILE	111
<i>FIGURA 49</i> , CAPA DE PRESENTACIÓN – INCLUSIÓN DE PATRÓN DE DISEÑO MVC	111
<i>FIGURA 50</i> , CAPA DE PRESENTACIÓN – INCLUSIÓN DE REFERENCIAS A LA CAPA DE SERVICIOS	112
<i>FIGURA 51</i> , CAPA DE PRESENTACIÓN – DIRECTORIOS MVC	113
<i>FIGURA 52</i> , CAPA DE PRESENTACIÓN – ARCHIVOS DE LOS DIRECTORIOS MVC	114
<i>FIGURA 53</i> , CAPA DE PRESENTACIÓN – CÓDIGO HTML Y NOTACIÓN RAZOR	114
<i>FIGURA 54</i> , CAPA DE PRESENTACIÓN – INVOCACIÓN A MÉTODOS DE LA CAPA DE SERVICIOS	115
<i>FIGURA 55</i> , PANTALLA PRINCIPAL SITIO MÓVIL DE LA PUCE V2.0	116
<i>FIGURA 56</i> , PANTALLA INFORMACIÓN SITIO MÓVIL DE LA PUCE V2.0	117
<i>FIGURA 57</i> , PANTALLA BIBLIOTECA SITIO MÓVIL DE LA PUCE V2.0	118
<i>FIGURA 58</i> , PANTALLA OFERTA ACADÉMICA SITIO MÓVIL DE LA PUCE V2.0	119
<i>FIGURA 59</i> , PANTALLA SERVICIOS AL ESTUDIANTE SITIO MÓVIL DE LA PUCE V2.0	120
<i>FIGURA 60</i> , PANTALLA EVENTOS SITIO MÓVIL DE LA PUCE V2.0	121

Capítulo 1

Marco Teórico

1.1 Historia del Web Móvil

Es indiscutible la revolución que el Internet ha generado en todos los aspectos de nuestras vidas sea en el ámbito laboral como personal. El mundo gira en torno a esta herramienta, que nos permite acceder a diversos servicios de manera sencilla y rápida y comunicarnos tanto por trabajo como por entretenimiento. Es increíble la facilidad con que hoy en día nos conectamos con tanta gente, a la vez que accedemos a grandes volúmenes de información.

Durante muchos años el acceso a Internet estuvo atado a computadores de escritorio, hasta la aparición de los dispositivos y tecnologías de red que permitieron a los usuarios la primeras conexiones móviles a Internet. Hoy en día la tecnología móvil ha transformado de manera radical el acceso y uso de Internet, constituyéndose en el medio principal de conectividad para millones de personas.

De la mano con los avances de los dispositivos y redes inalámbricas, las tecnologías y estándares para el desarrollo de sitios web, accesibles desde los dispositivos móviles, ha ido evolucionado.

En el presente capítulo recorreremos la historia del desarrollo web para móviles, desde sus inicios con el estándar WAP hasta lo que hoy en día son sitios móviles desarrollados con las mismas tecnologías y accesibles desde cualquier tipo de dispositivo. para el acceso al contenido en Internet.

1.2 ¿Qué es el WAP?

WAP es la abreviatura de “*Wireless Application Protocol*” (Protocolo de aplicación inalámbrica), estándar que hizo posible el acceso a la Internet para los primeros dispositivos inalámbricos como los teléfonos móviles, los asistentes personales digitales (*PDA*'s), *blackberries*, etc.

WAP es una colección de protocolos y especificaciones que definen la interacción entre el dispositivo y el usuario, así como también la comunicación entre los protocolos de transporte y las portadoras.

WAP es una tecnología muy similar al web: la combinación de *Hypertext Markup Language* (*HTML*) y *Hypertext Transfer Protocol* (*HTTP*), pero con una característica principal, la optimización requerida por las limitadas capacidades de los dispositivos inalámbricos de ese entonces:

- Tamaños pequeños de pantalla
- Poca memoria
- Baja capacidad de procesamiento
- Limitado ancho de banda

El código de programación *WAP* estaba explícitamente diseñado y escrito para *micro-browsers* e incluso para modelos específicos de dispositivos móviles, los cuales poseían pantallas de diferentes formas y tamaños, por lo cual la misma página puede ser vista de manera diferente,

dependiendo del terminal utilizado. Las páginas tenían que ser livianas, debido a las limitaciones ya mencionadas.

1.3 Historia del WAP

El *WAP* se podría describir como un sistema de protocolos que heredó sus características y su funcionalidad de estándares de Internet y de los estándares desarrollados para los servicios inalámbricos por algunas de las compañías líderes en el negocio de las telecomunicaciones inalámbricas.

1.3.1 Inicio del WAP

WAP tiene sus inicios en 1995, cuando Ericsson estableció el proyecto con el propósito de desarrollar un protocolo estándar para los servicios de valor agregado en redes móviles. El denominado protocolo de transferencia inteligente al terminal, ITTP por sus siglas en inglés (Intelligent Terminal Transfer Protocol), manejó la comunicación entre el nodo donde se ejecuta la aplicación y un teléfono inteligente.

Otros fabricantes como Unwired Planet y Nokia, lanzaron también nuevos conceptos en el área de servicios para redes móviles.

Unwired Planet presentó el *Handheld Device Markup Language (HDML)* y el *Handheld Device Transport Protocol (HDTP)*. *HDML* se utilizaba para describir el contenido y las interfaces de usuario (tal como lo hace el *HTML* en Web). *HDML* fue optimizado para el acceso a Internet inalámbrico de los dispositivos móviles. Así mismo, *HDTP* era un protocolo

inalámbrico equivalente al estándar de Internet *HTTP*, un protocolo ligero para realizar transacciones cliente/servidor.

Nokia por su parte presentó el servicio de mensaje inteligente (Smart Messaging concept), una tecnología de acceso a Internet para dispositivos handheld GSM (Global System for Mobile Communication). Utiliza SMS (Short Message Service) y el lenguaje de marcado Tagged Text Markup Language (TTML) adaptado para conexiones de inalámbricas con poco ancho de banda

Poco tiempo después, la empresa *NTT DoCoMo* lanzó al mercado el servicio I-mode, que habilitaba a sus usuarios el acceso a juegos y listas de éxitos musicales entre otras. Este servicio tuvo tan buena acogida que el número de abonados aumentaba de forma considerable, llegando a un cuarto de millón cada semana.

La diversidad de conceptos y protocolos que aparecieron durante los años 1995 a 1997, provocó buscar el desarrollo de una solución común, un estándar que permitiría la rápida expansión de los servicios móviles. Así fue que el WAP fue creado.

1.3.2 El WAP Forum / Open Mobile Alliance

El 26 de junio de 1997 *Ericsson*, *Motorola*, *Nokia* y *Unwired Planet* (que se convirtió posteriormente en *Phone.com* para luego, fusionado con *Software.com*, pasar a llamarse *Openwave Systems Inc.*) tomaron la iniciativa, y el *WAP Forum* fue formalmente creado.

La misión del *WAP Forum* era llevar Internet a la comunidad de dispositivos móviles. Al final del mes de abril del año 2008, luego del lanzamiento de las especificaciones de *WAP 1.0*, la participación al *WAP Forum* fue abierta para todos.

Su lista de miembros incluía a la mayoría de empresas de gran importancia como: *Oracle*, *IBM*, *Microsoft*, *Intel*, junto con otras compañías, incluyendo los fabricantes, portadores, desarrolladores de aplicaciones *WAP*, etc.

Con más del 90% de representación de los fabricantes de teléfonos móviles en el *WAP Forum*, *WAP* sería seguramente la vía principal para brindar acceso al contenido de Internet en los dispositivos móviles.

Sin embargo, el éxito comercial de *WAP* no fue el esperado, incluso estuvo a punto de ser descartado. El principal error fue la expectativa que los operadores celulares crearon en sus abonados, al ofrecer servicios que aún no eran tecnológicamente posibles.

Un caso opuesto se dio con la tecnología *i-Mode* de la empresa *NTT Docomo* y *AU* de *KDDI* en Japón. Esta tecnología, al igual que *WAP*, brinda la posibilidad de acercar el mundo móvil a la red de redes, pero, al contrario de *WAP*, está enfocada a la prestación de servicios, y así fue ofrecida a los usuarios. Esa fue su principal estrategia y la causa de su relativo éxito en Asia.

En respuesta a la evolución de las tecnologías de telefonía móvil, y gracias a muchos aspectos relacionados, como la evolución de los dispositivos y la misma Internet, *WAP* también avanzó. En enero del 2002 *WAP Forum* lanza *WAP 2.0*, versión con mayores funcionalidades orientadas a explotar las capacidades de las redes de telefonía móvil. Ahora, *WAP 2.0* permite la creación de aplicaciones muy similares a las basadas en *WEB*.

En el mes de junio del año 2002 se creó el OMA *Open Mobile Alliance* para buscar una organización entre las distintas iniciativas de desarrollo móvil, entre las principales se encontraban:

- *SyncML Consortium* , consorcio orientado a la sincronización de datos.
- *Wireless Village*, encargado de la mensajería instantánea.
- *Mobile Games Interoperability Forum*, *Location Interoperability Forum*, foros encargados para el desarrollo de interoperabilidad y juegos.
- *WAP Forum*, encargado del aprovisionamiento de protocolos y de la exploración de nuevos modelos o estándares.

Los objetivos de la *Open Mobile Alliance* son:

- Entregar especificaciones que sean modulares, extensibles y consistentes para reducir los esfuerzos de las industrias en la implementación, basándose en los requerimientos del mercado.
- Asegurar la interoperabilidad entre: dispositivos, proveedores de servicio, operadores y redes que utilicen los estándares de *OMA*
- Consolidar los estándares de los servicios móviles, trabajando en conjunto con otras organizaciones existentes de estándares, aumentando la interoperabilidad y reduciendo costos operacionales.

Todas las empresas, organizaciones y usuarios interesados pueden consultar el conjunto de especificaciones de *OMA* en la página Web www.openmobilealliance.org

1.4 Características del WAP

Algunas de las principales características del *WAP* son las siguientes:

- **Similitud del modelo de programación al de Internet**, lo cual facilita el trabajo a los fabricantes y desarrolladores debido al conocimiento previo de este modelo
- **Protocolos Optimizados:** *WAP* se basa en los protocolos utilizados en Internet, como *HTTP* y *TCP*, sin embargo éstos protocolos fueron adecuados o optimizados para un entorno inalámbrico.
- ***Wireless Telephony Application Interface (WTAI)***, interfaz de aplicación de telefonía inalámbrica, que es un conjunto de aplicaciones para los servicios de telefonía.
- **Lenguajes de Programación**
 - ***Wireless Markup Language (WML)***, que tiene igual propósito que el que *HTML* cumple en la *WEB*.
 - ***XHTML*** es una especificación del W3C (*World Wide Web Consortium*) que define un *HTML* escrito de una forma más estricta, de tal forma que siga las normas sintácticas del *XML*.
 - ***WMLScript*** hace posible añadir procedimientos lógicos y funciones a los servicios basados en *WAP*.

1.5 Modelo WWW Vs. WAP

1.5.1 El modelo WWW

La arquitectura *WEB* proporciona un modelo de programación muy potente. Su funcionamiento se basa en la arquitectura cliente servidor, mientras que los servidores ofrecen servicios (aplicaciones y contenidos) los clientes en cambio son los que utilizan o consumen los servicios mediante una aplicación como un browser o navegador. Usa el esquema petición / respuesta: el cliente envía un mensaje de petición al servidor usando para ello una dirección o *URL* y éste contesta con un mensaje de respuesta, como se puede observar en la siguiente figura.

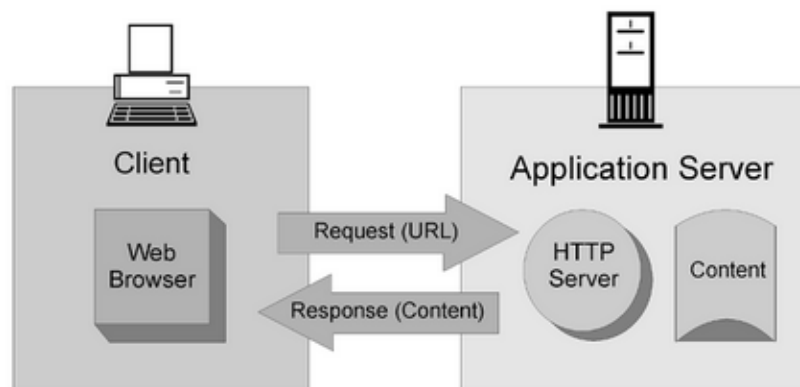


Figura 1, Modelo WEB (Rojas, 2008)

1.5.2 El modelo WAP

El modelo de *WAP* es bastante parecido al modelo *WEB*, sin embargo se encuentra adaptado al medio inalámbrico. Los principales aportes son: el servicio *PUSH* y el soporte a aplicaciones de telefonía inalámbrica *WTA*. Al contrario del esquema tradicional de petición / respuesta *PULL/PUSH*, en éste modelo no se requiere una petición para entregar la información o contenido, haciendo una analogía tiene un funcionamiento similar a la difusión de radio en

donde el cliente son los radio escuchas y el servidor es la estación. En la siguiente figura se muestra el modelo *WAP*.

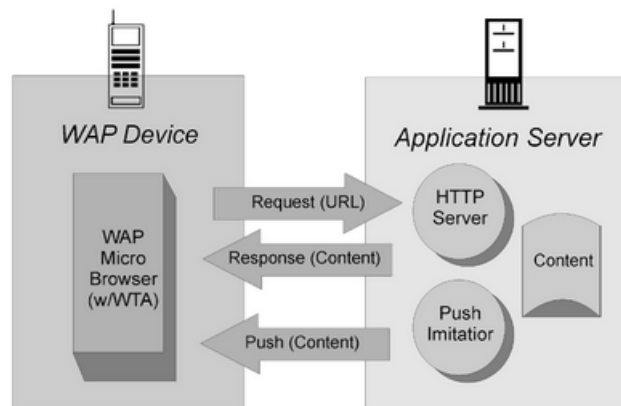


Figura 2, Modelo WAP (Rojas, 2008)

Un ejemplo de tecnología *PUSH* son los mensajes que se reciben en los dispositivos móviles de servicios de información que se envían sus abonados, la tecnología *PULL*, es la que el usuario ingresa a una página de Internet y solicita información.

1.6 Arquitectura WAP

1.6.1 Estructura del protocolo WAP

WAP se basa en una arquitectura de capas que proporciona la escalabilidad y extensión para el desarrollo de aplicaciones de Internet para dispositivos móviles.

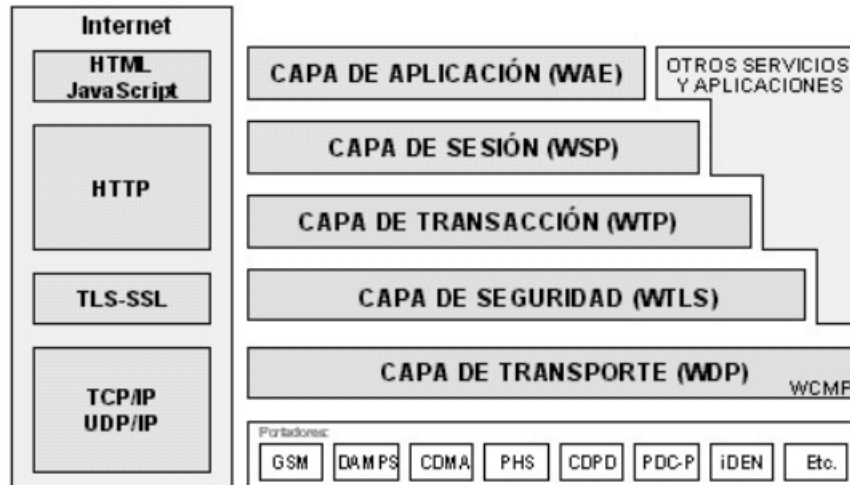


Figura 3, Estructura Protocolo WAP (Huidobro)

La figura 3 muestra todas las capas existentes en el protocolo *WAP*. Cada capa puede ser accedida por la capa superior; otros aplicaciones y servicios se pueden obtener mediante el uso de interfaces. Esta tipo de estructura en capas permite que aplicaciones externas operen de forma directa con cualquiera de ellas.

Dada la independencia de cada capa, éstas pueden ser modificadas sin que los cambios afecten a las demás.

1.6.1.1 WAE (Entorno de aplicación inalámbrico, Wireless Application Environment)

WAE define las especificaciones para el entorno de desarrollo de aplicaciones. Proporciona a los desarrolladores un entorno, muy similar al de cualquier navegador de Internet, que es indiferente del tipo o modelo de dispositivo u operador de red.

1.6.1.2 WSP (Protocolo de sesión inalámbrico, Wireless Session Protocol)

WSP dota al *WAE* una interfaz para la interconexión con un servidor y realizar el intercambio de mensajes. Como analogía se lo puede considerar como el protocolo *HTTP* en el Internet con la diferencia que existe un período de latencia mayor en el servicio de sesión debido a la inestabilidad de las redes inalámbricas, *WSP* ofrece dos tipos de servicios:

- El **servicio orientado a conexión**, el cual asegura la transacción entre el dispositivo móvil y el servidor, adicionalmente proporciona la reconexión en sesiones con una duración larga en un entorno de red inestable.
- El **servicio no orientado a conexión** proporciona servicios de transmisión de mensajes no fiables, en donde dispositivo móvil puede realizar una consulta de posibilidad de ejecutar alguna tarea y obtener el resultado, pero no se espera o garantiza obtener una respuesta.

1.6.1.3 WTP (Wireless Transaction Protocol), protocolo de transacción inalámbrico

Proporciona servicios para el soporte de las transacciones de mensajes inalámbricos, permite asegurar la mensajería inalámbrica. Soporta tres tipos de transacciones:

- Pregunta no fiable en una dirección.
- Pregunta fiable en una dirección.
- Pregunta-respuesta fiable en dos direcciones.

1.6.1.4 WTLS (Wireless Transport Layer Security), seguridad de la capa de transporte inalámbrico

El protocolo *WTLS* es una adaptación del estándar *TLS* (Seguridad de la capa de transporte, *Transport Layer Security*) el cual permite seguridad en las comunicaciones pero adaptada al entorno inalámbrico.

1.6.1.5 WDP (Protocolo de datagrama inalámbrico, Wireless Datagram Protocol)

WDP se encarga de proporcionar la flexibilidad necesaria para adaptar las capas de transporte de datos de cualquier red, su función básica es dar a las capas superiores una interface común o uniformea para la trasferencia de mensajes. Esto permite que WAP pueda operar de forma independiente de la tecnología de la red utilizada por los proveedores de servicio.

1.7 Elementos de la arquitectura WAP

Existen varios elementos que operan cada vez que un usuario utiliza *WAP*, el primero, y básico, es la disponibilidad de la red inalámbrica en donde el usuario se encuentre.

Otro elemento básico por obvias razones, es el hardware, es decir el dispositivo móvil con el que el usuario va a interactuar con la aplicación. El siguiente elemento es el servidor, encargado de almacenarlas las aplicaciones y responder a las solicitud de los dispositivos, por último, es el Gateway o pasarela, encargado de la traducción entre Internet y los protocolos *WAP*, que permite al usuario interactuar con aplicaciones Internet y ver cualquier contenido web.

1.7.1 Redes inalámbricas y tecnologías

En la primera década del siglo XX, R. A. Fessenden, científico canadiense, considerado como uno de los descubridores de la radiotelefonía, desarrolló una teoría según la cual el espectro de radio (la porción del espectro electromagnético que se utiliza actualmente para las comunicaciones móviles) podía usarse para transmitir voz sin necesidad de cables.

La velocidad a la cual han evolucionado las tecnologías inalámbricas en las dos últimas décadas ha sido impresionante, y continúa su evolución de una forma muy acelerada. En esta evolución se distinguen varias generaciones, desde tecnologías de redes analógicas hasta redes digitales.

La primera de estas generaciones, o redes 1G, está basada en tecnología analógica que utiliza la modulación de amplitud o de frecuencia de las señales inalámbricas para transmitir mensajes.

En su segunda evolución denominadas redes 2G se introdujeron protocolos digitales, que permitían:

- Mayor cantidad de enlaces simultáneos en un mismo ancho de banda.
- Integración de otros servicios, que antes eran independientes, como son los *SMS*.
- Mayor capacidad de transmisión en el envío de datos.

Las redes de segunda generación fueron las más utilizadas en el apogeo del *WAP*, entre ellas las más conocidas son *TDMA*, *GSM*, *CDMA*.

TDMA (Time Division Multiple Access), acceso múltiple por división de tiempo

La tecnología digital *TDMA* consiste en dividir el canal de comunicación en ranuras de tiempo, con ello permiten que cada usuario ocupe una porción del canal, por lo tanto varios usuarios pueden hacer uso del mismo.

GSM (Global System For Mobile Communication), sistema global para comunicación móvil

GSM es una tecnología basada en la conmutación de circuitos, es decir, se establece un canal dedicado para la comunicación, para lo cual divide cada canal de 200 kHz en ocho canales de 25kHz ; GSM soporta transferencias de hasta 9.6 kbit/s, lo cual permitía la transmisión de mensajería SMS, uno de sus principales beneficios fue la capacidad de itinerancia o más conocido como roaming, el cual permite utilizar una cobertura de red distinta a la principal, es decir el usuario podía viajar a otro país y hacer el uso de la red GSM de otro operador.

GPRS (General Packet Radio Service), servicio general de paquetes vía radio

GPRS se considera una tecnología 2.5G debido a su evolución en la tasa de transmisión de datos ya que permitía alcanzar velocidades de hasta 144 Kbps, se basa en la conmutación de paquetes, la información que se requería transmitir se ensamblaba en paquetes, ya dividida se ejecutaba el envío para lo cual podía seguir varias opciones de ruta, una vez que llegaba a su destino volvía a ser articulada.

En un siguiente capítulo se explicará a mayor detalle la evolución de las redes inalámbricas

CDMA (Code Division Multiple Access), acceso múltiple por división de código

CDMA es otra tecnología de red inalámbrica que fue muy extendida en el mundo, se le atribuye a la empresa *Qualcomm* su desarrollo, la principal diferencia en comparación de la red *GSM* es que *CDMA* no divide el canal en ranuras de tiempo ni la frecuencia, *CDMA* utiliza un código o firma digital para cada usuario que realiza la transmisión.

CDMA evolucionó hasta la versión *CDMA 2000* de tercera generación, que ofrece una conectividad inalámbrica de mayor velocidad.

1.7.2 El dispositivo inalámbrico

El dispositivo inalámbrico es el principal componente de la arquitectura WAP, sea este un teléfono inalámbrico, un asistente digital personal *PDA* (*Personal Digital Assistant*), o incluso un buscapersonas.

Los fabricantes de dispositivos móviles han ido desarrollando constantemente mejoras tanto en características, funcionalidades y servicios, aumentando en cada lanzamiento mayor capacidad de memoria, procesamiento, autonomía, funciones multimedia, seguridad entre otras.

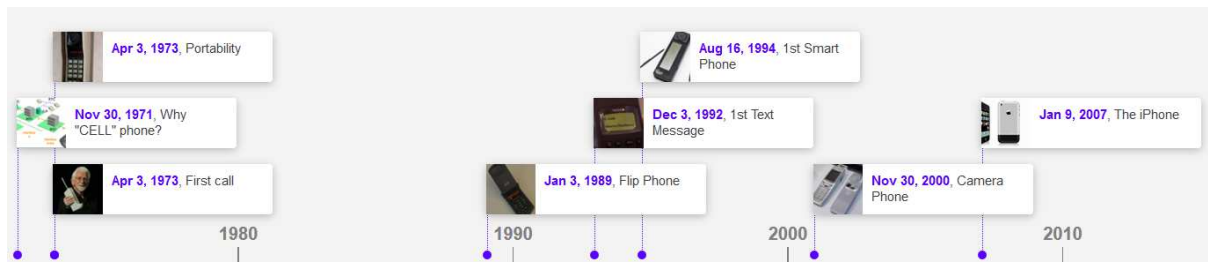


Figura 4, Línea de tiempo de la evolución de los dispositivos móviles (Baskar)

Como dato interesante, si comparamos el primer computador, llamado ENIAC desarrollado en el año de 1946 por la Universidad de Princeton con un teléfono que no precisamente es el más sofisticado en la actualidad tenemos los siguientes datos:

17.000 veces menor en costo

40.000.000 veces más pequeño

400.000 veces menor consumo de energía.

120.000 veces más liviano

1.300 veces más rápido.

(Steve)

Haciendo una analogía entre el dispositivo móvil WAP y un computador personal, ésta última puede visualizar cualquier sitio o aplicación de internet, siempre y cuando tenga un navegador, independientemente del sistema operativo que tenga.

1.7.3 Servidores de aplicación

Los Servidores de aplicación se encargan de entregar la infraestructura y gestión de las funciones de lógica de negocio, generalmente forma parte de una arquitectura en donde se

distinguen principalmente tres niveles, como se puede observar en la figura 5 . El primer nivel es encargado de entregar el contenido del servidor de aplicación a los usuarios es conocido como servidor WEB.

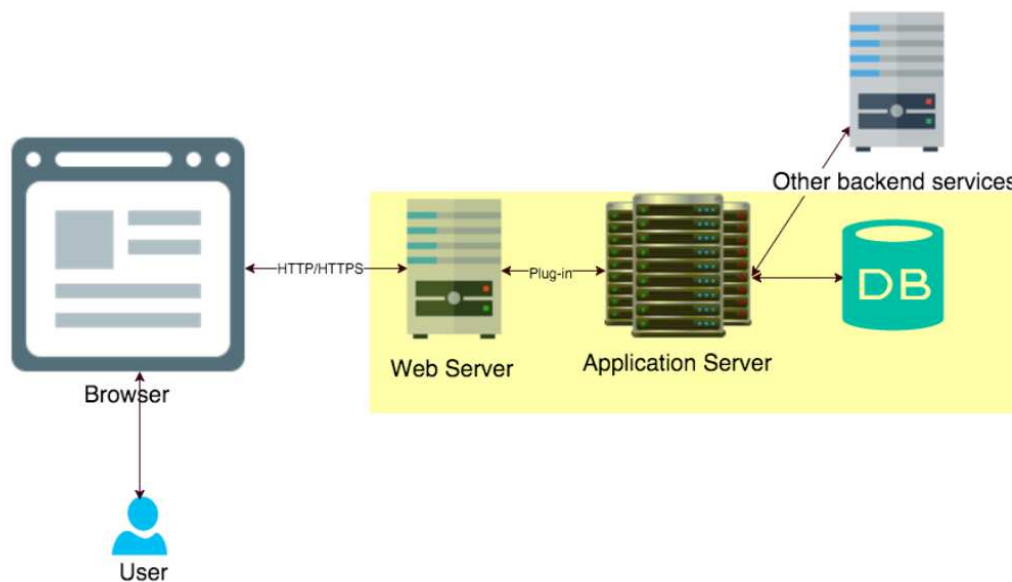


Figura 5, Servidores de Aplicación, (Kumar, 2015)

Entre los más populares tenemos a *Apache* e *IIS (Microsoft Internet Information Server)*. Los servidores *WEB* se encarga de responder a las consultas de los clientes entregando la información solicitada en formato *HTML*.

El segundo nivel, Servidor de aplicaciones, incluye la lógica de negocio. Estos elementos pueden ser Servlets de Java o componentes como:

EJB (Enterprise JavaBeans),

COM (Component Object Model)

DCOM (Distributed Component Object Model).

El tercer nivel o backend por lo general suele ser una base de datos, entre las más conocidas tenemos *Oracle*, *MSSQL Server* entre otros, las cuales son utilizadas para almacenar los datos

de la aplicación. El servidor de aplicación utiliza diferentes métodos para la comunicación con la base de datos como son: *JDBC*, *ADO*, *OLEDB* entre otras librerías de acceso a datos.

A diferencia de un esquema tradicional el servidor de una aplicación *WAP* recibe consultas *HTTP* de lo que aparenta ser un cliente *HTTP*, en lugar de un dispositivo móvil. El servidor de aplicación, el servidor de bases de datos, realizan las habituales, sin embargo el servidor *WEB* contestan con las mismas respuestas *HTTP* aunque, en este caso, etiquetan el contenido con un nuevo tipo *MIME*, *text/vnd.wap.wml*, que identifica dicho contenido como el lenguaje equivalente a *HTML* en el ambiente *WAP*.

Al igual que un browser es muestra el contenido *HTML*, los dispositivos móviles tienen la capacidad de poder visualizar lenguaje escrito con *WML* y *XHTML*.

1.7.4 Pasarelas WAP

El Gateway o pasarela WAP se ubica entre los dispositivos móviles y el WWW, éste elemento es el encargado de traducir el contenido para que sea legible para los equipos móviles.

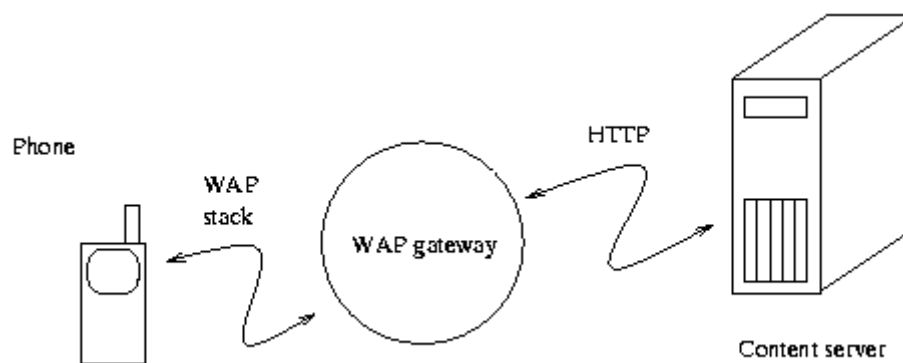


Figura 6, Pasarela WAP (Fink, 2010)

Las funciones principales del Gateway, para facilitar la conversión de protocolos son las siguientes:

- Transformación entre los protocolos *WSP* y *HTTP*.
- Transformación entre los protocolos *WTLS* y *TLS/SSL*.
- Seguimiento y mantenimiento de la sesión que se ejecuta entre *WSP* y *HTTP*.
- Codificación y decodificación de *WML*
- Compilación y operación de *WMLScript*.
- Caché limitada y facilidades de optimización de contenido.
- Control de accesos.

1.7.5 Funcionamiento de una solución WAP

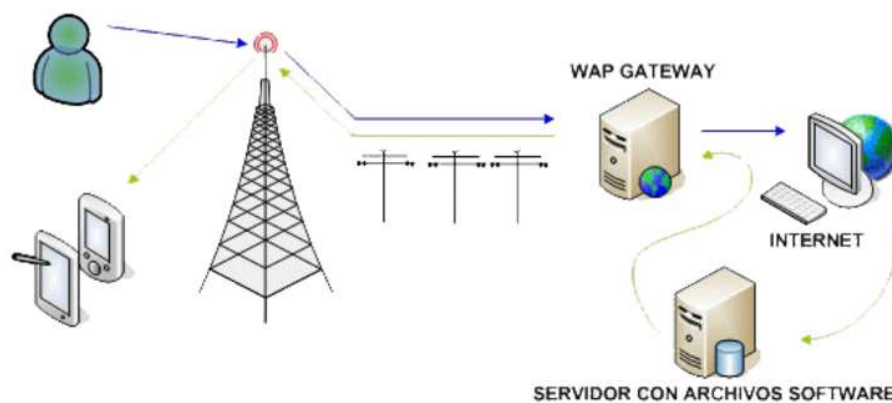


Figura 7, Funcionamiento de una solución WAP (Fernandez, 2017)

En la figura anterior se ilustran todos los elementos que componen la arquitectura WAP. Su funcionamiento e interacción, para proveer el servicio a los usuarios, se detalla a continuación:

- El usuario abre el browser de su dispositivo inalámbrico (sea éste un teléfono, un PDA u otro) y escribe la dirección URL de la página WAP.
- El dispositivo utiliza las redes de telefonía para enviar la petición a la pasarela WAP.
- La pasarela WAP o Gateway WAP, recibe la petición, la traduce a una solicitud HTTP y la envía junto con la URL al Servidor Web, mediante la red Internet.
- Desde este punto, el Servidor Web realiza las operaciones comunes que permitirán devolver al dispositivo cliente la información solicitada. Para ello, si es el caso, obtiene el contenido estático, o ejecuta los programas requeridos para la generación de contenido dinámico; en ambos casos el resultado está en lenguaje WML.
- Una vez que el servidor web tiene listo el contenido WML, añade una cabecera HTTP para enviarlo de regreso a la pasarela WAP vía Internet.
- La pasarela recibe y compila el WML y lo pasa como respuesta al dispositivo móvil.

El browser del dispositivo, recibe el contenido WML y lo despliega en la pantalla.

1.8 Lenguajes de Programación WAP

1.8.1 Wireless Markup Language (WML)

Las páginas o servicios creados usando *HTML* no trabajan muy bien en pequeños dispositivos, puesto que fueron desarrolladas específicamente para el uso en las computadoras de escritorio con grandes pantallas a color. También, el bajo ancho de banda de los portadores inalámbricos no es lo suficientemente apto para la entrega de archivos de gran tamaño como son a menudo las páginas *HTML*. Por lo tanto, se creó *WML*, un lenguaje adaptado para manejar satisfactoriamente este tipo de restricciones.

WML proporciona un modelo de navegación para dispositivos de pequeñas pantallas de visualización y limitadas facilidades para ingreso de datos. Para ahorrar el valioso ancho de banda de la red inalámbrica, *WML* se puede codificar en formato binario para la transmisión entre el teléfono y la red, y viceversa. La codificación *WML* es una de las tareas que realiza la pasarela *WAP*, entidad que conecta el dominio inalámbrico con la Internet.

WAP también proporciona soporte para tareas más avanzadas, comparables al uso de *Javascript* en el *HTML*. La solución en *WAP* se llama *WMLScript*.

WML es muy similar al *HTML* usado para escritura de los sitios *WEB*. Es bastante simple para los desarrolladores que utilizan *HTML* manejar en cuestión de horas *WML*. Naturalmente, existen algunas diferencias entre *HTML* y *WML*, pues *WML* tiene que ser muy simple.

No hay tablas jerarquizadas, solamente control muy básico de la fuente, y las páginas (o decks como se las llama) tienen que ser muy pequeñas, de modo que no tarde mucho tiempo su descarga a la red inalámbrica.

1.8.2 WMLSCRIPT

WMLScript es un lenguaje que se puede considerar como un dialecto de *JavaScript*, su analogía es el *Javascript* para *HTML*, sin embargo éste es orientado al entorno *WAP*, *WMLScript* se basó en *ECMAScript* (*European Computer Manufacturers Association Script*), que es una versión estandarizada de *JavaScript*. La sintaxis entre *WMLScript* y *JavaScript* son muy similares pero no son completamente compatibles.

La creación del *WMLScript* se debió a las limitaciones del lenguaje *WML* que en forma resumida tenemos:

- *WML* era de naturaleza estática.
- Aunque involucra conceptos de variables, inicializarlas no era tan simple como en otros lenguaje de programación.
- No soportaba características que otros lenguajes si lo hacían.

La principal diferencia entre el e *JavaScript*, es que el código en *WMLScript* no se encuentra en las páginas *HTML* como lo hace *JavaScript*, sino que *WMLScript* se localiza en un archivo externo que tendrá una extensión *.wmls*.

El objetivo principal era aliviar al servidor WAP de tareas muy sencillas, permitiendo ejecutar ciertas tareas al dispositivo móvil en sí, lo cual resulta beneficioso incluso para disminuir el ancho de banda ya que se evitan varias conexiones entre el teléfono y el servidor.

1.8.3 XHTML

XHTML (*eXtensible HyperText Markup Language*) combina lo mejor de dos lenguajes: HTML (*HyperText Markup Language*) y XML (*Extensible Markup Language*). Es muy parecido al HTML, pero contiene mejoras, especialmente relacionadas con la compatibilidad con browsers de dispositivos móviles. Es un lenguaje de marcado (como HTML), pero escrito en XML; por tanto, es en realidad una aplicación XML que permite definir el contenido de una página web.

Fue creado por World Wide Web Consortium (W3C). Uno de los objetivos era establecer una nueva versión de HTML con la extensibilidad de XML; que permitiría a los desarrolladores definir sus propios *tags*, atributos y elementos, habilitando nuevas formas de programar las páginas web, las cuales podrían ser implementadas, sin necesidad de tener que esperar hasta una versión superior de HTML.

XHTML permite crear páginas web más simples que puedan ser manejadas por los browsers de los dispositivos móviles.

En cuanto a la notación y sintaxis, XHTML es mucho más riguroso que HTML; por ejemplo, todos los elementos deben estar escritos en minúsculas, la apertura y cierre de instrucciones

totalmente completos. Exige un mayor orden en la codificación, por lo cual los archivos XHTML son mucho más fáciles de leer.

El código XHTML puede escribirse y compilarse utilizando las mismas herramientas que XML.

1.9 Evolución de la Tecnología Móvil

1.9.1 Evolución de las redes móviles

En las últimas décadas los protocolos de comunicaciones móviles, han ido mejorando sus especificaciones para adecuarse a los requerimientos del volumen de información, velocidad de transmisión y necesidades de los usuarios.

Esta evolución es ampliamente conocida como una secuencia de generaciones, las cuales se detallan a continuación:

1.9.1.1 Redes móviles 1G

La primera generación o mayormente conocida como 1G en la telefonía móvil fue introducida en la década de los 70's y se la conoció como "celular", debido a que se basaba en un grupo

o conjunto de celdas o “células” conectadas entre sí, las cuales brindaban el servicio de cobertura a los dispositivos móviles que se encontraban en su área.

La señal celular estaba basada en sistemas de analógicos, los dispositivos eran de gran tamaño y peso; además, debido a que las redes no se encontraban estandarizadas el resultado era una muy complicada interconexión, señal o calidad de voz deficiente, nula o casi nula capacidad de transmisión de datos; no obstante el servicio móvil alcanzó aproximadamente 20 millones de usuarios a principios de la década de los 90s.

Características de las redes móviles 1G:

- Acceso múltiple por división de frecuencias (FDMA)
- Modulación Analógica (AM/FM)
- Parcialmente Analógico y Digital (para la señalización)
- Baja capacidad de transmisión de datos
- Sistema con baja confidencialidad de la comunicación.

1.9.1.2 Redes Móviles 2G, Primer estándar GSM

A principios de la década de los 90 inician a operar las primeras redes ya “normalizadas” o estandarizadas por lo que facilitaba la interconexión entre las mismas, es por ello que se introduce el concepto de roaming, ya que los usuarios de un operador podían hacer el uso de otra red en el caso de salir del país de origen.

Este estándar se lo conoció con el nombre de GSM (Groupe Spécial Mobile o Global System for Mobile Communications), creado a raíz de la conferencia de telecomunicaciones CEPT (Conferencia Europea de Administraciones de Correos y Telecomunicaciones).

Entre las ventajas de la adopción de GSM se encuentran:

- Interconexión entre redes
- Mejoramiento de la calidad de voz.
- Aumento de la capacidad en la transmisión de datos.

Con el paso del tiempo y evolución de la tecnología apareció GPRS (*General Packet Radio Service*) la cuál mejoraba significativamente la transmisión de datos a 56 kbps, como consecuencia la navegación en internet.

En la transición entre 2G y 3G, apareció la tecnología *EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution)*; como su nombre lo indica, una evolución de GSM, cuyo principal avance fue la velocidad de transmisión que teóricamente podía llegar hasta los 480 Kb/s.

1.9.1.3 Redes Móviles 3G, Internet Móvil

El sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles UMTS ya fue considerado como una tecnología celular de tercera generación 3G, al igual que sus antecesoras incrementan la velocidad de transmisión hasta 2Mbps, por lo que se abre la puerta a nuevos desarrollos de aplicaciones móviles y un mejor aprovechamiento del Internet.

El objetivo principal de 3G fue estandarizar un protocolo de red global (IP/TCP-IP).

En el año 2010 aparece HSDPA (High-Speed Downlink Packet Access), que es una actualización de la red UMTS, HSDPA logró alcanzar velocidades teóricas de descarga hasta 14Mbps con un throughput promedio cercano al 1 Mbps. Ésta tecnología fue llamada o considerada como 3.5G, o 3G+.

1.9.1.4 Redes Móviles 4G

La cuarta generación conocida también como **LTE** (Long Term Evolution), es en la actualidad el estándar de comunicaciones más moderno, la característica de mayor importancia es la alta tasa de transmisión que llega, en teoría hasta 300 Mb/s.

LTE o 4G se diseñó para abastecer la demanda de un mayor ancho de banda, ya que con la aparición de servicios como video bajo demanda, entre ellos Youtube, Netflix, o servicios de música como Spotify, Deezer, capacidad de sistemas de video conferencia, entre otros, se requería un tipo de red con la capacidad de soportar sin problemas la transmisión de contenido con mayor exigencia en el uso del canal.

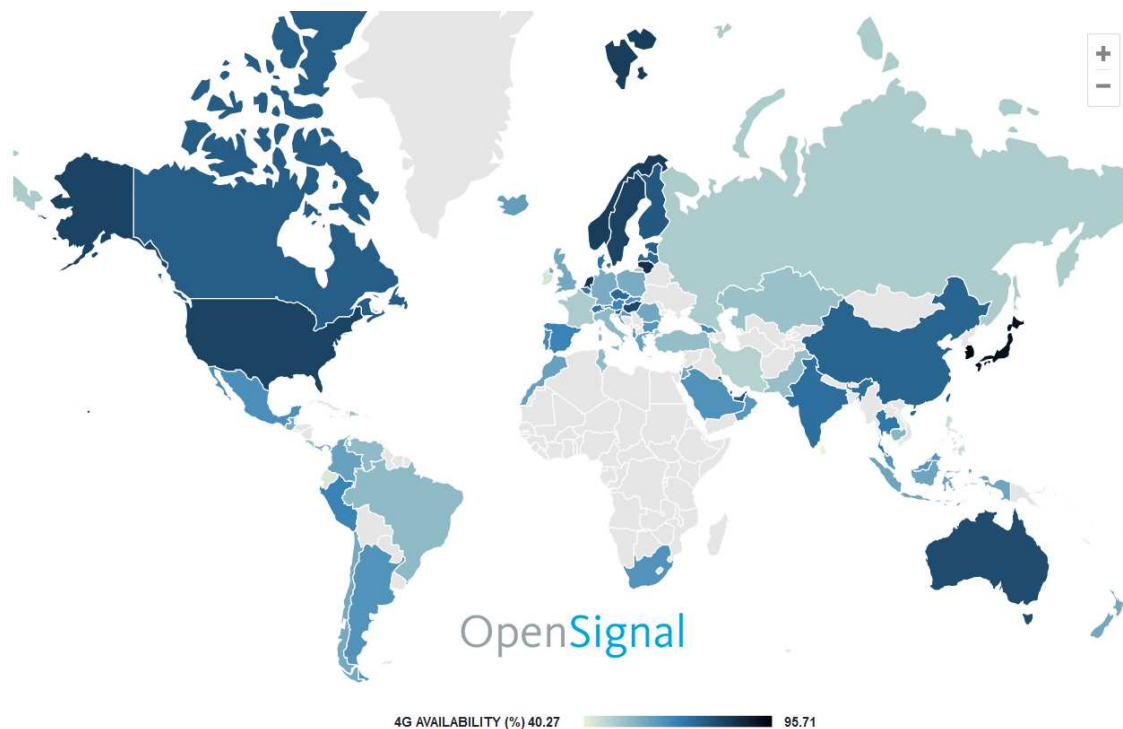


Figura 8, Disponibilidad de redes 4G en el mundo (Open Signal, 2016)

La primera implementación a nivel comercial de la red LTE fue realizada en Suecia en el año 2009, sin embargo en la actualidad no ha sido completamente implementada a nivel mundial como se aprecia en la figura superior.

La generación actual de telefonía móvil, 4G soporta tasas de transmisión hasta 20Mbps mientras, que simultáneamente, puede hacer QoS (Calidad de servicio) lo cual permite priorizar el tráfico de datos según el tipo de aplicación que está utilizando el ancho de banda.

Gracias a 4G LTE, ver una película, realizar video llamadas mediante aplicaciones como Whatsapp, o facetime, o simplemente jugar en línea, son se han convertido en actividades tan cotidianas como enviar un SMS o publicar comentarios en las populares redes sociales.

1.9.1.5 Redes Móviles 5G, Internet de las Cosas (IoT)

El crecimiento previsto del IoT Internet de las Cosas, estima que para el año 2020 existirán 50 billones de dispositivos conectados y a su vez la necesidad de tener la información de manera instantánea, mayor confiabilidad, mayor autonomía (duración de las baterías) y velocidades de datos incluso de hasta 100 veces mayores a las que actualmente manejan las redes 4G, la quinta generación (5G), se espera en el año 2020.

1.10 El Servicio Móvil Avanzado en Ecuador

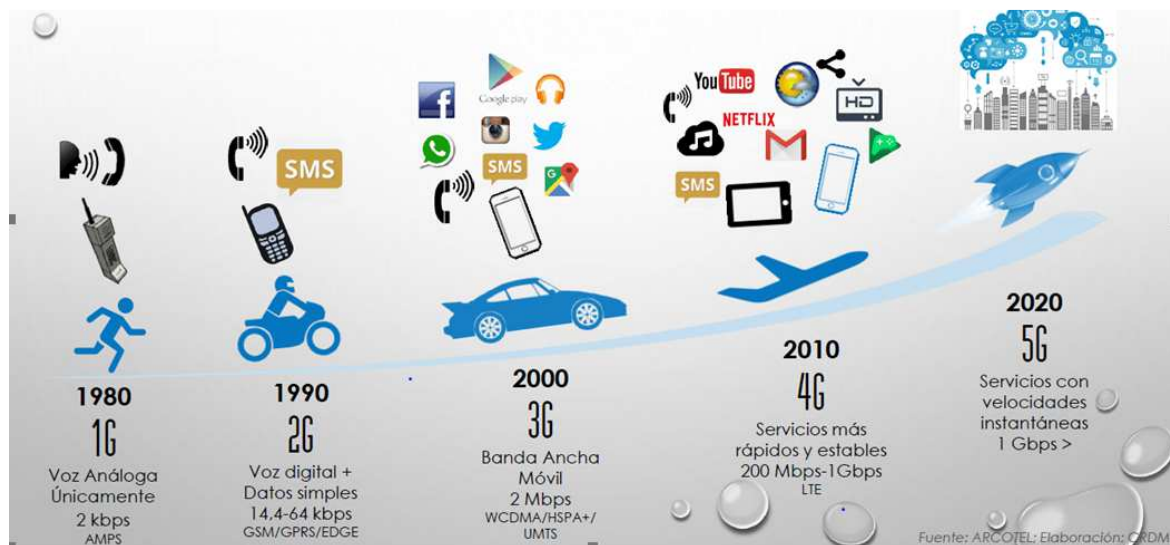


Figura 9, Servicio Móvil Avanzado en Ecuador (ARCOTEL, 2017)

El SMA (Servicio Móvil Avanzado) es un servicio de telecomunicaciones que permite a los abonados la comunicación mediante el uso de voz, SMS, o internet mediante el uso de dispositivos móviles, generalmente teléfonos, tablets o módems. Esta variedad de posibles

usos ha provocado el incremento de equipos que soporten ésta tecnología. Según datos de la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL), el número de abonados del SMA es cercano a los 15 millones a Mayo del 2017.

1.10.1 Crecimiento anual de la densidad del SMA

En la gráfica a continuación se evidencia el incremento anual en la densidad de este servicio. (Se observan variaciones de crecimiento anuales debido a las constantes depuraciones que sufren las bases internas de los operadores del servicio).



Figura 10, Crecimiento en la densidad SMA (ARCOTEL, 2017)

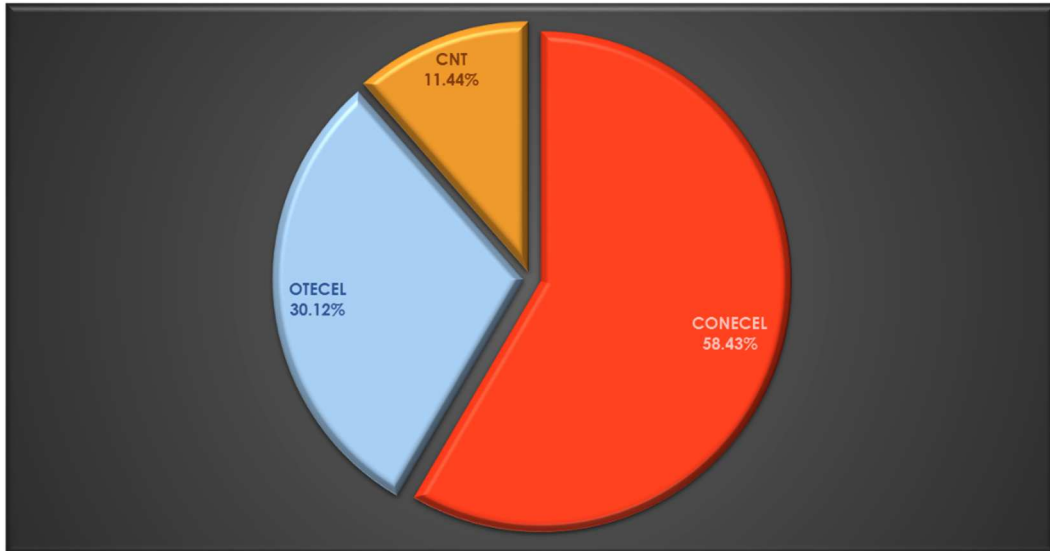


Figura 11, Participación del Mercado SMA (ARCOTEL, 2017)

1.10.2 Evolución de las redes móviles en Ecuador

En Ecuador las red 2G han tenido la mayor participación en comparación con otros países de la región, sin embargo con el potencial impacto del internet éstas redes empezaron a ser reemplazadas por tecnología superior como son las redes 3G y 4G. “De acuerdo a las estadísticas manejadas por GSMA Intelligence se espera que para el año 2020 las conexiones 2G en Ecuador bajen un 71% y sean reemplazadas por conexiones 3G y 4G.” (ARCOTEL, 2015)

Actualmente en Ecuador existe un menor porcentaje de usuarios con redes 4G, entre los principales factores para el uso de ésta red tenemos:

- Inversión realizada por los operadores en tecnologías 2G y 3G, inversión que en ciertos casos se encuentra en proceso de recuperación
- El costo de los dispositivos que soporten este tipo de red

- Desconocimiento de los usuarios de los beneficios del uso de 4G, lo cual no incentiva a la migración tanto de equipos e interés de las operadoras para realizar nuevas inversiones.

En las figura 12 se presentan estadísticas por uso de tecnología en las líneas activas a nivel nacional y por operadora de servicio. Se puede observar que a partir del año 2014 se presenta una baja sustancial en el uso de las redes 2G, esto a raíz de la ingreso de la red 4G, la cual inicia un crecimiento sostenido. Adicionalmente la gráfica presenta información valiosa sobre la tecnología 3G (UMTS y HSPA+) , que a partir del año 2016 tiene una leve tendencia a la baja.

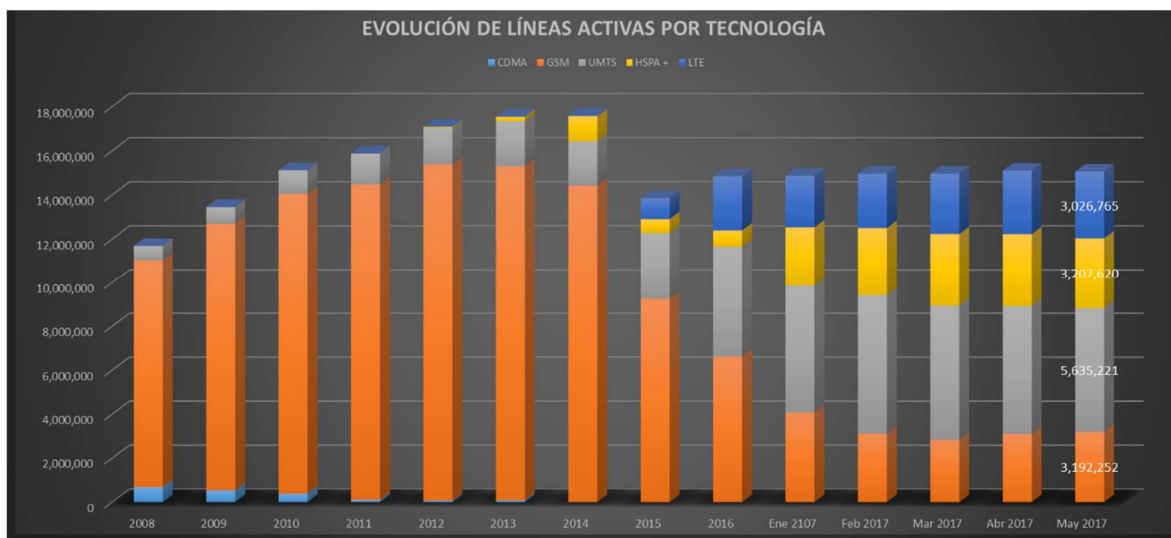


Figura 12, Evolución de Líneas activas por tecnología (ARCOTEL, 2017)

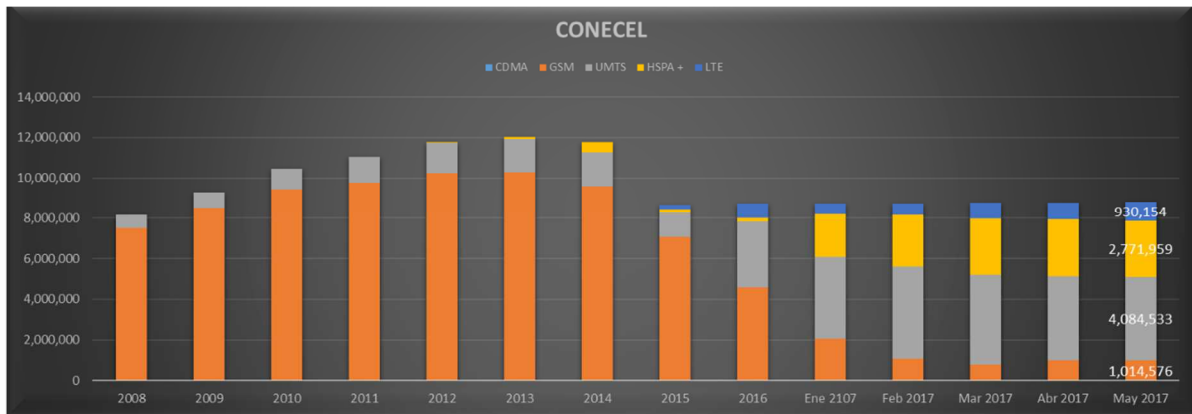


Figura 13, Evolución de la tecnología por prestadora de servicio CONECEL (ARCOTEL, 2017)

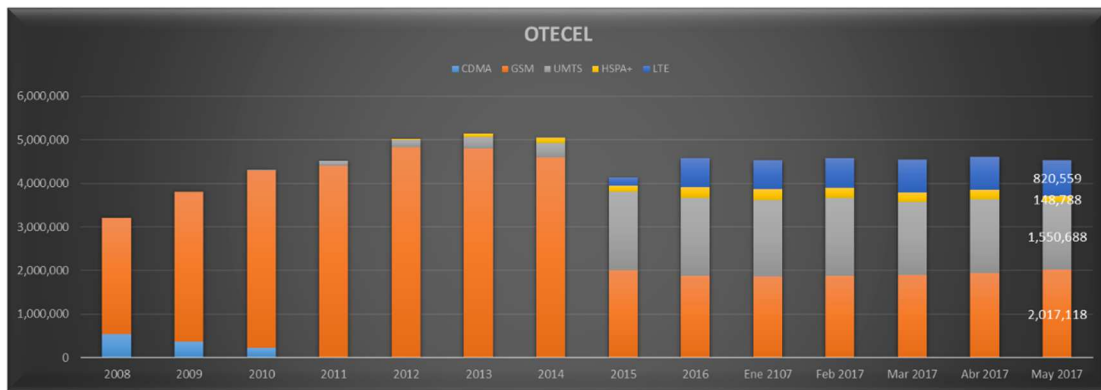


Figura 14, Evolución de la tecnología por prestadora de servicio OTECEL (ARCOTEL, 2017)

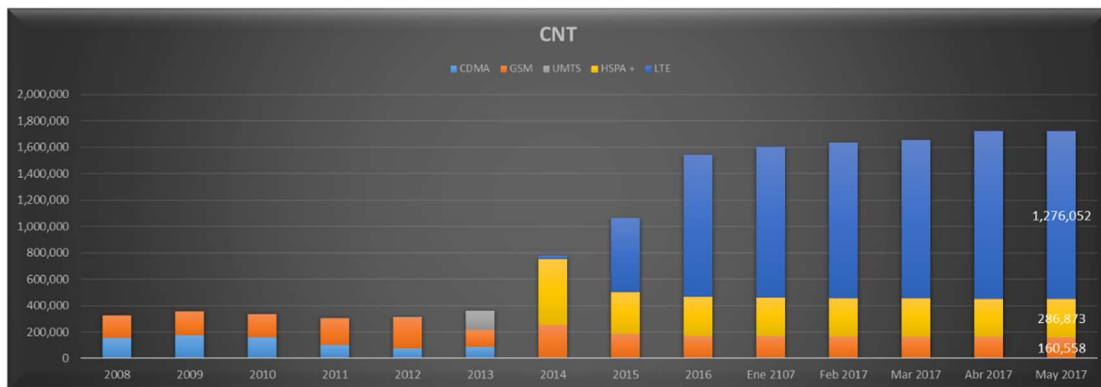


Figura 15, Evolución de la tecnología por prestadora de servicio CNT (ARCOTEL, 2017)

1.10.3 Internet Móvil en Ecuador

En un principio la red celular se concibió exclusivamente para el uso del servicio de voz, sin embargo con la evolución de la tecnología, y la necesidad de los usuarios de la información en todo momento ha provocado la aparición de nuevas tecnologías celulares.

El internet móvil se basa en el uso de las redes celulares, en Ecuador se muestra una tendencia creciente desde el año 2009, entre las principales razones para este fenómeno podemos citar:

- Evolución tecnológica
- Inversión de las prestadoras de servicio
- Reducción de costos de dispositivos o terminales, entre otras.

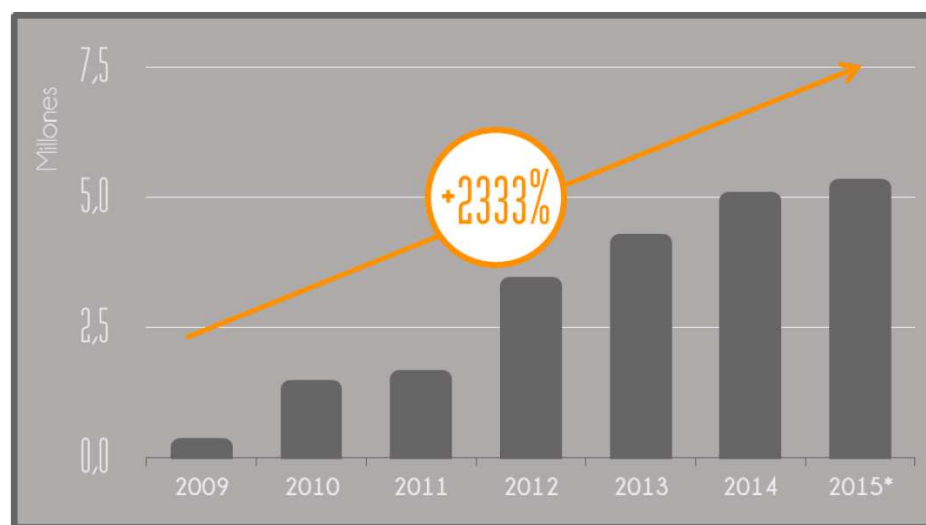


Figura 16, Crecimiento de conexiones móviles a nivel Nacional, (ARCOTEL, 2015)

Es evidente que para el mejor aprovechamiento de éstas tecnologías fueron desarrollados nuevos terminales con mejores características y capacidades, en especial con la aparición de los Smartphones, los usuarios maximizan su experiencia en la navegación en internet.

1.10.4 Adopción de teléfonos inteligentes a nivel regional

La figura 1.18 muestra una proyección realizada por *GSMA Intelligence* que presenta la evolución del porcentaje del uso de Smartphones comparado al total de las conexiones móviles, se observa que en la actualidad Ecuador se encuentra sobre Colombia y Perú, superado por Chile y Venezuela. Se espera que en el año 2020 Ecuador tenga un 67.38% de penetración de Smartphones a nivel nacional. (ARCOTEL, 2015)

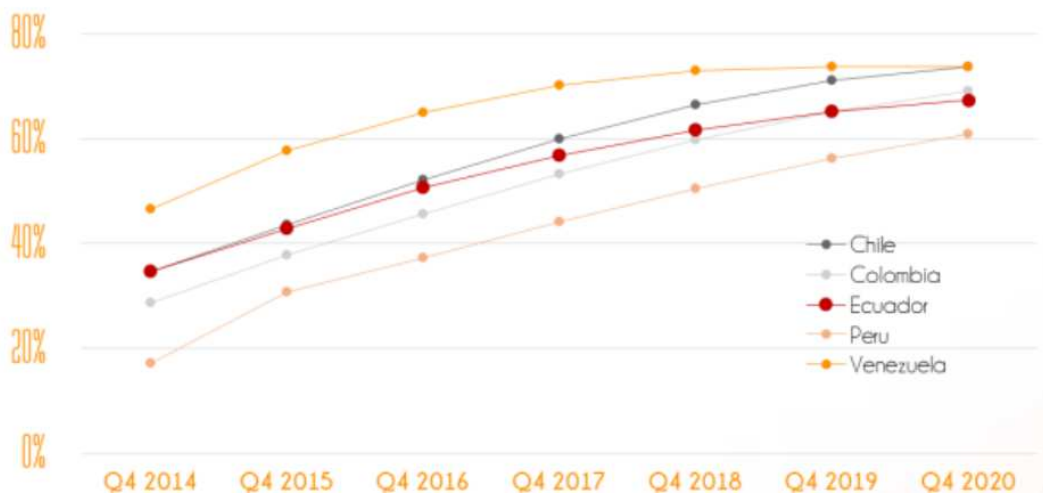


Figura 17, Adopción de Smartphones en relación al total de conexiones a nivel regional, (ARCOTEL, 2015)

1.11 Internet y las tecnologías móviles en el mundo

Internet se ha convertido en parte integral de la vida cotidiana de la mayoría de personas en el mundo. Cada año el número de usuarios que navega en internet crece de manera exponencial y esto es, en gran parte debido a la penetración de los teléfonos inteligentes y tabletas.

Informes globales de conectividad digital, a enero del 2017, evidencian la forma en que el internet y las tecnologías móviles están cambiando la vida de las personas en el mundo.

A continuación se presentan datos de interés del impacto de las tecnologías móviles en el mundo:

- La mitad de la población mundial utiliza Internet, (más de 3.77 billones de personas)
- Casi dos tercios de la población mundial tiene ahora un teléfono móvil
- Una de cada cinco personas realizó una compra en línea en los últimos 30 días.

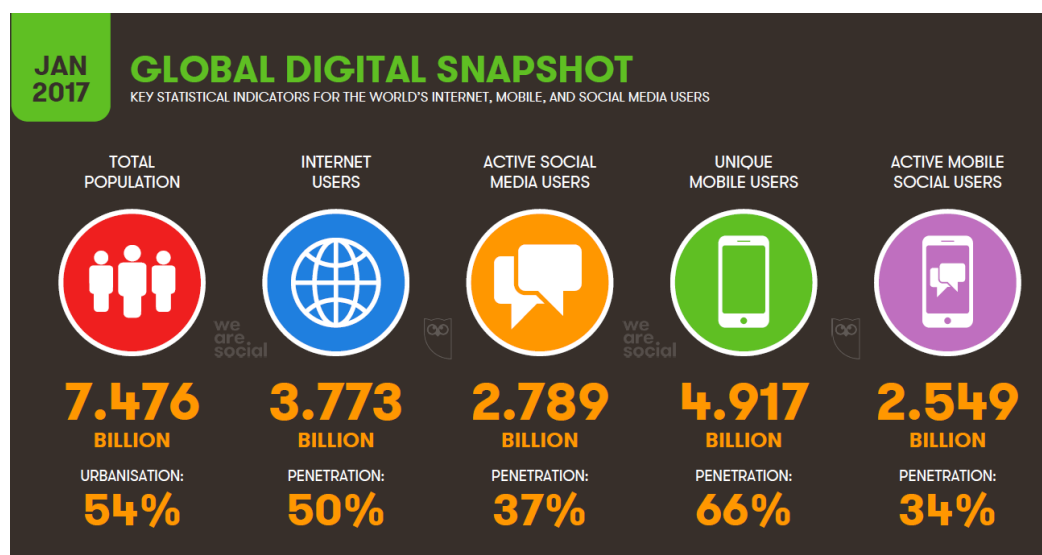


Figura 18, Indicadores estadísticos de usuarios de internet en el mundo, (Kemp, 2017)

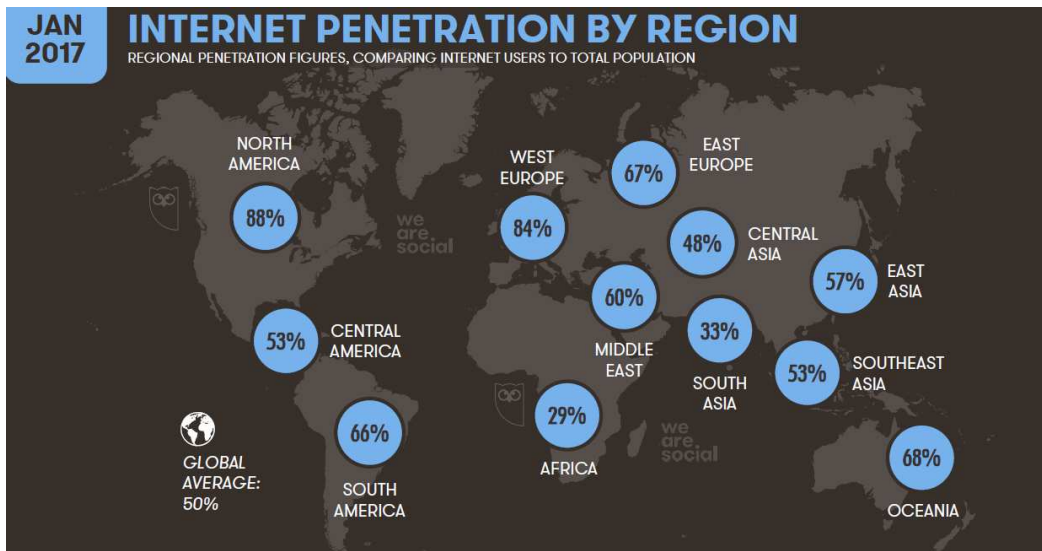


Figura 19, Penetración del internet por región, (Kemp, 2017)

En relación al uso global de Internet móvil, las estadísticas indican que más del 90% de los usuarios de Internet del mundo se conectan a través de un dispositivo móvil.

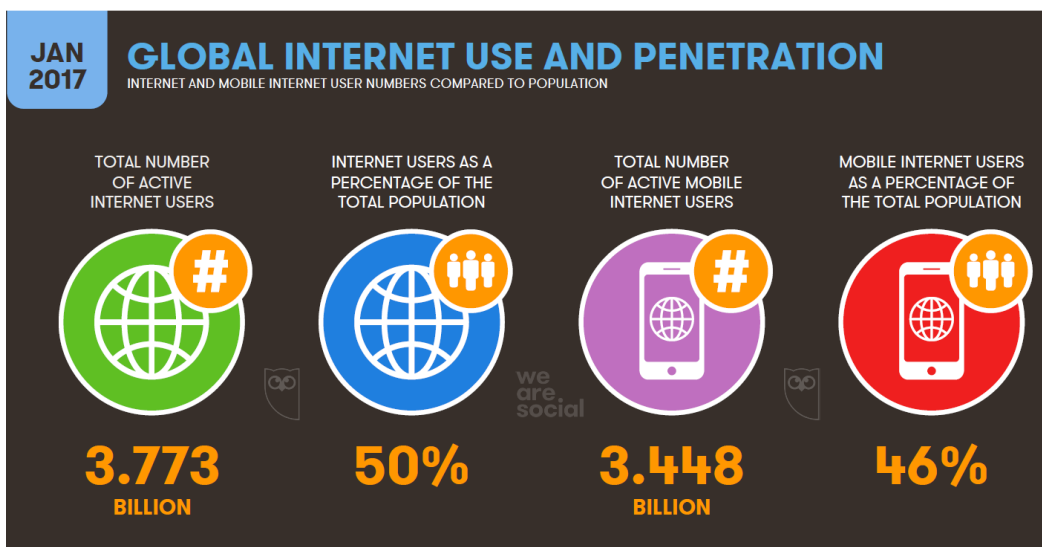


Figura 20, Penetración y uso del internet, (Kemp, 2017)

- El 55% del tráfico web mundial procede de dispositivos móviles, siendo éstos el medio de conexión preferido, con un crecimiento de 30 % respecto al año anterior.

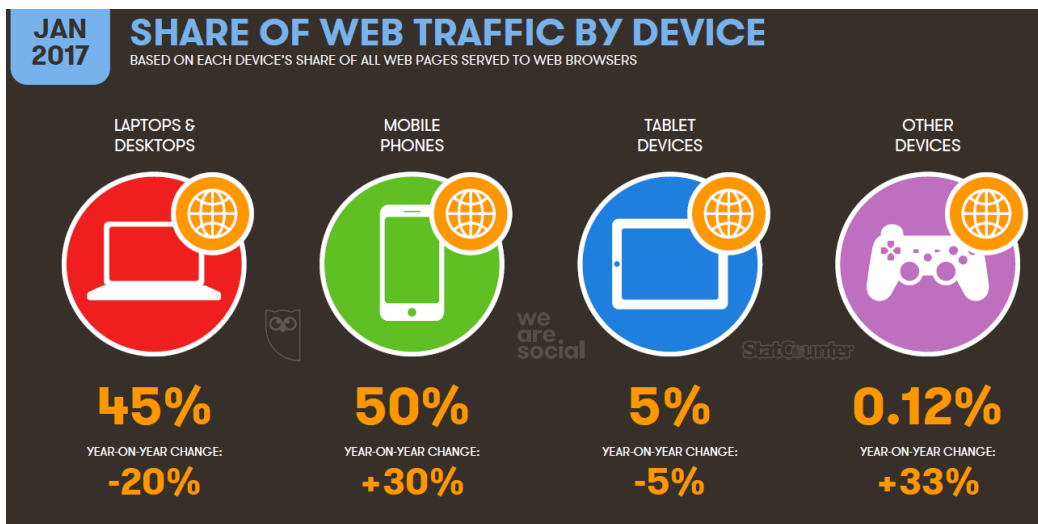


Figura 21, Tráfico WEB de acuerdo tipo de dispositivo, (Kemp, 2017)

- Más de la mitad de la población mundial utiliza ahora un teléfono inteligente.
- Dado que el precio de los teléfonos inteligentes y los planes de datos continúan a la baja en todo el mundo, el Internet será cada vez más accesible.
- La conectividad 3G y 4G aumentó en un 9% desde el 2015, con lo cual más de la mitad de las conexiones móviles en el mundo pueden considerarse de “banda ancha”.

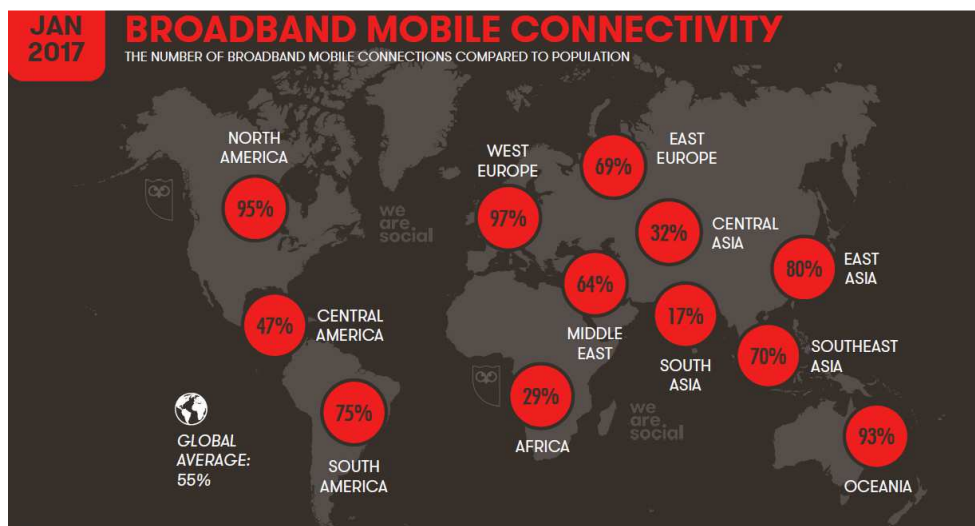


Figura 22, Porcentaje de conexiones banda ancha comparado con la población, (Kemp, 2017)

- Android ha consolidado su posición como el sistema operativo móvil más utilizado del mundo para acceder a la web, con casi el 72% de participación. La participación de los dispositivos de Apple en el tráfico web también ha crecido en el último año, aunque sólo en un 1%, pero la participación de otros sistemas operativos en el tráfico web ha disminuido en más de un 40% en los últimos 12 meses. Android y Apple representan más del 91% de todo el tráfico web móvil.

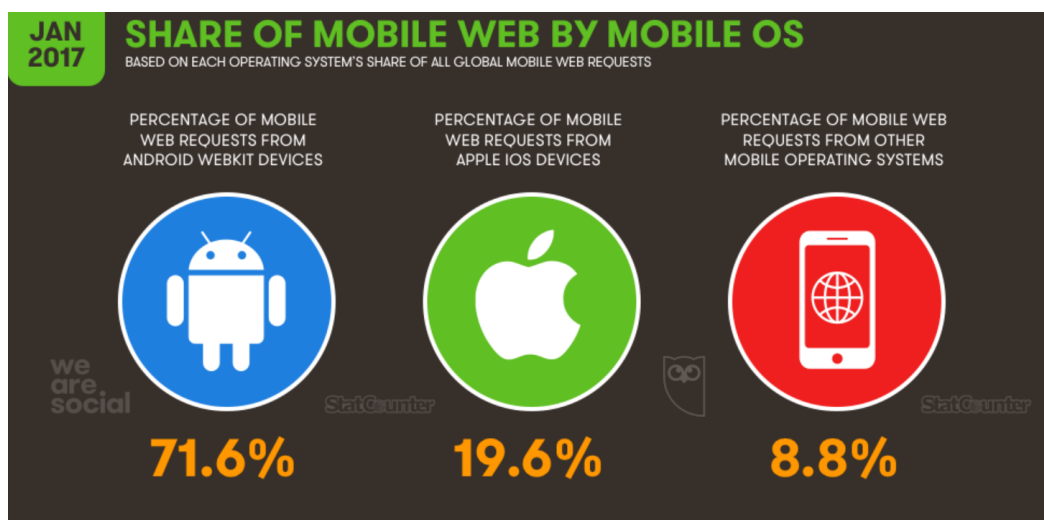


Figura 23, Participación del mercado de acuerdo al sistema operativo móvil, (Kemp, 2017)

- El aumento en el número de usuarios de Internet móvil, la velocidad de conexión móvil más rápida, y el uso creciente de teléfonos inteligentes se han combinado para ofrecer un 50% de incremento cada año en los volúmenes de tráfico de datos. El tráfico total de datos en todo el mundo ahora supera los 7 mil millones de gigabytes cada mes, con el promedio de acceso a casi 2 GB de datos mensuales.

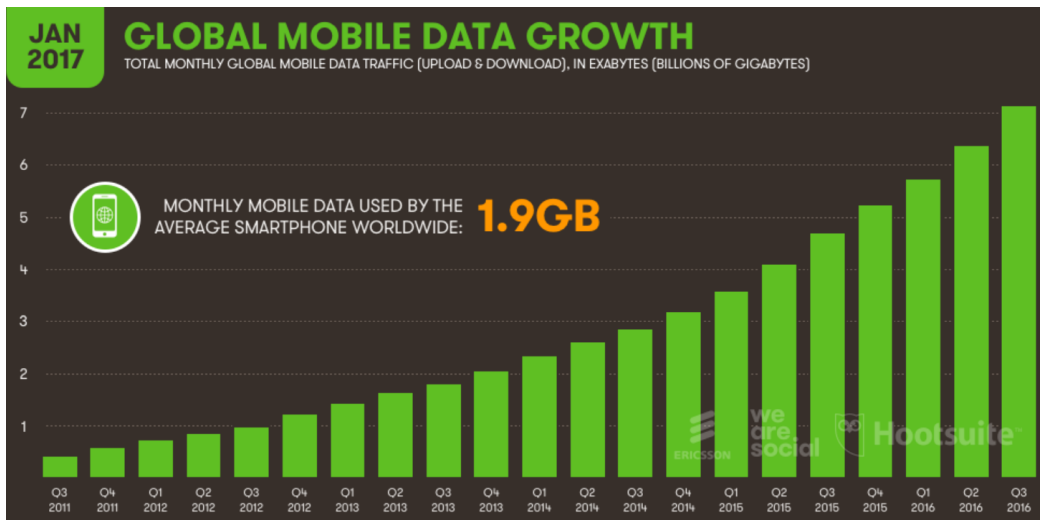


Figura 24, Crecimiento de tráfico de datos, (Kemp, 2017)

- Con la aparición del Internet de las cosas IoT, se prevee que existirán mas de 100 trillones de dispositivos o sensores enviando información.
- Para el año 2020 más de 111 millones de automoviles contendran sensores.

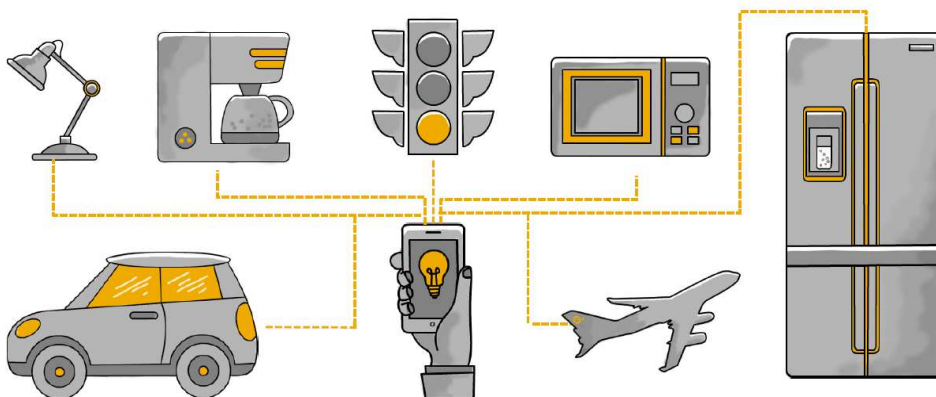


Figura 25, Ilustración IoT, (SAP)

1.12 Avances en el Desarrollo Web para Móviles

Los avances tecnológicos de los dispositivos móviles, durante la última década, han tenido una enorme influencia en el área de desarrollo web. En un inicio, los teléfonos móviles eran dispositivos limitados, utilizados básicamente para realizar llamadas y cortos mensajes de texto. Hoy en día, los teléfonos inteligentes y tabletas tienen excelentes capacidades de procesamiento de información y su funcionalidad permite realizar similares actividades que las que se pueden hacer desde un computador personal. En la misma medida, el desarrollo web ha ido evolucionando y ha generado un enorme impacto en la forma en que los usuarios consumen los servicios e información disponibles en Internet.

A continuación un resumen de la evolución que el web móvil ha tenido en los últimos años:

Quince años atrás, el contenido web compatible con dispositivos móviles era limitado, debido principalmente a dos razones:

- Código Personalizado. Los desarrolladores debían escribir interfaces específicas para móviles usando lenguajes y protocolos con especificaciones como WAP, mismos que podían ser ejecutados en los limitados dispositivos móviles. Debido a esto en un inicio el internet móvil ofrecía una limitada librería de sitios, ya que solamente las grandes compañías tenían los recursos para desarrollar sitios compatibles.
- Limitada Capacidad de Procesamiento. Debido a que la capacidad de procesamiento y memoria de los teléfonos móviles era aún muy limitada, las interfaces era muy livianas, básicamente textos, links e imágenes de baja resolución. La navegación en los primeros sitios móviles no era amigable, incluso resultaba algo frustrante para algunos usuarios.

Esto, sumando a velocidades de conexión lentas, imposibilitaba un acceso adecuado a internet desde una conexión celular.

Por estas razones, el internet móvil era considerado un lujo, limitado únicamente a los usuarios con la posibilidad de adquirir una gama alta de teléfonos y costosos planes de datos.

Hace unos 10 años, Apple lanzó el Iphone. Una de las más importantes características de este dispositivo, fue la versión móvil del browser Safari. Esta aplicación era capaz de leer HTML, CSS, PHP, Java, y otros lenguajes web; lo que habilitó a sus usuarios un real internet móvil, ya que podían acceder a casi todo el contenido disponible en la web.

Sin embargo, este avance trajo nuevos desafíos técnicos, por ejemplo: ciertos elementos de las páginas web como los menús desplegados que usaban la función de “*mouse over*” en computadores personales, no eran compatibles con las interfaces táctiles. Debido a estas inconvenientes, la navegación en algunas páginas web era muy complicada desde los móviles. Los desarrolladores tuvieron que crear nuevos tipos de menú e interfaces que funcionaran con las plataformas móviles.

La velocidad de conexión y descarga era uno de los mayores retos. Debido a que los usuarios móviles podían ahora navegar en las mismas páginas que los usuarios de computadores personales, accedían a muchos más datos, pero la descarga era lenta. Esto desató la competencia entre los fabricantes de teléfonos inteligentes, para mejorar la capacidad de los dispositivos y de los proveedores de servicios celulares para optimizar la capacidad de sus redes.

En los últimos años los fabricantes han producido sucesivas generaciones de teléfonos inteligentes y tabletas.

Otras ventajas de esta técnica son:

- Permita ahorrar costos, eliminando los desarrollos paralelos para cada tipo de dispositivo.
- Simplifica el mantenimiento, que hay que realizarlo en una única versión de la página.
- Mejora el posicionamiento y visibilidad de los sitios web en los motores de búsqueda como Google.
- Soporta los diferentes navegadores.

1.12.2 Aplicaciones Web Adaptadas para Dispositivos Móviles

Las aplicaciones web adaptadas para móviles son una excelente alternativa para realizar desarrollos ágiles y obtener contenidos compatibles con diferentes dispositivos. Mediante la utilización de HTML5, Javascript y CSS3 se puede lograr similares funcionalidades que las provistas por las aplicaciones nativas.

Las ventajas de ésta opción son:

- La aplicación web no requiere ser descargada desde las tiendas de software, como App Store o Google Play.
- No se necesita realizar ningún tipo de instalación en el dispositivo del usuario, pues el acceso es vía browser.
- Se eliminan procesos y costos que los dueños de las aplicaciones deben cubrir para hacer disponibles las aplicaciones nativas que son distribuidas por las mencionadas tiendas.

- El contenido actualizado estará automáticamente disponible cuando el usuario abra el browser, no requiere descargas por actualización.

Sin embargo, la desventaja es que no puede utilizar funciones de los dispositivos como GPS, cámaras u otros.

Al analizar el costo/beneficio para la implementación de un sitio informativo, con servicios de uso general, donde las funciones específicas del dispositivo móvil no tienen mayor relevancia, la aplicación web adaptada es una buena elección que permite ahorrar costos y reducir tiempos de implementación.

CAPITULO 2

2 Levantamiento de información y definición del alcance

2.1 Estudio de Mercado

2.1.1 Fase de especificación

2.1.1.1 Antecedentes

Los dispositivos móviles son en la actualidad el medio más utilizado y efectivo para el acceso a la información.

En Ecuador la densidad nacional de líneas de telefonía móvil activas es del 90.56%, de los cuales el 52% tiene acceso a internet, por lo cual muchas empresas y organizaciones de diferente índole buscan explotar este medio para proveer servicios a sus clientes.

La PUCE a la vanguardia de las nuevas tecnologías, debe aprovechar este valioso canal de comunicación para brindar nuevas alternativas de acceso a la información para sus estudiantes, cuerpo docente y público en general.

2.1.1.2 Propósito

El propósito de este estudio de mercado es realizar un levantamiento de información previo al desarrollo de un sitio móvil para la PUCE.

2.1.1.3 Objetivo General

Conocer las necesidades de información o servicios de los estudiantes de la PUCE, para considerarlos en el plan del proyecto "Sitio Móvil de la PUCE".

2.1.1.4 Objetivos Específicos

Objetivos Específicos	Hipótesis
Conocer si los estudiantes de la PUCE disponen de dispositivos móviles con capacidad de navegación.	Más del 70% de los estudiantes de la PUCE disponen de dispositivos móviles con capacidad de navegación.
Determinar si en la PUCE existen estudiantes interesados en utilizar el Sitio Móvil.	Todos los estudiantes que disponen de un dispositivo móvil con capacidad de navegación utilizarían el Sitio Móvil de la PUCE.
Identificar los servicios más interesantes para los estudiantes de la PUCE	Los intereses de los estudiantes en el uso del sitio móvil principalmente son fines informativos de carácter social y/o académico.
Identificar cuáles son las portadoras que proveen el servicio de telefonía celular a los estudiantes de la PUCE.	En función de las estadísticas de usuarios de telefonía celular del Ecuador, la mayor parte de los estudiantes tienen contratado el servicio con CONECEL.
Conocer cuál es la tecnología de telefonía celular que utilizan los estudiantes de la PUCE.	La mayoría de estudiantes que poseen un dispositivo móvil utilizan tecnología 3G.

2.1.1.5 Tipo de Investigación y método de recolección de datos

Para este estudio se realizará investigación descriptiva aplicando encuestas como método de recolección de datos.

2.1.2 Fase de recolección de datos

2.1.2.1 Determinación del tamaño de la muestra

Fórmula del Tamaño de la Muestra:

MUESTREO PROPORCIONAL
$n = \frac{Npq}{(N-1)\beta^2/4 + pq}$

Donde:

Elementos de la Fórmula	Descripción	Valor
N	Población total, estudiantes de la PUCE.	7899
P	Población que sí consumiría o utilizaría el producto o servicio de estudio	0.5
Q	Población que no consumiría o utilizaría el producto o servicio de estudio	0.5
β	Error de muestreo (5%)	0.05
$\beta^2/4$	Error de muestreo al cuadrado dividido para 4	0.000625

El porcentaje de la población que SI estaría dispuesta a consumir el producto o servicio de estudio (**p**), no se conoce; así mismo, el porcentaje de la población que NO estaría dispuesta a consumir el producto o servicio de estudio (**q**), no se conoce, se asumen para ambos casos el 50%.

Se ha propuesto un límite de error de muestreo del 5% (β) (es un porcentaje estándar).

$$n = \frac{7899*0.5*0.5}{(7899-1)*(0.000625)+(0.5*0.5)} = 269$$


El tamaño de la muestra para este estudio de mercado es 269 estudiantes.

**MATRIZ CON LA CODIFICACIÓN DE LAS PREGUNTAS
DE LA ENCUESTA APLICADA A ESTUDIANTES DE LA PUCE**

Pregunta	Variable	Tipo	Número de dígitos	Nombre de la etiqueta	Etiquetas	Tipo de pregunta	Escala
Dispositivo Móvil	Dispositivo	Numérica	1	Dispositivo	1=SI 2=NO	Cerrada	Nominal
Operadora	Operadora	Numérica	1	Operadora	1=Claro 2=CNT 3=Movi 4=Tuenti	Cerrada	Nominal
Navegación	Navegación	Numérica	1	Navegación	1=SI 2=NO	Cerrada	Nominal
Tecnología	Tecnología	Numérica	1	Tecnología	1=2G 2=3G 3=LTE 4=No Conoce	Cerrada	Nominal
Sitio	Sitio	Numérica	1	Sitio	1=SI 2=NO	Cerrada	Nominal
Temas	Temas	Numérica	1	Temas	1=Facultades 2=Académica 3=Horarios 4=Eventos 5=Libros Biblioteca	Cerrada	Nominal

2.1.3 Formato de Encuesta en Formularios Google

*Obligatorio



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador
Fundada en 1946

Encuesta sitio móvil de la PUCE

La presente encuesta es parte del proyecto de disertación de grado titulado "Desarrollo del sitio móvil para la Pontificia Universidad Católica del Ecuador".


Solicitamos tu amable colaboración contestando las preguntas que se encuentran a continuación:

Tiene usted un dispositivo móvil ? *
Seleccionar del listado SI o NO

14% completado

Con la tecnología de  Google Forms

Este formulario se creó en PUCE.
[Informar sobre abusos](#) - [Condiciones del servicio](#) - [Otros términos](#)




Pontificia Universidad
Católica del Ecuador
Fundada en 1946

Con qué operadora tiene su servicio de telefonía celular?
Puede seleccionar una o más respuestas

Claro
 CNT
 Movistar
 Tuenti

28% completado

Con la tecnología de  Google Forms

Este formulario se creó en PUCE.
[Informar sobre abusos](#) - [Condiciones del servicio](#) - [Otros términos](#)

***Obligatorio**



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador
Fundada en 1946

Su dispositivo móvil tiene capacidad de navegación ? *

Seleccionar del listado SI o NO

SI

« Atrás

Continuar »

42% completado

Con la tecnología de
 Google Forms

Este formulario se creó en PUCE.
[Informar sobre abusos](#) - [Condiciones del servicio](#) - [Otros términos](#)

***Obligatorio**



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador
Fundada en 1946

Que tipo de tecnología utiliza su dispositivo móvil? *

Seleccionar del listado

LTE

« Atrás

Continuar »

57% completado

Con la tecnología de
 Google Forms

Este formulario se creó en PUCE.
[Informar sobre abusos](#) - [Condiciones del servicio](#) - [Otros términos](#)

*Obligatorio



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador
Fundada en 1946

Le gustaría que la PUCE tenga un sitio al que pueda acceder desde su dispositivo móvil en donde pueda encontrar servicios de información al estudiante? *

Seleccionar del listado SI o NO

SI

« Atrás

Continuar »

71% completado

Con la tecnología de
 Google Forms

Este formulario se creó en PUCE.
[Informar sobre abusos](#) - [Condiciones del servicio](#) - [Otros términos](#)



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador
Fundada en 1946

Qué servicios le gustaría encontrar en el sitio?

Puede seleccionar una o mas respuestas

- Información de Facultades y Carreras
- Información Académica (notas)
- Horarios de Clases
- Eventos PUCE
- Libros de la Bilioteca

« Atrás

Continuar »

85% completado

Con la tecnología de
 Google Forms

Este formulario se creó en PUCE.
[Informar sobre abusos](#) - [Condiciones del servicio](#) - [Otros términos](#)

Agradecemos su colaboración

« Atrás

Enviar

100%: has terminado.

Con la tecnología de
 Google Forms

Este formulario se creó en PUCE.

[Informar sobre abusos](#) - [Condiciones del servicio](#) - [Otros términos](#)

2.1.4 Aplicación de la Encuesta

La encuesta fue aplicada en las distintas facultades de la universidad, seleccionando aleatoriamente las aulas y estudiantes a requeridos para completar la muestra.

2.1.5 Presentación de resultados

Pregunta 1



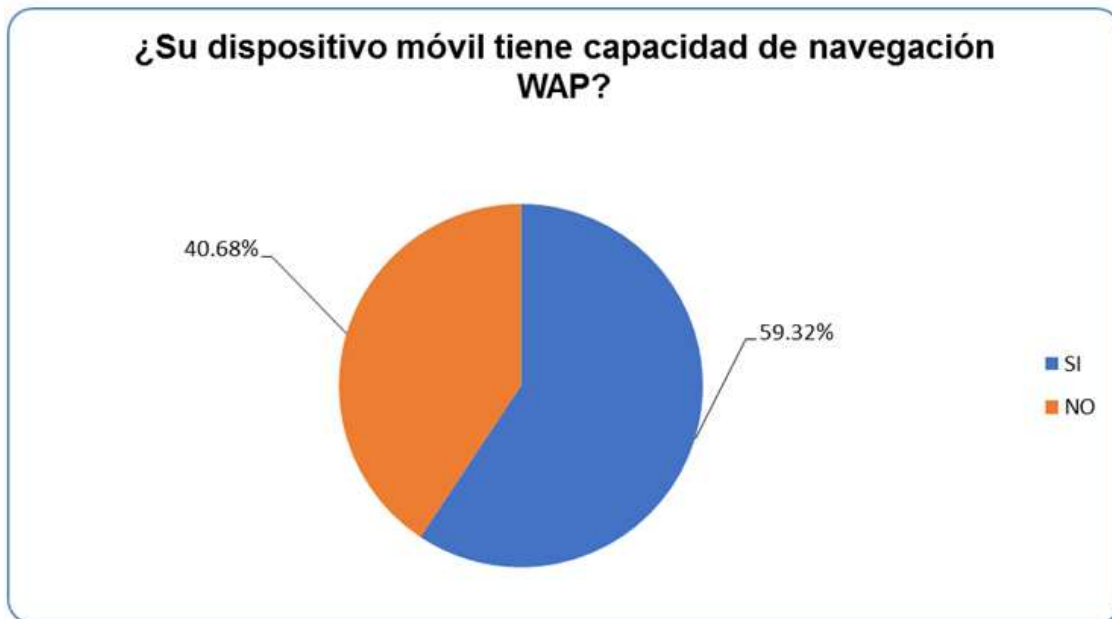
De los 269 estudiantes encuestados, 263 que representan el 98% de la muestra, poseen un dispositivo móvil; mientras que 6 estudiantes (el 2%) no disponen de este tipo de dispositivos. Lo que demuestra el masivo uso de estos medio de comunicación inalámbrica.

Pregunta 2



De las 263 estudiantes que poseen un dispositivo móvil, el 80% tienen el servicio con la operadora Movistar, el 18% con la operadora Porta y tan solo el 1,52% con la operadora Alegro PCS. Esto genera una oportunidad para que la PUCE gestione con Movistar facilidades y /o descuentos para el acceso de los estudiantes al servicio.

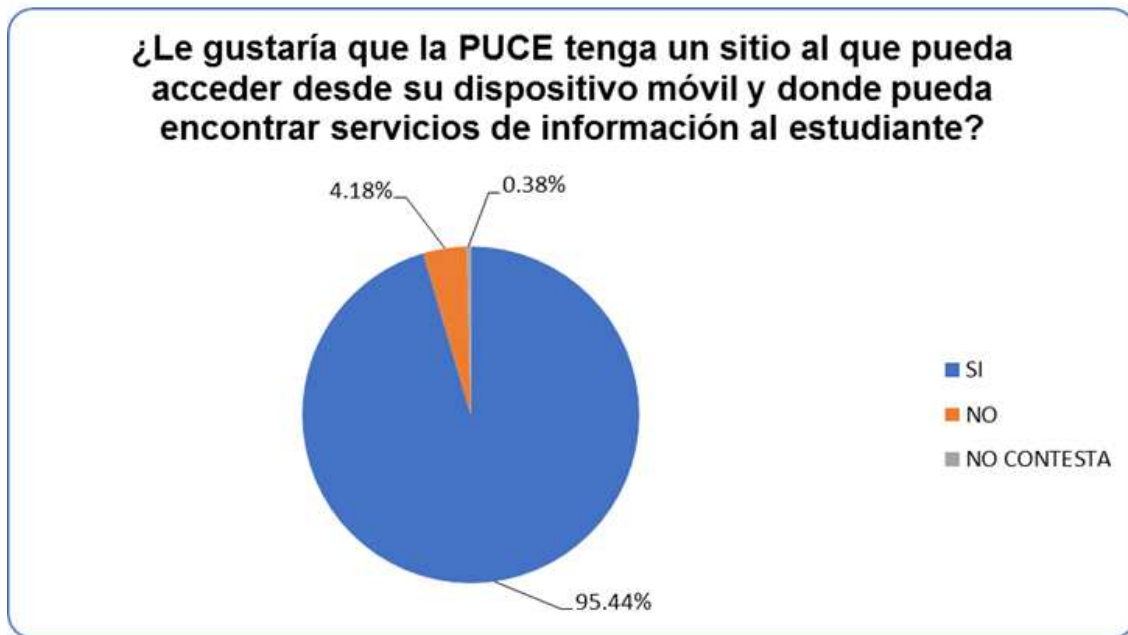
Pregunta 3



Así mismo, de los 263 estudiantes que disponen de un dispositivo móvil, el 59% asegura que su dispositivo tiene capacidad de navegación WAP.

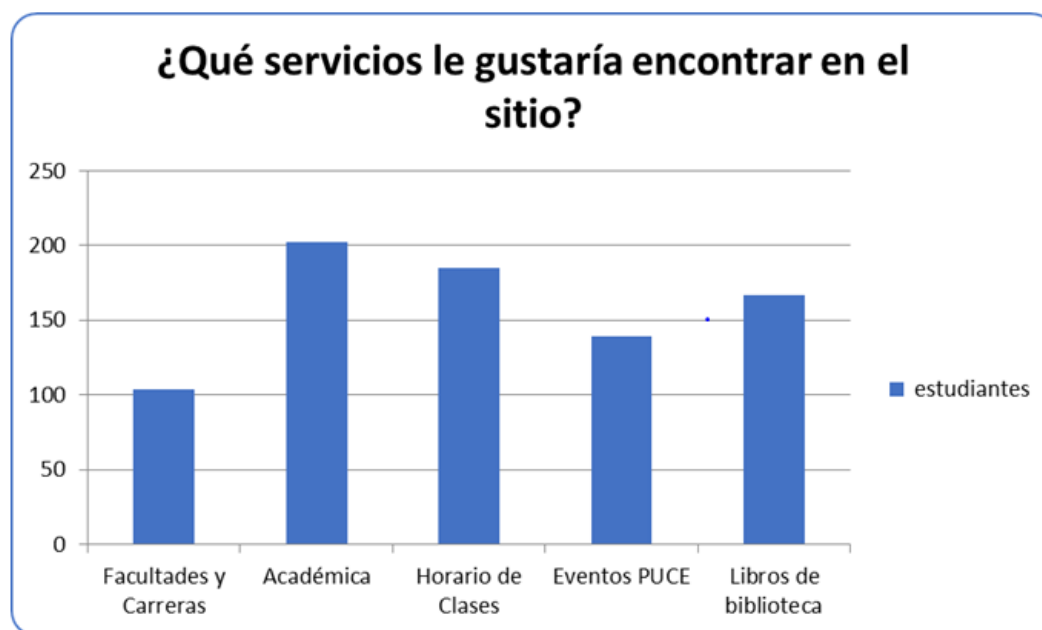
Del resultado de las preguntas 1 y 3 de esta encuesta se deduce que el 57% de los estudiantes de la PUCE poseen los recursos tecnológicos para navegar en sitios WAP.

Pregunta 4



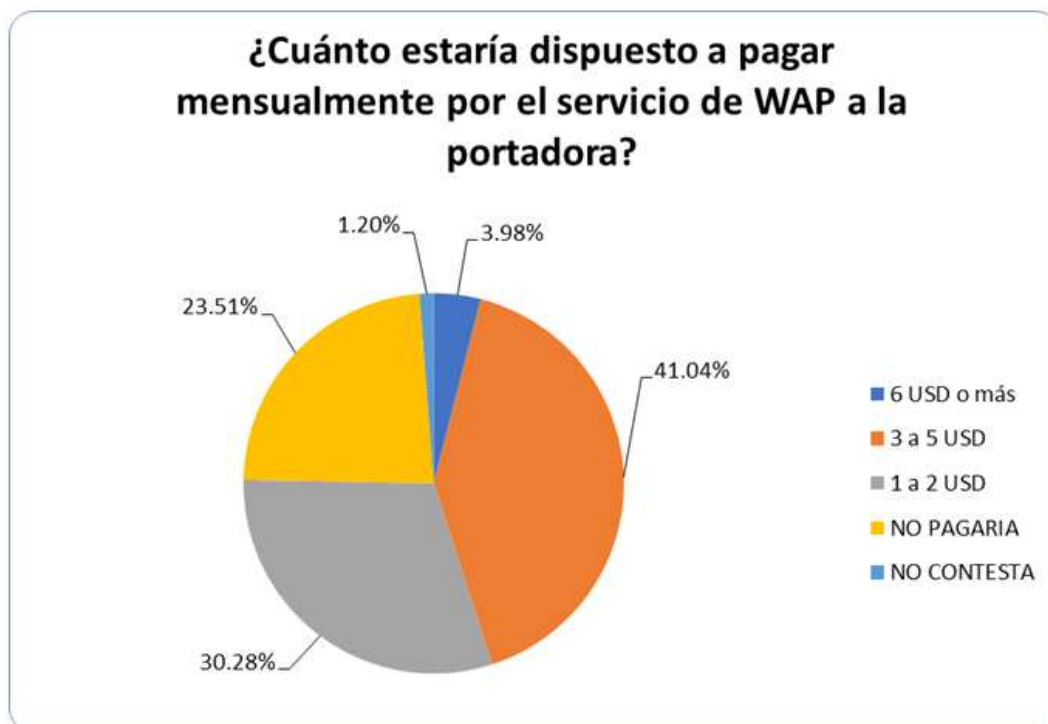
Al 95% de los estudiantes que poseen un dispositivo móvil, le gustaría que la PUCE publique un sitio WAP con servicios de información para el estudiante, mientras que para el 5% no es un tema de interés. Del resultado de esta pregunta se deduce que el 54 % de los estudiantes de la PUCE, serían usuarios potenciales del sistema.

Pregunta 5



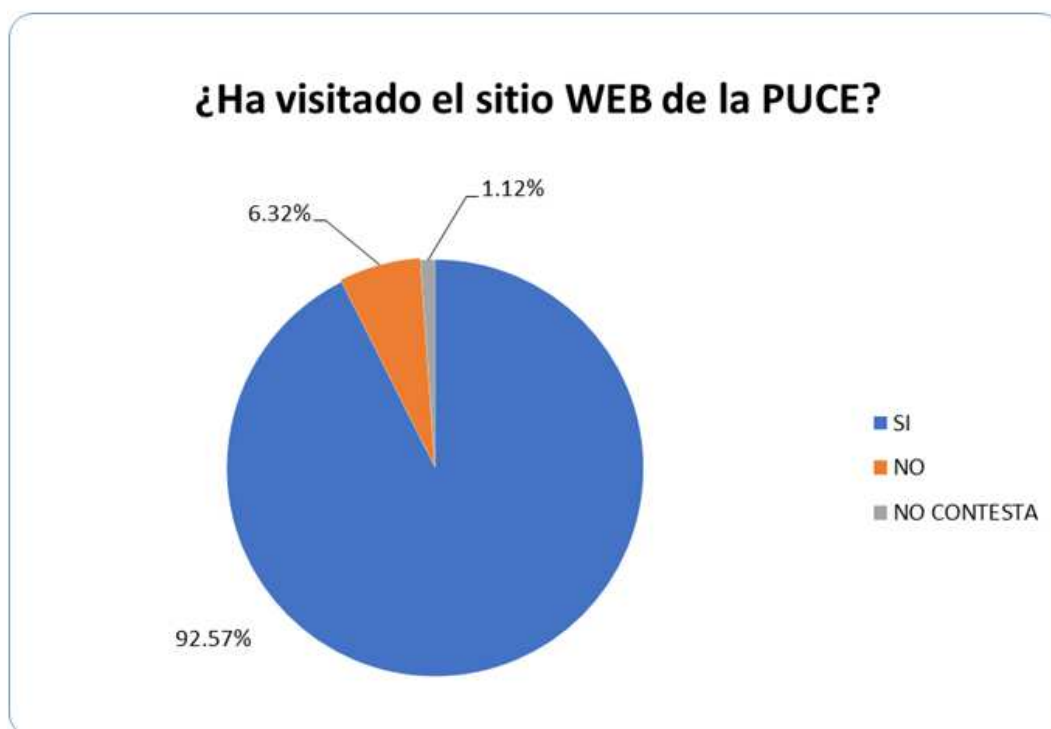
De los 251 estudiantes encuestados que tienen interés en la publicación de un sitio WAP, 202 desearían encontrar información académica, 185 quisieran tener publicados los horarios de clase y 167 tienen preferencia por información de disponibilidad de libros en la biblioteca. Los tres temas mencionados serían los más solicitados; sin embargo a 139 estudiantes les gustaría tener información sobre eventos de la PUCE y a 104 les interesa la información de facultades y carreras.

Pregunta 6



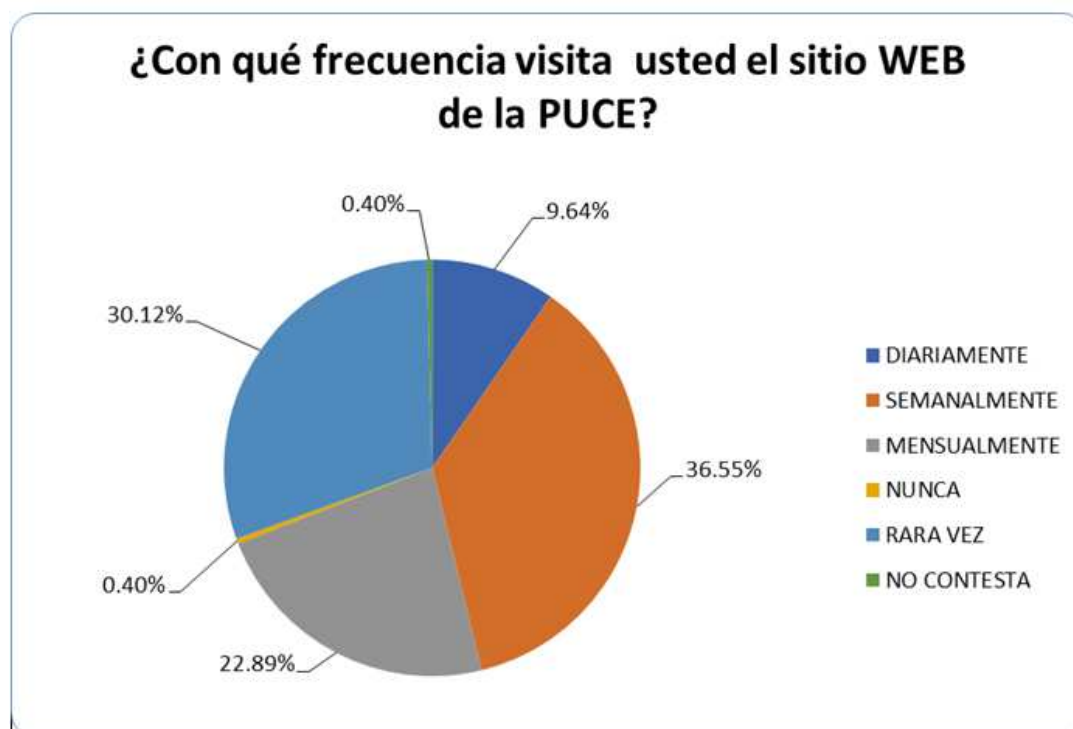
De los 251 estudiantes encuestados que tienen interés en la publicación de un sitio WAP, tan solo el 4% pagaría 6 dólares mensuales o más; mientras que el 41% estaría dispuesto a pagar de 3 a 5 dólares mensuales, el 30% pagaría de 1 a 2 dólares mensuales y el 24% restante no pagaría por el servicio. Adicionalmente, el 1% los mencionados estudiantes no contesta a esta pregunta.

Pregunta 7



De los 269 estudiantes encuestados, 249 (el 93%) han visitado el sitio WEB de la PUCE, mientras que el 6% no lo ha hecho y el 1% no contestó esta pregunta.

Pregunta 8



De los 264 estudiantes visitados, 91 (el 36,55%) visitan la página web de la PUCE semanalmente, 57 (el 22,89%) la visitan mensualmente y 24 (el 9,64%) diariamente. Sin embargo 75 (el 30,12%) estudiantes visitan la página rara vez y 1 estudiante (el 0,40%) no la ha visitado nunca.

Pregunta 9



De los 269 estudiantes encuestados, a 184 les gustaría encontrar información académica, a 148 les interesa información general, a 149 le gustaría tener información de disponibilidad de libros en la biblioteca y 146 quisieran encontrar información de pensum de estudios. Los cuatro temas mencionados son los más solicitados y en primer lugar está información académica. Luego se tiene la información de eventos con 142, correo electrónico con 122, y fotos con 108 estudiantes del total encuestados.

2.1.6 Conclusiones

A continuación se resumen los resultados del estudio de mercado partiendo de las hipótesis planteadas:

- El porcentaje de estudiantes de la PUCE que disponen de dispositivos móviles con capacidad de navegación es superior al planteado en la hipótesis, llegando a un 98%.

- Si bien, no todos los estudiantes que disponen de un dispositivo móvil con capacidad de navegación utilizarían el Sitio Móvil de la PUCE, el 95% de ellos expresa interés en el sitio.
- Así mismo se confirmaron los principales temas de interés de los estudiantes, obteniendo el siguiente orden de relevancia para el contenido y servicios del sitio:

Información Académica

Horarios de Clase

Disponibilidad de Libros

Eventos

Información de Facultades y Carreras

- La mayoría de estudiantes que poseen un dispositivo móvil utilizan tecnología 3G.

2.2 Definición del Alcance

En base al levantamiento de información realizado y tomando en cuenta que el sitio móvil de la PUCE será accedido tanto por estudiantes como público en general se definieron los siguientes temas y servicios a implementar:

- Información General: Se visualizará información de la Misión, Visión, Valores y autoridades principales de la PUCE.


- Oferta Académica: Se tendrá la información principal de las carreras de Pregrado, Postgrado y otros cursos que ofrece la PUCE.
- Información Académica: Es un servicio exclusivo de los estudiantes de la PUCE. El acceso está restringido por usuario y contraseña; una vez ingresados éstos datos, se desplegará el kardex de notas del estudiante.
- Biblioteca: Dado el nombre del libro requerido, permitirá consultar la disponibilidad del mismo
- Eventos: Esta opción listará los próximos eventos a realizarse en la PUCE.

CAPITULO 3

3 La Primera versión del Sitio WAP de la PUCE

En una primera etapa de este proyecto de disertación de grado, se construyó la versión 1.0 del Sitio WAP de la PUCE, cuya tecnología estaba basada en WAP 2.0.

Los lenguajes de programación utilizados fueron XHTML y WML SCRIPT

<p style="text-align: center;">PORTADA</p>  <p>La pantalla principal, al igual que otras pantallas del sitio, contiene información resumida, con imágenes livianas. El objetivo es garantizar la compatibilidad con dispositivos de pantalla pequeñas y bajas capacidades de procesamiento y memoria.</p>	<pre><?xml version="1.0"?> <!DOCTYPE html PUBLIC "-//WAPFORUM//DTD XHTML Mobile 1.0//EN" "http://www.wapforum.org/DTD/xhtmll-mobile10.dtd" > <html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtmll"> <head> <title>PUCE</title> <!-- Change href="style.css" below to the file name and relative path or URL of your external style sheet. --> <link rel="stylesheet" href="style.css" type="text/css"/> <!-- <style> document-wide styles would go here </style> --> </head> <body> <p class="imgcen"> </p> <p class="nav"> <small>Pontificia Universidad Cat&#xF3;lica del Ecuador</small>
 Menu </p> </body> </html></pre>
<p style="text-align: center;">MENU PRINCIPAL</p>	<pre>// Archivo menu.xhtmll <?xml version="1.0"?> <!DOCTYPE html PUBLIC "-//WAPFORUM//DTD XHTML Mobile 1.0//EN" "http://www.wapforum.org/DTD/xhtmll-mobile10.dtd" > <html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtmll"></pre>



Las opciones del menú están dispuestas en forma de links. El usuario debe utilizar los controles del teléfono para desplazarse hacia arriba o abajo hasta la opción de interés.

```

<head>
  <title>Menu</title>
  <!--
    Change href="style.css" below to the file name and
    relative path or URL of your external style sheet.
  -->
  <link rel="stylesheet" href="style.css" type="text/css"/>
  <!--
  <style> document-wide styles would go here </style>
  -->
</head>
<body><p class="centro">
  <ul>
    <li><a
href="infogene.xhtml">Informaci&#xF3;n General</a></li>
    <li><a
href="infoacad.wml">Informaci&#xF3;n
Acad&#xE9;mica</a></li>
    <li><a
href="bibl.xhtml">Biblioteca</a></li>
    <li><a href="horar.xhtml">Horarios de
Clase</a></li>
    <li><a
href="event.xhtml">Eventos</a></li>
  </ul>
</p>
</body>
</html>


```



```

// archivo infogene.xhtml
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//WAPFORUM//DTD XHTML
Mobile 1.0//EN"
"http://www.wapforum.org/DTD/xhtmll-mobile10.dtd" >
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtmll">
  <head>
    <title>Informaci&#xF3;n General</title>
    <link rel="stylesheet" href="style.css" type="text/css"/>
  </head>
  <body><p class="centro">
    <ul>

```

	<pre> Filosof&#xED;a Facultades y Escuelas Requisitos para el ingreso Direcci&#xF3;n y tel&#xE9;fonos Menu Principal </p> </body> </html> </pre>
	<pre> <?xml version="1.0" encoding="utf-8"?> <!DOCTYPE html PUBLIC "-//WAPFORUM/DTD XHTML Mobile 1.0//EN" "http://www.wapforum.org/DTD/xhtmll-mobile10.dtd" > <html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml"> <head> <title>Filosof&#xED;a</title> <link rel="stylesheet" href="style.css" type="text/css"/> <!-- <style> document-wide styles would go here </style> --> </head> <body> <p class="centro">
 Ser una instituci&#xF3;n acad&#xE9;mica que de modo riguroso y cr&#xED;tico busca la verdad y contribuye con esto a la tutela y desarrollo de la dignidad humana y de la herencia cultural, mediante la ense&#241;anza, la investigaci&#xF3;n y los diversos servicios ofrecidos a las comunidades locales

 <small>Menu Principal</small> </p> </body> </html> </pre>



```

<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//WAPFORUM/DTD XHTML
Mobile 1.0//EN"
"http://www.wapforum.org/DTD/xhtml-mobile10.dtd" >

<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
  <head>
    <title></title>
    <link rel="stylesheet" href="style.css" type="text/css"/>
    <!--
    <style> document-wide styles would go here </style>
    -->
  </head>
  <body><p class="titulo">
    Facultades</p><br/>
    <body><p class="centro">
    <ul>
      <li><a href="arqui.xhtml">Arquitectura y
Dise&#241;o</a></li>
      <li><a href="cadmin.xhtml">Ciencias
Administrativas</a></li>
      <li><a href="ceduca.xhtml">Ciencias de la
Educaci&#xF3;n</a></li>
      <li><a href="cexact.xhtml">Ciencias
Exactas y Naturales</a></li>
      <li><a href="cfilos.xhtml">Ciencias
Filos&#xF3;ficas Teol&#xF3;gicas</a></li>
      <li><a href="chuman.xhtml">Ciencias
Humanas</a></li>
      <li><a
href="econo.xhtml">Econom&#xED;a</a></li>
      <li><a
href="enfer.xhtml">Enfermer&#xED;a</a></li>
      <li><a
href="ingen.xhtml">Ingenier&#xED;a</a></li>
      <li><a
href="juris.xhtml">Jurisprudencia</a></li>
      <li><a
href="comun.xhtml">Comunicaci&#xF3;n, Lingu&#xED;stica y
Literatura</a></li>
      <li><a
href="medic.xhtml">Medicina</a></li>
      <li><a
href="psicol.xhtml">Psicolog&#xED;a</a></li>
      <li><a href="tsocia.xhtml">Trabajo
social</a></li>
    </ul><br/><br/>
    <small><a href="menu.xhtml">Menu
Principal</a></small>
  </p>

```




Este es un ejemplo de una página desarrollada con en wml.

En wml una página es una baraja (deck) que a su vez contiene cartas (cards)

En lugar de navegar entre páginas, el usuario navega de una a otra carta.

```

<!DOCTYPE wml PUBLIC "-//WAPFORUM//DTD WML
1.3//EN"
"http://www.wapforum.org/DTD/wml13.dtd">
<wml>
<!-- Menu Requisitos para el Ingreso -->
<card id="infogrequi" title="">
<p align="left"><small><b>Requisitos para el
Ingreso</b><br/><br/>
<anchor title="Scoreboard" accesskey="1">1 Estudiantes
Regulares<go href="#card2"/></anchor>
<br/>
<anchor title="Standings" accesskey="2">2 Estudiantes
Especiales<go href="#card3"/></anchor>
<br/><br/>
<anchor title="Tix" accesskey="5">Menu Principal<go
href="sitio.wml"/></anchor>
<br/>
</small></p>
</card>
<!-- Card2 Estudiantes Regulares -->
<card id="card2" title="">
<p align="left"><small><b>Estudiantes Regulares
</b><br/>
<br/>
<anchor title="Scoreboard" accesskey="1">1
Requisitos<go href="#card4"/></anchor>
<br/>
<anchor title="Standings" accesskey="2">2 Importante<go
href="#card5"/></anchor>
<br/><br/>
<anchor title="Tix" accesskey="5">Menu Principal<go
href="sitio.wml"/></anchor>
<br/>
</small></p>
</card>
<!-- Card3 Estudiantes Especiales -->
<card id="card3" title="">
<p align="left"><small><b>Estudiantes Especiales
</b><br/>
<br/>
<anchor title="Scoreboard" accesskey="1">1
Requisitos<go href="#card6"/></anchor>
<br/>
<anchor title="Standings" accesskey="2">2 Importante<go
href="#card7"/></anchor>
<br/><br/>
<anchor title="Tix" accesskey="5">Menu Principal<go
href="sitio.wml"/></anchor>
<br/>
</small></p>

```

	<pre> </card> <!-- Card4 Requisitos Estudiantes Regulares --> <card id="card4" title=""> <p align="left"><small>Requisitos Estudiantes Regulares

 1.- Examen de ingreso a la Universidad

 2.- Cedula de ciudadanía (original y copia), para ecuadorianos

 3.- Pasaporte con una visa que le permita estudiar en el Ecuador, (original y copia) para extranjeros

 4.- Titulo de Bachiller refrendado por el Ministerio de Educacion del Ecuador (original y copia.)

 5.- Dos fotografias a color tamaño carne

 6.- Libreta Militar (varones) o Documento Militar valido y vigente al momento de la matricula. (original y copia)

 7.- Certificado Medico otorgado por la Universidad (se puede presentar durante el semestre)

 <anchor title="Tix" accesskey="5">Menu Principal<go href="sitio.wml"/></anchor>
 </small></p> </card> <!-- Card5 Importante Estudiantes Regulares --> <card id="card5" title=""> <p align="left"><small>Importante Estudiantes Regulares

 1.- No se puede conceder plazo para la entrega de documentos militares

 2.- No se puede otorgar matricula a personas que no tengan los documentos militares

 3.- Solo las personas que presenten los documentos requeridos para la primera matricula seran habilitados para tomar hoja de creditos, pagar y obtener matricula ordinaria

 4.- Las personas que no presenten los documentos dentro de los plazos establecidos, solo podran llenar hoja de creditos y matricularse en periodo extraordinario de matriculas, durante la primera semana de clases, y con recargo economico

 <anchor title="Tix" accesskey="5">Menu Principal<go href="sitio.wml"/></anchor>
 </small></p> </card> </wml> </pre>
	<pre> <?xml version="1.0"?> </pre>



Interfaz que permitiría el acceso a la servicios con consulta a base de datos.

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

<wml>

    <card id="card1" title="Informacion Academica"
newcontext="true">
    <p>

        Ingrese su Cédula: <input
format="N*N" name="id" title="Cedula:" value=""/>
        <br/>

    </p>
    </card>
</wml>
```

CAPITULO 4

4 Determinación de la solución tecnológica para el sitio móvil de la PUCE

4.1 Criterios de Selección

Al seleccionar la plataforma de desarrollo para el sitio móvil de la PUCE, se consideraron varios criterios entre ellos:

- Compatibilidad con los sistemas operativos de clientes móviles predominantes en el mercado: Android y iOS.
- Experiencia del equipo de proyecto en la plataforma y lenguajes a utilizar.
- Un entorno que permita realizar desarrollos rápidos.
- Soporte a la programación orientada a objetos.
- Manejo de arquitectura n capas.
- Facilidad de Mantenimiento
- Posicionamiento de la plataforma en el mercado.

4.2 .NET como Plataforma de Desarrollo y Ejecución de Aplicaciones

.Net es la plataforma de desarrollo de Microsoft que posee todas las herramientas necesarias para implementar aplicaciones, de todo tipo, de escritorio, web y móviles. Asegura la ejecución óptima de las aplicaciones, es una plataforma robusta y segura. Sus principales componentes son:

- El entorno de ejecución (*Runtime*), el cual ejecuta las aplicaciones .Net. Este componente se encarga de acceder a los servicios y recursos del Sistema Operativo.
- Una colección de bibliotecas y librerías de clases, con gran cantidad de código pre-programado y reutilizable.
- Una variedad de lenguajes de programación y sus respectivos compiladores.
- Herramientas Integradas de Desarrollo de Software, que agilitan todo el proceso de creación de las aplicaciones.
- Documentación y especificaciones para una efectiva realización de todo el proceso de desarrollo de software.



Figura 27, Esquema de aplicación .NET , (El hacker)

4.2.1 Características de .NET

Las principales características de .Net son:

Las aplicaciones de .Net son ejecutadas un entorno de ejecución, el cual actúa como una máquina virtual que aloja a la aplicación durante la ejecución y se comunica con el sistema operativo para obtener los recursos y servicios requeridos.

Soporta múltiples lenguajes, lo cual abre el espectro de posibilidades para los desarrolladores, quienes pueden utilizar sus conocimientos en diferentes lenguajes de acuerdo a la necesidad y crear aplicaciones más poderosas.

Es una tecnología totalmente basada en Orientación a Objetos.

Soporte el desarrollo de aplicaciones corporativas de alcances amplios, complejos y de misión crítica.

Provee un marco de trabajo unificado independiente del tipo de aplicación a desarrollar (aplicaciones web, servicios web, aplicaciones de escritorio, móviles).

Tiene amplias capacidades de integración con otras plataformas, lenguajes de programación y sistemas operativos ajenos a Microsoft.

4.2.2 Biblioteca de Clases de .Net

Dentro la Biblioteca de Clases de .Net, se pueden diferenciar cuatro colecciones principales que se describen a continuación:



Figura 28, Biblioteca de Clases .NET , (El hacker)

- ASP.NET, es el framework que permite desarrollar aplicaciones que van a ser accedidas vía un navegador, usando protocolos como HTTP y lenguajes de marcado como HTML.
- ADO.NET, es el grupo de librerías que permite la conexión a las fuentes de datos, que pueden ser tanto base relacionales como documentos XML u otros.
- Windows Forms es la tecnología para la construcción de aplicaciones donde las interfaces son formularios y ventanas Windows.
- La Base Class Library, contiene las clases que manejan las operaciones más básicas y comunes de las aplicaciones, como por ejemplo manejo de cadenas de texto y operaciones matemáticas.

4.3 IDE Visual Studio

Visual Studio es un Entorno de Desarrollo Integrado que provee las herramientas que soportan todas las etapas del proceso de creación de software. Facilita el desarrollo de soluciones varios lenguajes, entre ellos: C++, Visual Basic .NET, C#, F#, Java, Python, Ruby, PHP. Permite crear sitios, aplicaciones web, servicios web, aplicaciones para escritorio y aplicaciones móviles.

A continuación se describen las principales características y opciones que ofrece Visual Studio:

Crear soluciones y proyectos

Un proyecto es un conjunto de directorios, archivos, código y recursos que conforman una aplicación, sitio web o servicio. Todo proyecto es creado dentro de un solución y, de ser necesario, ésta puede contener varios proyectos.

Visual Studio incluye muchas plantillas de proyecto, las cuales contienen archivos de código y configuraciones pre-establecidas, lo que permite iniciar de forma más rápida la creación de una aplicación. El desarrollador también puede crear sus propias plantillas. Después de crear el proyecto a partir de una plantilla inicia la programación del código específico de la aplicación de negocio.

Diseñar interfaces de usuario

Visual Studio provee herramientas muy amigables para la creación de interfaces de usuario y que no requieren de escribir código. Es tan fácil como arrastrar cada uno de los controles (botones, listas desplegables, cuadros de texto y otros) hacia el área de diseño que representa la ventana que visualizará el usuario. Todos los cambios de forma se realizan sin necesidad de escribir código.

Programar la aplicación

El IDE Visual Studio tiene editores para los lenguajes C#, C++, Visual Basic, JavaScript, XML, HTML, CSS y F# y se pueden agregar complementos de editores para muchos otros. El editor es interactivo y tiene muchas características que hacen que el trabajo de programación se realice de forma más rápida, creando a la vez código más óptimo.

Compilar el código

Visual Studio realiza la compilación de código y ejecución de pasos necesarios para generar los archivos ejecutables de las aplicaciones. Si bien en los sitios web no se genera un ejecutable, también aplica el proceso de compilación en modo de depuración para la detección de errores en la versión final de la aplicación que se entregará a los usuarios.

Depurar el código

Con Visual Studio es posible depurar el código, sea ejecutándolo en el proyecto local, en un emulador o en un dispositivo remoto. Este proceso se lo puede realizar, paso a paso inspeccionando las variables y estableciendo puntos de interrupción, cuando se cumplan una condición específica. Para esto cuenta con varias ventanas que permiten manipular las variables en tiempo de ejecución.

Probar el código

La realización de las pruebas unitarias es muy sencilla. En la solución se agrega un proyecto de prueba, se escriben los parámetros de prueba y luego se ejecutan desde la ventana de Explorador de Pruebas.

Analizar la calidad y rendimiento del código

Visual Studio trae potentes herramientas para análisis del código que ayudan a identificar errores de diferentes tipos, sean de diseño, rendimiento, seguridad u otros.

Implementar la aplicación

Visual Studio tiene las herramientas para implementar las aplicaciones, sea en una tienda de software, mediante Windows Installer o en un servidor de aplicaciones.

4.4 Lenguaje de Programación C#

Microsoft C# es un lenguaje de programación orientado a objetos con el que se puede desarrollar una diversidad de aplicaciones empresariales. Fue creado como una evolución de Microsoft C y Microsoft C++, comparte también algunas características con Java. Es un lenguaje sencillo y moderno. Permite ahorrar tiempo en la programación pues su librería de clases es muy completa.

Como todo lenguaje de programación orientado a objetos presenta las características de encapsulación, herencia (únicamente herencia simple, no maneja herencia múltiple lo cual evita confusiones) y polimorfismo.

En cuanto al manejo de memoria, tiene la capacidad de inicializar las variables declaradas en un programa en ejecución y libera de forma automática la memoria cuando el programa detecta que es conveniente hacerlo.

Minimiza errores en el manejo de datos, verificando que el tipo de dato utilizado sea válido para la funciones creadas.

C# compila por defecto a un formato intermedio (*Intermediate Language*), el cual es interpretado por un Entorno Común de Ejecución (*Common Language Runtime*). Este intérprete es común para todos los lenguajes soportados por el entorno de ejecución, lo cual

permite que los componentes construidos en cualquiera de estos lenguajes puedan comunicarse entre sí.

El entorno común de ejecución (CLR) proporciona un sistema de tipos de datos común (Common Type System) y es el encargado de manejar la zona de memoria donde se ejecutan los programas. Las aplicaciones pueden acceder a los servicios del sistema operativo mediante las librerías (DLL) que son proporcionadas por el CLR cuando se instala .Net Framework.

4.5 Arquitectura de N Capas y componentes de .NET utilizados

La arquitectura de n capas es uno de los modelos más utilizados en el desarrollo de aplicaciones. Es escalable, extensible, segura y fácil de mantener en el tiempo. Su objetivo es la separación de la lógica de negocios de la lógica de diseño.

Para el desarrollo de una arquitectura en capas robusta y perdurable en el tiempo, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Las capas de una aplicación deben ser independientes entre sí, de tal manera que se pueda actualizar o reemplazar cualquiera de ellas sin afectar a las demás.
- Se debe mantener el principio de responsabilidad modular, esto quiere decir que cada capa tiene una función o responsabilidad específica.
- Cada componente es independiente de otros y solo interactúan en sus entradas y salidas.
- Cada funcionalidad debe estar una sola vez en el sistema, sin duplicados.
- Establecer normas en la codificación del desarrollo. Esto asegura la consistencia de código y el mantenimiento del mismo.

En base a los requerimientos funcionales y las mejores prácticas de desarrollo de software, se definió la arquitectura que se muestra en la gráfica a continuación, seguida de la descripción detallada de cada una de sus capas:

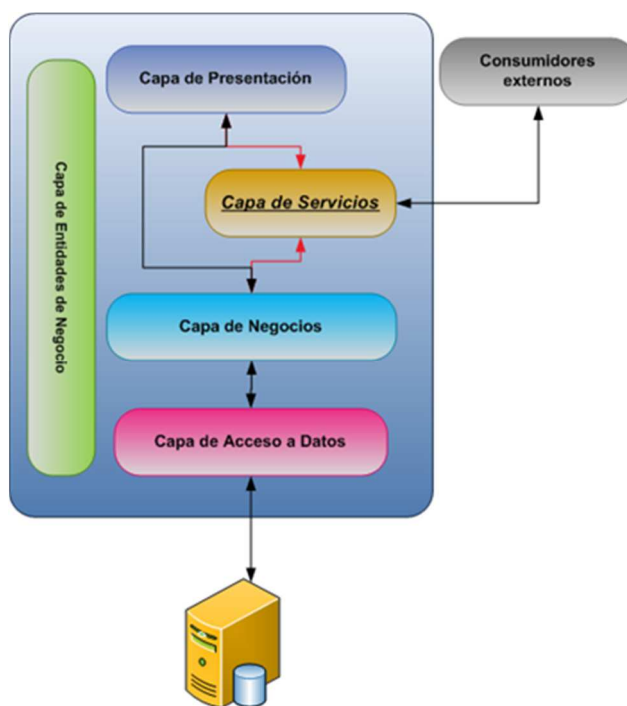


Figura 29, Arquitectura de N Capas, (Rojas D. , 2009)

4.5.1 Capa de Presentación

La capa de presentación es conocida también como interfaz de usuario, pues es la encargada de presentarle la información y a su vez capturar los datos de entrada; por esta razón debe ser muy amigable e intuitiva. Adicionalmente, realiza procesamientos mínimos de información, como por ejemplo la comprobación de formatos de los parámetros de entrada. Esta capa se comunica con la Capa de Negocios, ya sea directamente o a través de la Capa de Servicios.

También los servicios que exponen los métodos a consumir o a ser utilizados por aplicaciones externas, pueden ser considerados parte de la capa de presentación. Sin embargo, en la arquitectura del Sitio Móvil de la PUCE serán esquematizados en una específica Capa de Servicios.

4.5.1.1 Patrón de Diseño MVC (Modelo – Vista - Controlador)

En la capa de presentación .Net Framework maneja el patrón MVC, que es una propuesta de diseño de software utilizada para implementar sistemas donde se requiere el uso de interfaces de usuario. Este patrón de diseño es utilizado por muchos frameworks de desarrollo y surge de la necesidad de crear software más robusto con un ciclo de vida más adecuado, donde se potencie la facilidad de mantenimiento, reutilización del código y la separación del código en tres componentes diferentes, acotados por su responsabilidad, en lo que se llaman Modelos, Vistas y Controladores.

Las principales ventajas de este patrón son la reutilización de código y que facilita las pruebas de la aplicación. Dentro de la arquitectura de n capas, el MVC es utilizado en la capa de presentación y es ésta la única capa que se beneficia del uso de ese patrón.

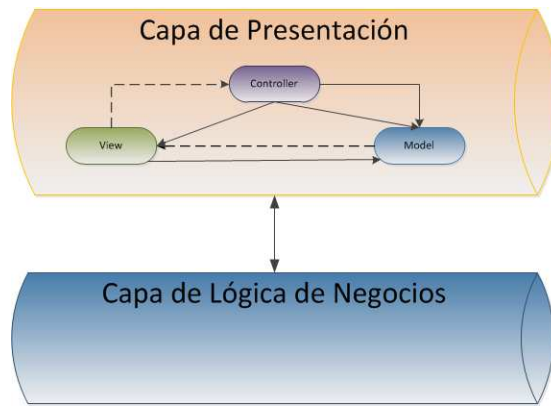


Figura 30, Patrón de diseño, (Rojas D. , 2009)

El marco de MVC incluye los siguientes componentes:

- **Modelo:** Contiene mecanismos para acceder a los información y datos que serán devueltos al controlador para que los presente al usuario mediante la vista correspondiente. Es importante aclarar que MVC no es en sí una arquitectura en n capas, sino un patrón de diseño que permite separar el código de la capa de presentación de forma modular, de acuerdo a su función. Es decir, no se debe confundir el componente de modelo de MVC con la capa de lógica de negocio de la aplicación. En la arquitectura propuesta para el sitio móvil de la PUCE, el Modelo de MVC puede utilizar directamente las entidades de la capa de lógica de negocio o combinar varias de ellas de acuerdo a las vistas o requerimientos de la capa de presentación.
- **Vistas:** contienen el código que produce la visualización de las interfaces de usuario; básicamente, el código que se envía al navegador, es decir el código HTML. Pueden contener código de servidor asociado, siempre y cuando este código realice funciones de presentación, no de lógica de negocio.

- Controlador: Actúa de intermediario entre el usuario, el Modelo y las Vistas, sirviendo de enlace entre ellos. Recoge las peticiones del usuario, interactúa con el modelo para obtener o entregar los datos y decide en qué vista presentarlos.

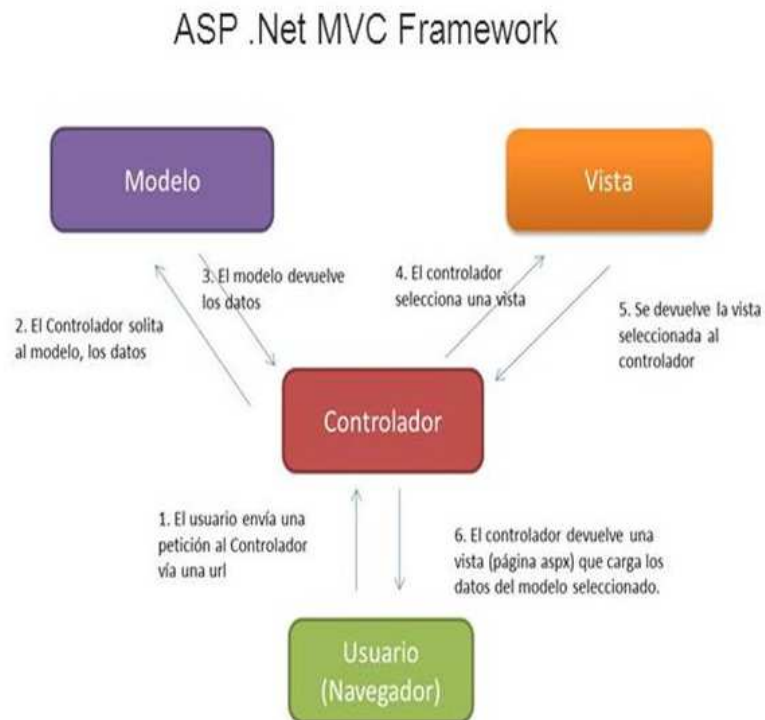


Figura 31, Framework ASP .NET (Anónimo, 2012)

Sintaxis Razor

Razor es un motor de programación de vistas, que permite combinar código HTML con código de servidor, para generar código HTML de forma dinámica. Las instrucciones de razor se ejecutan en el servidor y una vez generado el HTML dinámico lo complementa si fuera el caso con el contenido estático antes de presentar la página resultante al usuario. Se podría

complementar con esta página, quizás en la parte de desarrollo. Los programas que utilizan este motor tienen la extensión *.cshtml*.

JQueryMobile

JQueryMobile es un framework que facilita el desarrollo de sitios web optimizados para dispositivos móviles como tabletas y teléfonos inteligentes. Es compatible con plataformas de diferentes fabricantes como Android, iOS y otros. Genera ahorros en tiempo de desarrollo pues trae listas muchas funciones que comúnmente se programan en JavaScript. Soporte HTML5 y la principal ventaja es que la lógica de programación es completamente independiente del dispositivo móvil cliente.

4.5.2 Capa de Servicios

En la Capa de Servicios se construyen las interfaces y se exponen los métodos que ejecutan las diferentes operaciones de la aplicación.

Se denomina Servicio a cada operación o el conjunto de operaciones, que se encuentran disponibles a través de una interfaz para su consumo desde un cliente o desde otra aplicación.

En la arquitectura propuesta para este proyecto, la Capa de Servicios se ubica entre la Capa de Presentación y la Capa de Negocio. La Capa de Presentación interactúa con la Capa de Servicios para que ésta última invoque a los métodos de la Capa Negocio que realizarán la operación requerida por el usuario.

La capa de servicios permite tener un repositorio de componentes de uso común para varias aplicaciones y aprovechar la reutilización de los mismos. Adicionalmente, facilita el mantenimiento de las aplicaciones ya que se puede cambiar la programación de la lógica de negocios, sin que eso necesariamente afecte a las interfases utilizadas por los clientes o consumidores de los servicios relacionados.

4.5.2.1 Windows Communication Foundation (WCF)

WCF es un framework que permite la creación de aplicaciones orientadas a servicios, simplificando el desarrollo y conexión entre ellas.

WCF facilita todo el proceso de creación de los servicios, donde los temas principales son:

- Definición del servicio
- Publicación del servicio
- Implementación del servicio
- Consumo del servicio
- Interoperabilidad del servicio entre plataformas servidor y cliente
- Técnicas de Comunicación (Transporte y Formato de Mensajes)

Dado que WCF utiliza protocolos estándares puede operar con cualquier plataforma que soporte estos protocolos.

4.5.3 Capa de Negocio

En la Capa de Negocio es donde se encuentran las reglas y lógica de negocios de cada una de las operaciones que la aplicación ejecutará. Es aquí donde está el código principal, código inherente o propio de la aplicación de negocio desarrollada.

La Capa de Negocio recibe las solicitudes de la Capa de Servicios, verifica que todas las condiciones establecidas se cumplan, previo a pedir la ejecución de una acción a la Capa de Acceso a Datos. Esta capa también entrega a la Capa de Servicios los datos obtenidos desde la Capa de Acceso a Datos para que sean presentados al usuario en la capa de Presentación.

LINQ (Language-Integrated Query)

Extiende las capacidades de consulta y explotación de datos de C#. Incluye patrones estándar y de fácil aprendizaje, que permiten programar consultas más eficaces, independientemente de las fuentes de datos o tecnologías de almacenamientos de datos utilizadas, ya sean bases de datos relacionales, documentos XML u otros. Requiere de la existencia de la Capa de Entidades que permita el manejo de los datos con un lenguaje orientado a objetos y abstracción del tipo de fuente de datos. De esta forma la actividad de programación de consultas se enfoca en la lógica misma, sin tener que preocuparse de la sintaxis específica para cada fuente de datos.

4.5.4 Capa de Acceso a Datos

La Capa de Acceso a Datos es la encargada de la comunicación con la base de datos de la aplicación, por tanto es la única que conoce qué motor de base de datos se está utilizando. Interactúa con la capa de negocio para entregarle datos o para recibir las solicitudes de ejecución de operaciones CRUD (*Create, Read, Update y Delete*) sobre la base de datos.

Entity Framework

Entity Framework es un conjunto de librerías ORM (*Object-Relational Mapping*). ORM es la técnica de programación que permite mapear las tablas de una base de datos a objetos que pueden ser manejados con los tradicionales lenguajes de programación orientados a objetos como C#.

Las principales ventajas de usar esta capa intermedia para el acceso a los datos son:

- Abstracción del tipo de fuente de datos: El desarrollador no necesita conocer un lenguaje específico de consulta para cada fuente de datos. El conjunto de librerías ORM se encarga de traducir las sentencias al lenguaje del servidor de base de datos que corresponda.
- Facilita la asignación del trabajo diferenciando perfiles de desarrollador vs. Administrador de base de datos. El desarrollador se especializa en lenguajes de programación orientados a objetos y enfoca su trabajo a la lógica de la aplicación, mientras que el administrador de base de datos se especializa en la programación, desarrollo y proceso propios de la base de datos.

- Simplifica el código de programación de los métodos de acceso a datos y por tanto disminuye tiempos de desarrollo.
- Permite detectar los errores en la codificación de las operaciones de acceso a datos en tiempo de compilación.

Entity Framework es el framework ORM más popular de Microsoft, que contienen las librerías de clases y herramientas para programar los métodos de acceso a datos sobre modelos conceptuales en lugar de modelos relacionales.

Entity Data Model

Cuando se diseña una aplicación, normalmente el esquema relacional maneja 3 tipos de modelos:

- **Modelo conceptual:** En este modelo se describen las entidades, clases, atributos y relaciones que definen el comportamiento de la aplicación.
- **Modelo lógico:** Es el diseño de la base de datos a nivel de tablas, claves y restricciones.
- **Modelo físico:** Como su nombre lo indica es la implementación física del modelo de base de datos, donde se definen particiones, índices, clusters y otras características de almacenamiento.

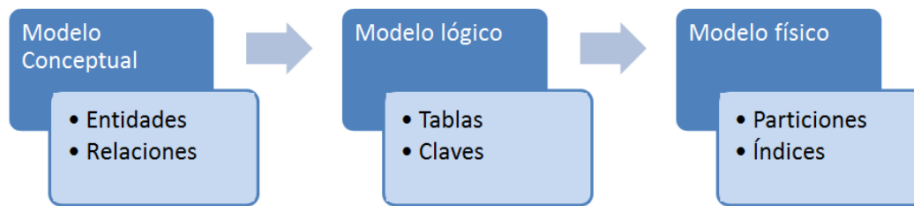


Figura 32, Modelo Entidad (Enrique Bañuls, 2017)

Entity Framework genera un nuevo modelo denominado EDM (*Entity Data Model*), que combina el modelo conceptual con el modelo lógico mediante el mapeo entre entidades y tablas, como se muestra en la figura a continuación:

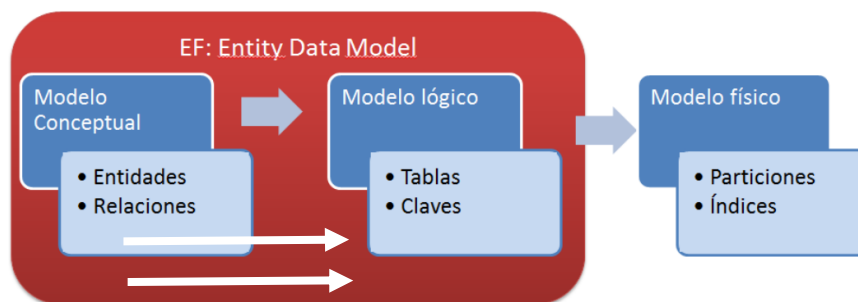


Figura 33, Modelo EDM , (Enrique Bañuls, 2017)

De esta forma, el desarrollador se abstrae de los modelos relacionales de la base de datos y trabaja con las entidades de la aplicación.

Una vez creado el modelo EDM, se programan los métodos de acceso a datos. Entity Framework soporta todas las operaciones (*Create, Read, Update, Delete*) y es el encargado de traducirlas al lenguaje SQL respectivo.

4.5.5 Capa de Entidades

La Capa de Entidades es transversal a todas las demás capas de la arquitectura y es la única que puede comunicarse con cualquiera de ellas. En esta capa se definen los objetos que representan al negocio y que transportan los datos entre las diferentes capas de la solución. Las clases de tipo entidad normalmente tienen la misma estructura de los objetos de la base de datos, pero dependiendo de la funcionalidad de la aplicación podrían crearse entidades adicionales; por ejemplo entidades para los objetos que van a ser desplegados en la capa de presentación, como listas desplegables, reportes, etc.

CAPITULO 5

5 Desarrollo del Sitio Móvil de la PUCE

5.1 Desarrollo de la Aplicación

En esta capítulo describiremos los principales pasos del proceso de construcción del Sitio Móvil de la PUCE:

5.1.1 Desarrollo de la Capa de Acceso a Datos

Como primer paso, en el nuevo proyecto en se añadió el elemento “ADO.NET Entity Data Model”, con el que se agregan todas las clases requeridas para la conexión a la base de datos y manejo de entidades del modelo.

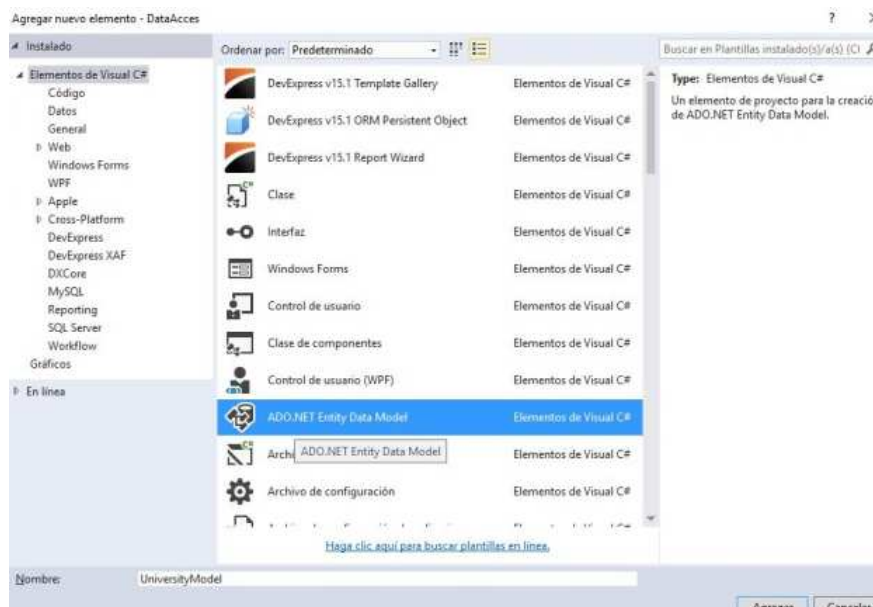


Figura 34, Capa de Acceso a Datos – Inclusión de clases para conexión a la base de datos

Se seleccionan los elementos de base de datos que se necesitan para el desarrollo de la aplicación como tablas, vistas y procedimientos almacenados.

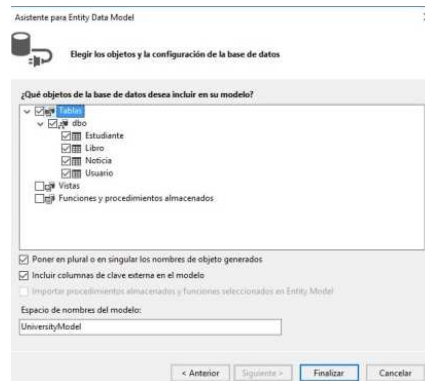


Figura 35, Capa de Acceso a Datos - Selección de Vistas y Tablas Fuente

Automáticamente se generará el código que contiene el contexto transaccional necesario para traducir el lenguaje orientado a objetos (entidades) a lenguaje SQL. De la misma forma se creará el código de clases entidades.

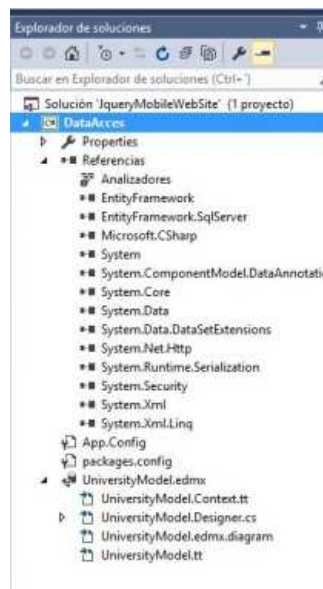


Figura 36, Capa de Acceso a Datos - Generación de Código de Contexto Transaccional

5.1.3 Desarrollo de la Capa de Lógica de Negocio

Para crear la capa de Lógica de Negocio se incluyó el proyecto “BusinessLogic” y se añadió el elemento C#, donde se programará la lógica de principal de la aplicación, en notación LINQ y con expresiones lambda.

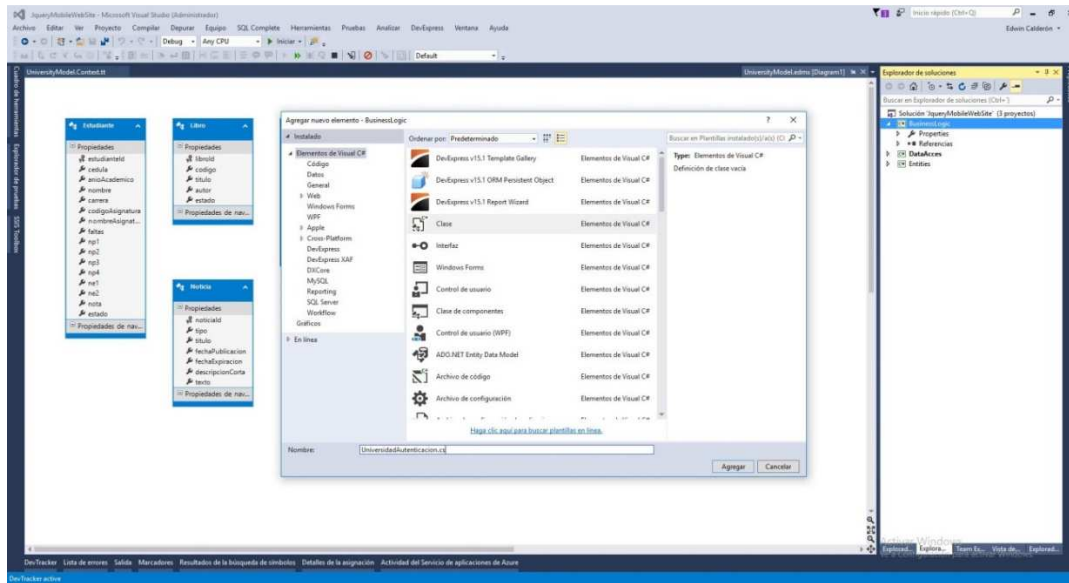


Figura 39, Capa de Lógica de Negocio – Creación del Proyecto “Business Logic” e inclusión del elemento C#

La lógica de negocio debe interactuar con las entidades y el acceso a datos, razón por la cual se debe realizar la referencia a dichos proyectos. El procedimiento para agregar dichas referencias se puede visualizar en las imágenes a continuación y debe repetirse en cada proyecto de acuerdo a la dependencia entre capas.

- a. Se agrega una nueva referencia

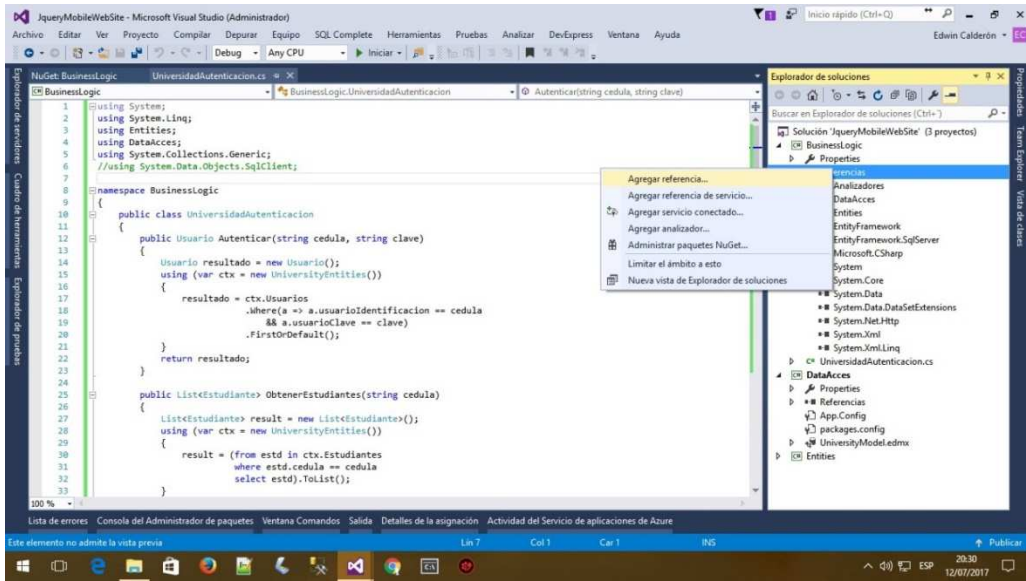


Figura 40, Capa de Lógica de Negocio – Agregar referencia a Capas de Entidades y Acceso a Datos 1

b. Se selecciona la dll correspondiente.

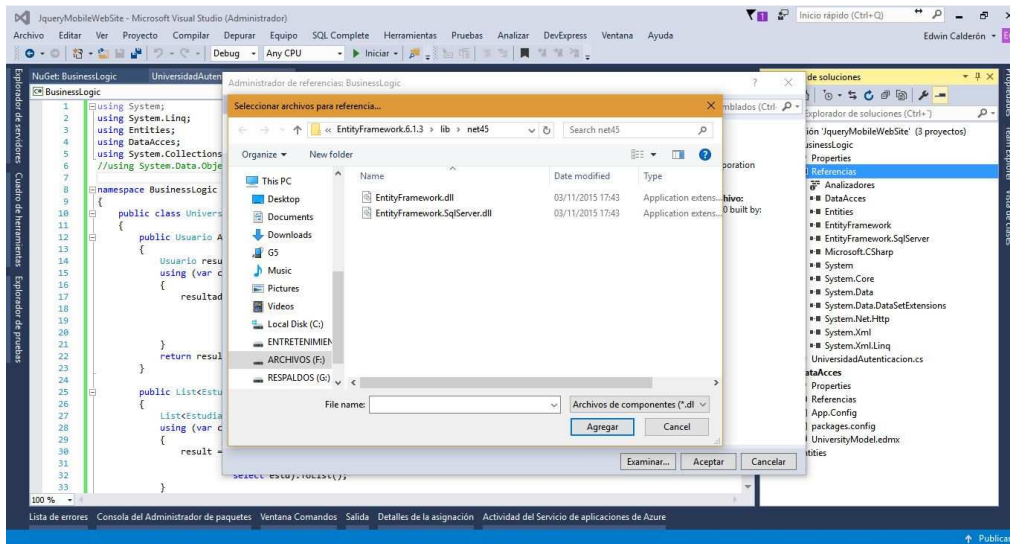


Figura 41, Capa de Lógica de Negocio – Agregar referencia a Capas de Entidades y Acceso a Datos 2

A continuación, se escribió el código principal de la aplicación, que lo contiene el elemento

C#.

```
using System;
using System.Linq;
using Entities;
using DataAcces;
using System.Collections.Generic;
namespace BusinessLogic
{
    public class UniversidadAutenticacion
    {
        /// <summary>
        /// METODO QUE PERMITE LA AUTENTICACION DE UN USUARIO O ESTUDIANTE EN FUNCION
        DE LA CEDULA Y UNA CLAVE
        /// </summary>
        /// <param name="cedula">PARAMETRO CEDULA</param>
        /// <param name="clave">PARAMETRO CLAVE</param>
        /// <returns></returns>
        public Usuario Autenticar(string cedula, string clave)
        {
            Usuario resultado = new Usuario();
            using (var ctx = new UniversityEntities())
            {
                resultado = ctx.Usuarios
                    .Where(a => a.usuarioIdentificacion == cedula
                        && a.usuarioClave == clave)
                    .FirstOrDefault();
            }
            return resultado;
        }
        /// <summary>
        /// METODO PARA OBTENER UNA LISTA DE ESTUDIANTES EN FUNCION DE UN NUMERO DE
        CEDULA
        /// </summary>
        /// <param name="cedula">PARAMETRO CEDULA</param>
        /// <returns></returns>
        public List<Estudiante> ObtenerEstudiantes(string cedula)
        {
            List<Estudiante> result = new List<Estudiante>();
            using (var ctx = new UniversityEntities())
            {
                result = (from estd in ctx.Estudiantes
                    where estd.cedula == cedula
                    select estd).ToList();
            }
            return result;
        }
        /// <summary>
        /// METODO PARA OBTENER UNA LISTA DE NOTICIAS EN FUNCION DE UN FILTRO O
        CLASIFICACION
        /// </summary>
        /// <param name="tipo">PARAMETRO TIPO DE NOTICIA</param>
        /// <returns></returns>
        public List<Noticia> ObtenerNoticias(string tipo)
        {
            List<Noticia> result = new List<Noticia>();
            using (var ctx = new UniversityEntities())
            {
```

```

        result = (from ntc in ctx.Noticias
                  where ntc.tipo == tipo
                  select ntc).ToList();
    }
    return result;
}
/// <summary>
/// METODO PARA OBTENER UNA LISTA DE LIBROS EN FUNCION DE UN CRITERIO DE
BUSQUEDA
/// </summary>
/// <param name="criterio">PARAMETRO CRITERIO DE BUSQUEDA</param>
/// <returns></returns>
public List<Libro> ObtenerLibros(string criterio)
{
    criterio = criterio ?? string.Empty;
    List<Libro> result = new List<Libro>();
    using (var ctx = new UniversityEntities())
    {
        result = (from lbr in ctx.Libros
                  where lbr.titulo.Contains(criterio) || criterio == ""
                  select lbr).ToList();
    }
    return result;
}
/// <summary>
/// METODO PARA OBTENER TODAS LAS NOTICIAS SIN FILTROS
/// </summary>
/// <returns></returns>
public List<Noticia> ObtenerTotalNoticias()
{
    List<Noticia> result = new List<Noticia>();
    using (var ctx = new UniversityEntities())
    {
        result = (from ntc in ctx.Noticias
                  select ntc).ToList();
    }
    return result;
}
}
}
}

```

5.1.4 Desarrollo de la Capa de Servicios

Así mismo, para exponer los servicios de la aplicación, se creó el proyecto de tipo “Aplicación de servicios WCF”.

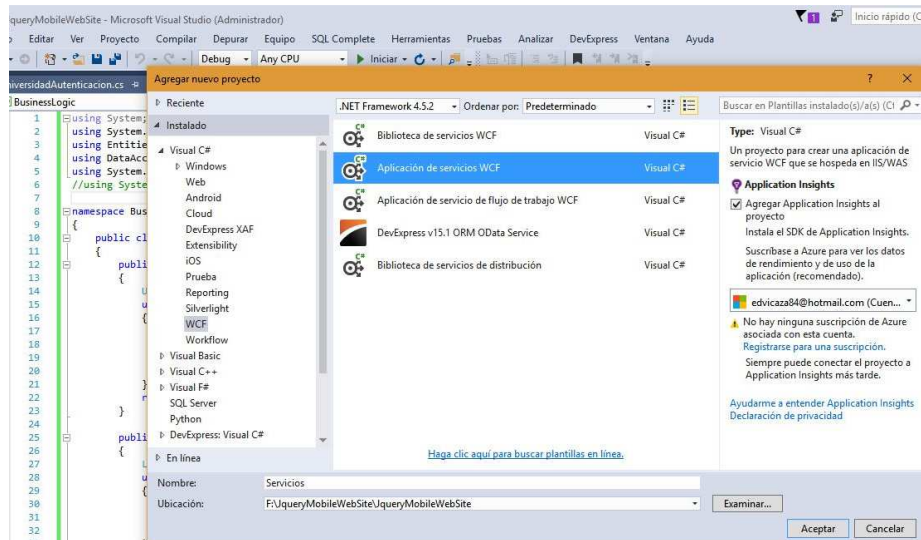


Figura 42, Capa de Servicios – Creación del Proyecto tipo Aplicación WCF

Se agregó un nuevo elemento “Servicio WCF” el cual permite exponer la lógica de negocio en servicios reutilizables.

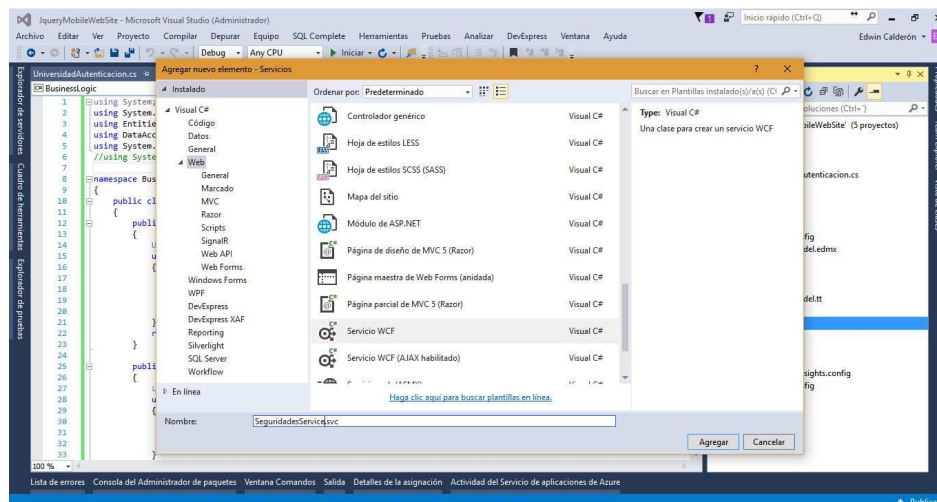


Figura 43, Capa de Servicios – Inclusión del elemento Servicio WCF

Luego se realiza la declaración de los métodos en la interfaz del servicio.

```
using System;  
using System.Collections.Generic;  
using System.Linq;  
using System.Runtime.Serialization;
```

```

using System.ServiceModel;
using System.Text;
using Entities;

namespace Servicios
{
    // NOTE: You can use the "Rename" command on the "Refactor" menu to change the
    // interface name "ISeguridadesService" in both code and config file together.
    [ServiceContract]
    public interface ISeguridadesService
    {
        [OperationContract]
        Usuario Autenticar(string usuario, string clave);
        [OperationContract]
        List<Estudiante> ObtenerEstudiantes(string cedula);
        [OperationContract]
        List<Noticia> ObtenerNoticias(string tipo);
        [OperationContract]
        List<Libro> ObtenerLibros(string criterio);
        [OperationContract]
        List<Noticia> ObtenerTotalNoticias();
    }
}

```

Posteriormente se debe agregar la referencia a las entidades debido a que es necesario para poder trabajar con los objetos que se operan en la lógica de negocios.

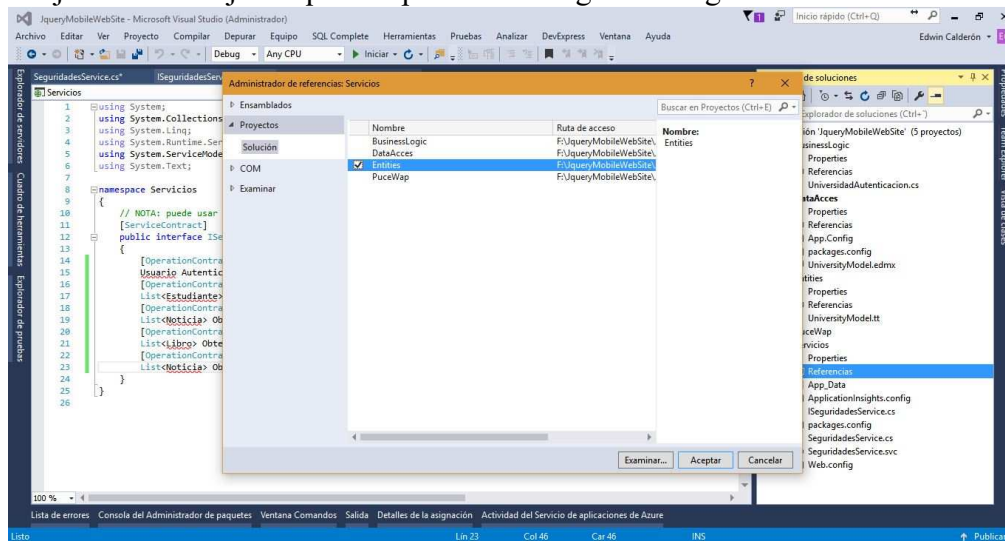


Figura 44, Capa de Servicios – Creación de referencias a la Capa de Entidades

El Código que está a continuación corresponde a la implementación de los servicios

```

using BusinessLogic;

namespace Servicios
{
    // NOTE: You can use the "Rename" command on the "Refactor" menu to change the
    // class name "SeguridadesService" in code, svc and config file together.

    public class SeguridadesService : ISeguridadesService

```

```

{
    readonly UniversidadAutenticacion business = new UniversidadAutenticacion();
    public Entities.Usuario Autenticar(string usuario, string clave)
    {
        return business.Autenticar(usuario, clave);
    }

    public System.Collections.Generic.List<Entities.Estudiante>
    ObtenerEstudiantes(string cedula)
    {
        return business.ObtenerEstudiantes(cedula);
    }

    public System.Collections.Generic.List<Entities.Noticia>
    ObtenerNoticias(string tipo)
    {
        return business.ObtenerNoticias(tipo);
    }

    public System.Collections.Generic.List<Entities.Libro> ObtenerLibros(string
    criterio)
    {
        return business.ObtenerLibros(criterio);
    }

    public System.Collections.Generic.List<Entities.Noticia>
    ObtenerTotalNoticias()
    {
        return business.ObtenerTotalNoticias();
    }
}
}
}

```

5.1.5 Desarrollo de la Capa de Presentación

Para la capa de presentación se añadió un nuevo proyecto de tipo “Aplicación web ASP.NET”

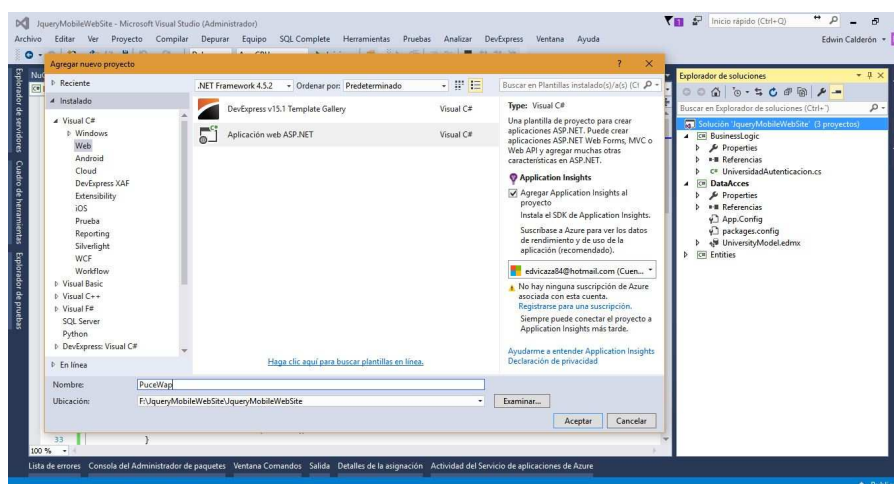


Figura 45, Capa de Presentación – Creación del Proyecto Tipo ASP.Net

En las dos pantallas a continuación se indica el procedimiento para incluir la referencia a las utilidades de JQueryMobile.

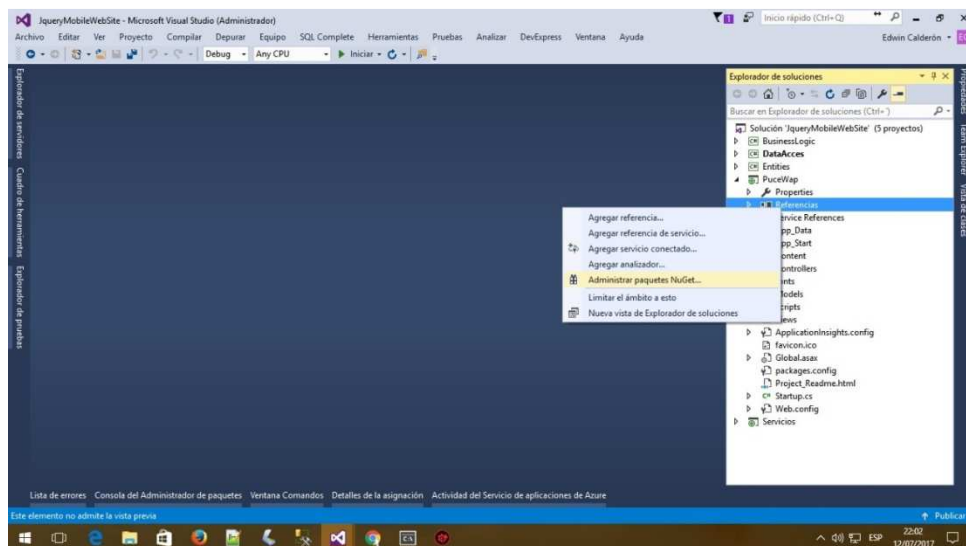


Figura 46, Capa de Presentación – Inclusión de Librerías de JQueryMobile 1

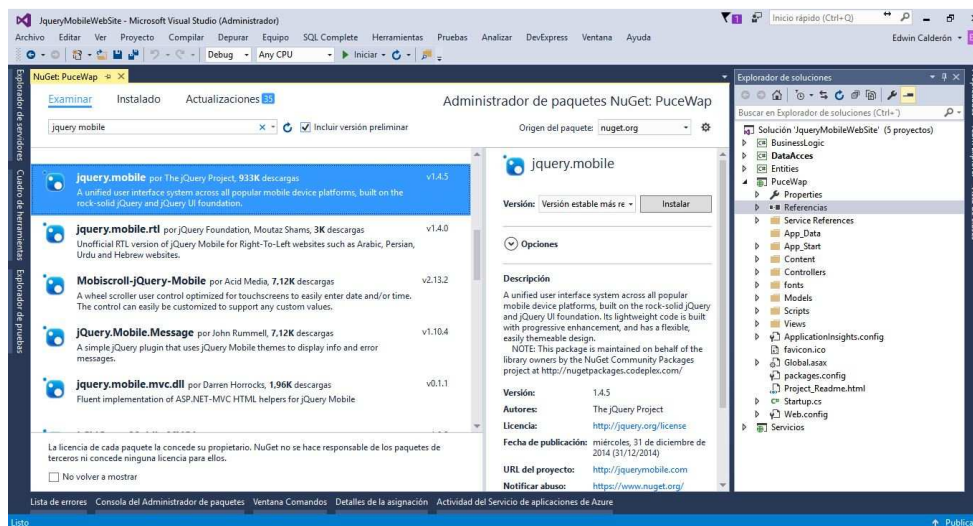


Figura 47, Capa de Presentación – Inclusión de Librerías de JQueryMobile 2

En la pantalla a continuación está el inicio de instalación de todos los paquetes necesarios para que jquery mobile funcione correctamente.

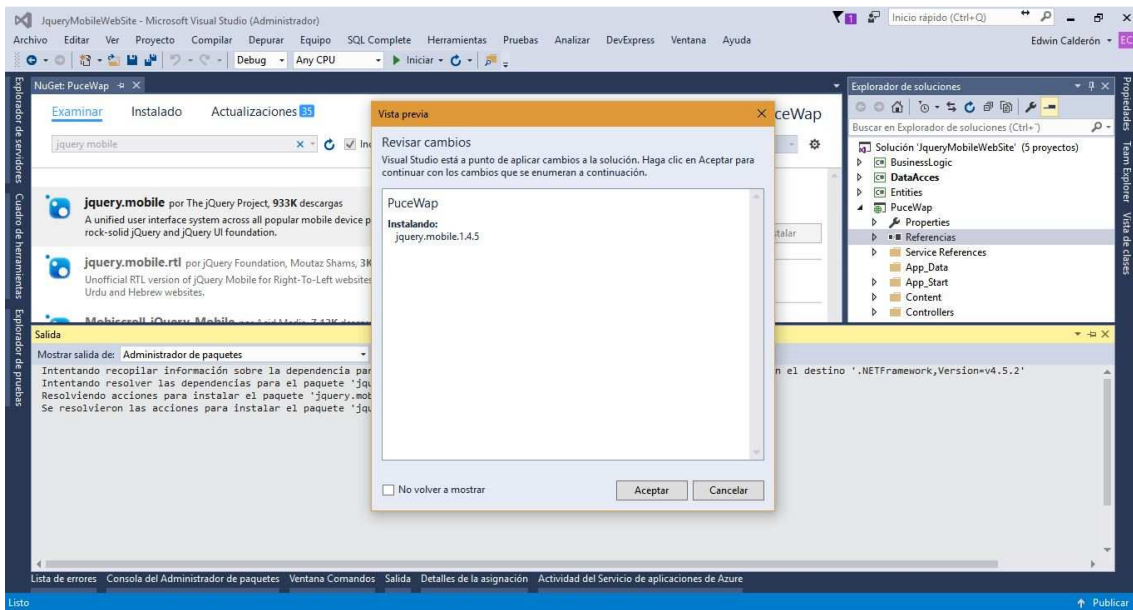


Figura 48, Capa de Presentación – Instalación de Paquetes de JQueryMobile

Tal como se había definido, se utilizó MVC como patrón de diseño de la capa de presentación, para lo cual, añadimos la plantilla correspondiente al proyecto web.

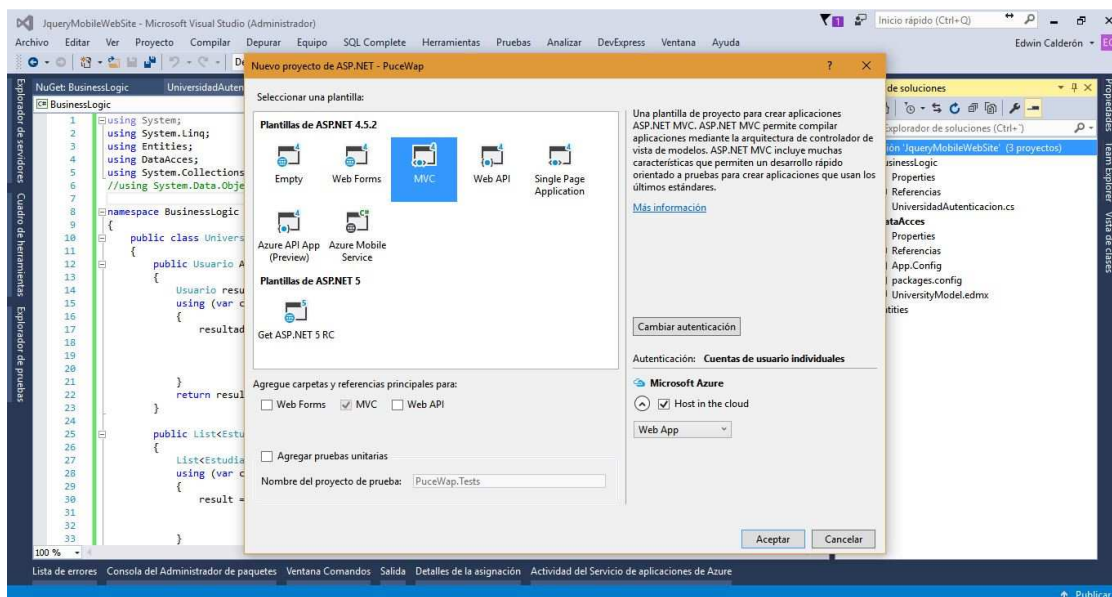


Figura 49, Capa de Presentación – Inclusión de Patrón de Diseño MVC

Se realizaron las configuraciones necesarias para iniciar el desarrollo del patrón de diseño. Se agregó la referencia a los servicios web creados, pues la capa de presentación accede a datos a través de la capa de servicios.

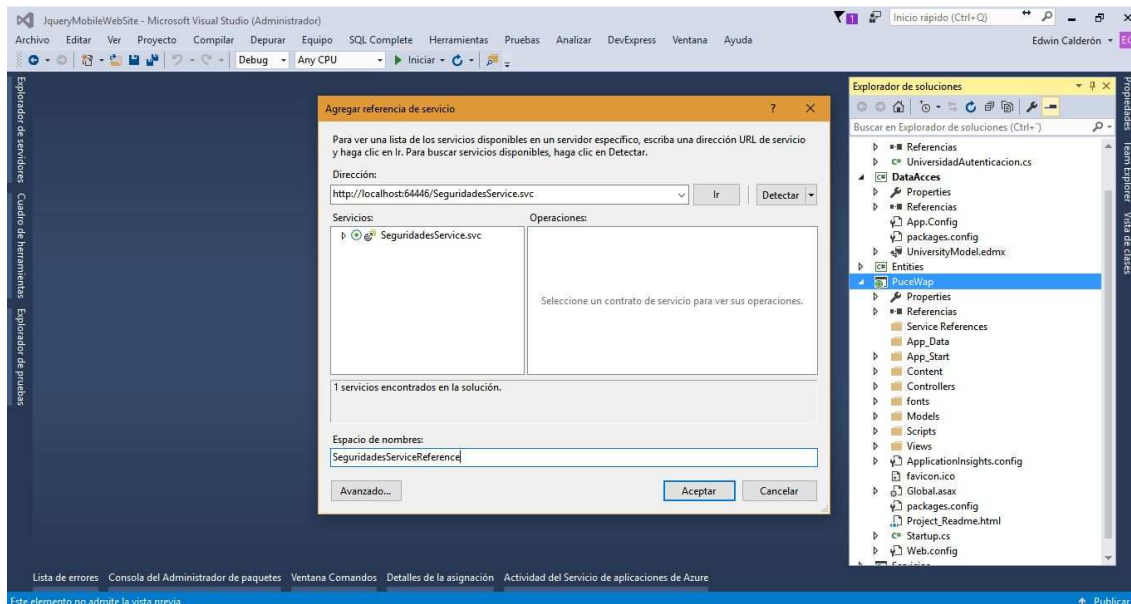


Figura 50, Capa de Presentación – Inclusión de referencias a la Capa de Servicios

Luego, dentro del proyecto MVC “PuceWap” podemos identificar claramente los tres componentes principales de dicho patrón de diseño: modelos, vistas y controladores; ya que la plantilla que utiliza el IDE por defecto define esos tres elementos en la capa de presentación, tal como lo muestra en la siguiente imagen:

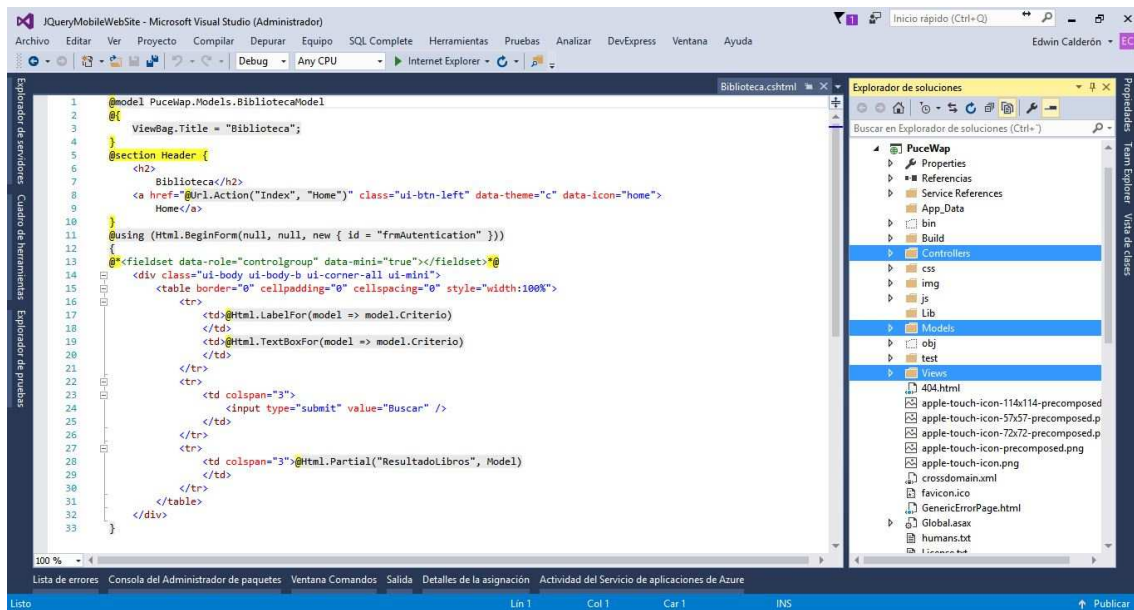


Figura 51, Capa de Presentación – Directorios MVC

Cabe destacar que, como modelos del patrón de diseño se pueden utilizar las entidades generadas en la capa de entidades de la solución y en caso de que se requiera modelos más adaptados a la funcionalidad de las pantallas, estos podrían generarse en el espacio Models de MVC.

En la imagen a continuación se puede observar los archivos generados en el espacio de vistas y controladores.

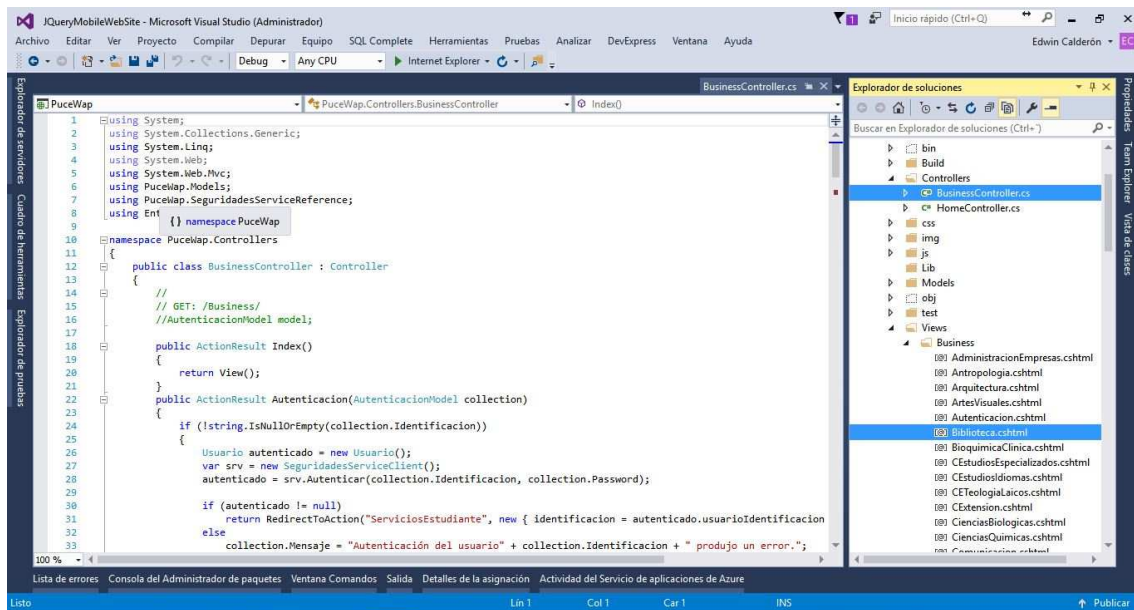


Figura 52, Capa de Presentación – Archivos de los Directorios MVC

La interoperabilidad de estos dos elementos se puede visualizar en las siguientes ilustraciones.

En la página cshtml consta el código html acompañado de código servidor en notación razor (lenguaje C#).

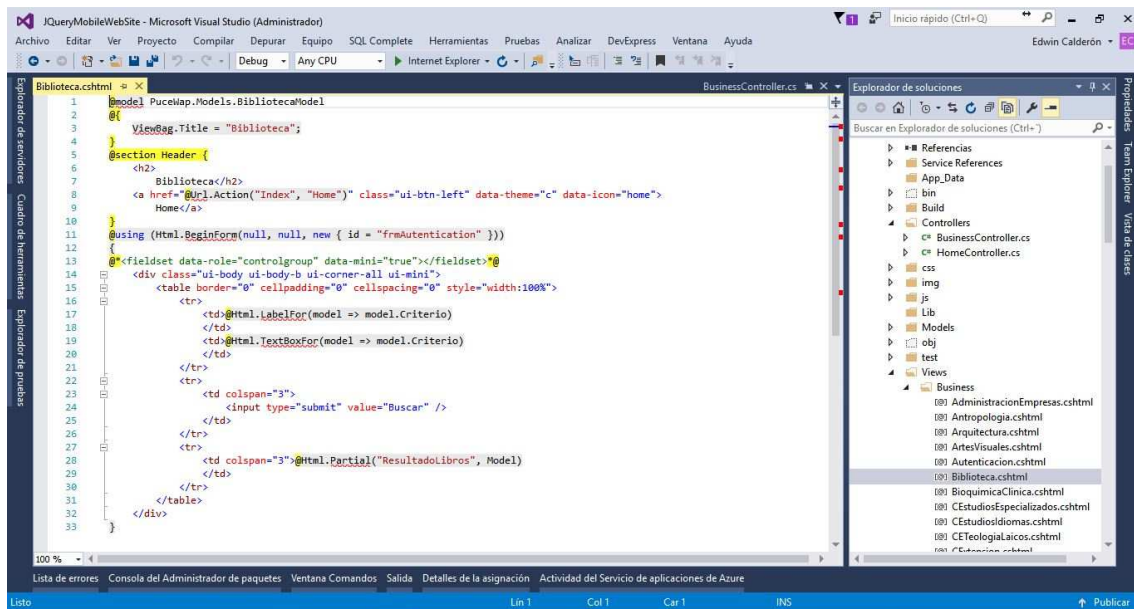


Figura 53, Capa de Presentación – Código HTML y Notación Razor

De la misma forma, en el espacio Controlador están las acciones que mantienen interoperabilidad con las vistas. La imagen que está a continuación corresponde a la acción

“Biblioteca”. Cabe indicar que en el controlador se tienen las llamadas a los métodos de los Servicios WCF (capa de servicios), que devuelven los datos a los modelos para que a su vez sean enviados a la vista correspondiente.

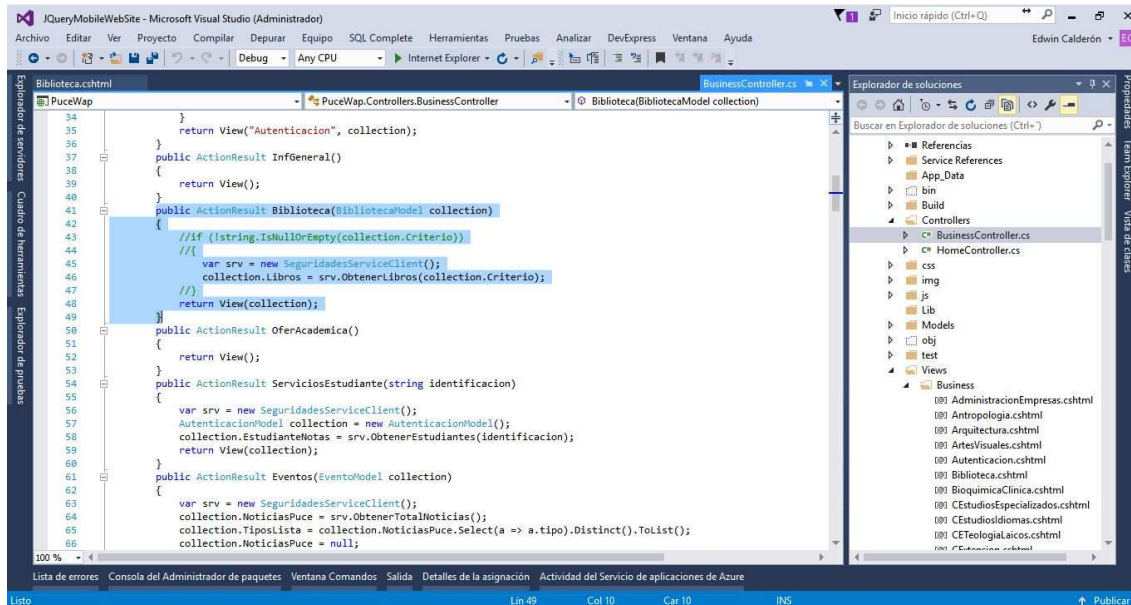


Figura 54, Capa de Presentación – Invocación a métodos de la Capa de Servicios

CAPITULO 6

6 Sitio Móvil de la PUCE V2.0

A continuación se ilustrará cada uno de los servicios disponibles en el Sitio Móvil de la PUCE V2.0. Como se describió en capítulos anteriores, el sitio fue desarrollado con los siguientes componentes tecnológicos:

- Plataforma de desarrollo: .Net Framework 4.5
- IDE Desarrollo: Visual Studio 2012
- Lenguaje de Programación (Servidor): C#
- Base de Datos: SQL Server 2008

Pantalla Principal

Al ingresar a la página principal, se despliega presenta un menú con los distintos servicios del sitio.

Es importante notar que el menú y contenido desplegado está perfectamente ajustado a la pantalla del dispositivo móvil; funcionará de esta forma independientemente del sistema operativo del terminal.



Figura 55, Pantalla Principal Sitio Móvil de la PUCE V2.0

Información General

Al ingresar al botón Información General, se despliega una página con información básica de la PUCE, como son su Misión, Visión y Autoridades Principales.

Como se puede observar, las limitaciones en cuanto al manejo de imágenes, que se tenían hace unos pocos años, han quedado atrás y hoy en día es posible crear sitios móviles con contenido muy rico y dinámico.



Figura 56, Pantalla Información Sitio Móvil de la PUCE V2.0

Biblioteca

El botón de biblioteca nos permite hacer la búsqueda de un libro y conocer si se encuentra disponible.

Este tipo de servicios, de consulta, que requieren acceso a la base de datos de la aplicación, tienen tiempos de respuesta óptimos. El usuario puede navegar como si lo estuviera haciendo desde un computador personal.



Figura 57, Pantalla Biblioteca Sitio Móvil de la PUCE V2.0

Oferta Académica

Las opciones del sitio están dispuesta de forma tal que, el usuario puede ir navegando a los diferentes niveles de detalle y contenido de una manera amigable e intuitiva. A continuación, se presentan otros contenidos informativos de la página con la oferta académica de la PUCE, dividida en niveles: Pregrado, Postgrado, además de otros cursos abiertos.



Figura 58, Pantalla Oferta Académica Sitio Móvil de la PUCE V2.0

Servicios al Estudiante

Al ingresar a la opción Servicios al estudiante se despliega una página que nos mediante la autenticación de usuario y contraseña podemos obtener información de notas y faltas en las distintas materias.



Figura 59, Pantalla Servicios al estudiante Sitio Móvil de la PUCE V2.0

Eventos

Permite la selección entre distintos tipos de eventos (Académicos, Institucionales, Publicaciones, Eventos), al seleccionar entre las alternativas disponibles se presentará información referente al tema elegido.



Figura 60, Pantalla Eventos Sitio Móvil de la PUCE V2.0

7 Conclusiones

1. Para la finalización de este proyecto de disertación de tesis, fue necesario identificar el estado actual de la tecnología, pues desde el momento en que la solución fue concebida a la fecha, han existido grandes avances en los elementos tecnológicos que la conforman, siendo los principales factores los siguientes:
 - a. Los dispositivos móviles hoy en día tienen características inimaginables hace pocos años, poseen capacidades de procesamiento, memoria y despliegue en pantalla muy similares a las de un computador personal.
 - b. Las redes de comunicación móvil han alcanzado altas velocidades de transmisión.
 - c. Las plataformas, lenguajes y protocolos de desarrollo Web, son compatibles con todo tipo de dispositivos y navegadores.

Por lo anterior, las especificaciones y protocolos WAP 2.0 han quedado obsoletas, por lo cual se decidió desarrollar el Sitio Móvil de la PUCE en la plataforma .Net, misma que puede soportar todo tipo de aplicaciones.

2. En la actualidad los dispositivos móviles son el medio preferido para el acceso a la información y servicios disponibles en Internet, desplazando cada vez más a los computadores personales. De acuerdo al portal WEB Hootsuite, más de la mitad del tráfico de internet mundial se genera desde dispositivos móviles como teléfonos inteligentes y tabletas.
3. Según la encuesta realizada, la mayor parte de los estudiantes de la PUCE cuenta con los medios tecnológicos que les permiten aprovechar los servicios disponibles en el

Sitio Móvil de la PUCE, mismo que hoy constituye una prestación fundamental de la universidad tanto para sus estudiantes como para el público en general.

4. El desarrollo web es una excelente alternativa frente a otras opciones como desarrollo de app nativas, especialmente cuando se trata de proveer servicios de información, porque el tiempo de desarrollo y costos es mucho menor.
5. La plataforma de desarrollo .Net permitió agilizar los tiempos de desarrollo, pues en sus librerías de clases trae listas gran parte de las funciones utilizadas. Específicamente, el framework [jQueryMobile](#), tiene muchas funcionalidades compatibles con todo tipo de dispositivos móviles.
6. La arquitectura en n capas, permitió una mejor distribución del trabajo de desarrollo porque separara la lógica de negocios de la lógica de diseño, estructurando el código de manera modular, donde cada capa tiene una funcionalidad específica que se puede desarrollar o cambiar sin afectar a las demás capas.

8 Recomendaciones

1. De acuerdo a la encuesta aplicada en la PUCE, la mayoría de los estudiantes disponen de un dispositivo móvil con acceso a internet y expresan tener gran interés en la utilización del Sitio Móvil de la PUCE; por lo cual, la universidad debe seguir construyendo y enriqueciendo el contenido del Sitio.
2. En los proyectos de ampliación del Sitio Móvil de la PUCE, es importante utilizar metodologías que permitan recoger de manera efectiva las necesidades de los estudiantes y diseñar servicios innovadores para ellos. Una de las metodologías sugeridas es Design Thinking, la cual propone un proceso iterativo de cinco pasos, que van desde el descubrimiento de los reales intereses de los usuarios, pasando por etapas de definición del problema, generación de ideas, prototipos y pruebas. Design Thinking propone métodos que permiten descubrir necesidades que no eran obvias, liberan la creatividad en el proceso de ideación y generan mayor dinamismo en el proceso de prueba - error de la solución.
3. Para la implementación del Sitio Móvil de la PUCE, es necesario realizar configuraciones de seguridad como certificados digitales y considerar soluciones de cifrado de datos para asegurar niveles adecuados de confiabilidad y privacidad de la información.
4. Se sugiere que la PUCE siga explorando alternativas innovadoras de desarrollo de aplicaciones, que generen el interés de los estudiantes, una activa interacción entre ellos y permitan a la universidad una mayor diferenciación por la prestación de servicios.

Bibliografía

Anónimo. (2012, 7 16). *Mi Blog Técnico*. Obtenido de

<https://miblogtecnico.wordpress.com/tag/asp-net-mvc-2/>

ARCOTEL. (2015). *Internet Boletín Estadístico del Sector de Telecomunicaciones*.

ARCOTEL. (2017, 02). *Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones*.

Obtenido de [http://www.arcotel.gob.ec/wp-](http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2017/05/Infograf%C3%ADa2_feb2017-EVOLUCI%C3%93N-SMA.pdf)

[content/uploads/2017/05/Infograf%C3%ADa2_feb2017-EVOLUCI%C3%93N-SMA.pdf](http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2017/05/Infograf%C3%ADa2_feb2017-EVOLUCI%C3%93N-SMA.pdf)

ARCOTEL. (2017, 05). *Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones*.

Obtenido de <http://www.arcotel.gob.ec/servicio-movil-avanzado-sma/>

Baskar, A. (s.f.). *Time to Ast Timelines*. Obtenido de

<https://www.timetoast.com/timelines/the-history-of-the-cell-phone-8511804e-e606-439e-a79b-3817ed971f60>

Claro Colombia. (s.f.). *Claro*. Obtenido de <http://www.claro.com.co>

El hacker. (s.f.). Obtenido de <http://wiki.elhacker.net/programacion/dotnet/introduccion/-ques-net>

Enrique Bañuls, E. N. (2017, 05 26). *Buenas prácticas de codificación para capas de acceso*

a datos de aplicaciones (III). Obtenido de <https://msdn.microsoft.com/es-es/communitydocs/net-dev/dev/buenas-practicas-parte3>

Fernandez, S. (2017, 02 12). *Que fue del WAP?* Obtenido de

<https://www.xatakamovil.com/conectividad/que-fue-del-wap>

Fink, S. T. (2010). *Kannel: Open Source WAP and SMS gateway*. Obtenido de

<http://www.kannel.org/overview.shtml>

Houglund, D., & Zafar, K. (2002). *GUIA ESENCIAL WAP*. PEARSON EDUCACION.

- Huidobro, J. M. (s.f.). *WAP. Protocolo de aplicaciones inalámbricas*. Obtenido de <https://www.coit.es/publicac/publbit/bit117/quees.html>
- Kemp, S. (2017, 01 24). *We are Socials*. Obtenido de Hootsuite: <https://wearesocial.com/special-reports/digital-in-2017-global-overview>
- Kumar, C. (2015, 10 18). *Geek Flare*. Obtenido de <https://geekflare.com/websphere-introduction/>
- Open Signal. (2016, 11). *The State of LTE*. Obtenido de <https://opensignal.com/reports/2016/11/state-of-lte>
- Rojas, D. (2009, 21 11). *I Comparable*. Obtenido de Programación, Arquitectura, SOA, Cloud Computing, .NET y más: <http://icomparable.blogspot.com/2009/11/wcf-en-una-arquitectura-n-layer.html>
- Rojas, J. V. (2008). *Consulta y actualización de bases de datos mediante equipos móviles*. Medellín: Fondo Editorial ITM.
- SAP. (s.f.). *Touch IoT con SAP Leonardo*. Obtenido de www.open.sap.com
- Steve. (s.f.). *Antique Tech*. Obtenido de http://www.antiquetech.com/?page_id=1438
- Vida, M. (2013, 3 5). *Evolución de la Web en el mundo móvil: Diseño Web Adaptable y Web Apps*. Obtenido de <http://blog.captative.com/index.php/evolucion-de-la-web-en-el-mundo-movil-diseno-web-adaptable-y-web-apps/>