

Universidad Central de Venezuela
Facultad de Ciencias
Escuela de Computación
Laboratorio de Redes Móviles, Inalámbricas y
Distribuidas

**Gestión de historias
médicas de hospitalizaciones,
utilizando dispositivos móviles
y tecnología Wi-Fi**

Trabajo Especial de Grado
presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por el Bachiller:

Manuel A. Valero C.
C.I.: 16.525.605
E-mail: manuelvalero@cantv.net

Como requisito para optar por el título de
Licenciado en Computación

Tutor: Ana Morales

Caracas, Octubre de 2009

Universidad Central de Venezuela
Facultad de Ciencias
Escuela de Computación
Laboratorio de Redes Móviles, Inalámbricas y
Distribuidas



ACTA DEL VEREDICTO

Quienes suscriben, Miembros del Jurado designado por el Consejo de la Escuela de Computación para examinar el Trabajo Especial de Grado, presentado por el Bachiller Manuel Valero C.I.: 16.525.605, con el título **"Gestión de historias médicas de hospitalizaciones, utilizando dispositivos móviles y tecnología Wi-Fi"**, a los fines de cumplir con el requisito legal para optar al título de Licenciado en Computación, dejan constancia de lo siguiente:

Leído el trabajo por cada uno de los Miembros del Jurado, se fijó el día 26 de Octubre de 2009, a las 2:00 PM para que su autor lo defendiera en forma pública, en Aula 1 de la Escuela de Computación, lo cual realizó mediante una exposición oral de su contenido, y luego respondió satisfactoriamente a las preguntas que le fueron formuladas por el Jurado, todo ello conforme a lo dispuesto en la Ley de Universidades y demás normativas vigentes de la Universidad Central de Venezuela. Finalizada la defensa pública del Trabajo Especial de Grado, el jurado decidió aprobarlo.

En fe de lo cual se levanta la presente acta, en Caracas el 26 de Octubre de 2009, dejándose también constancia de que actuó como Coordinador del Jurado el Profesor Tutor Ana Morales.

Prof. Ana Morales
(Tutor)

Prof. María Elena Villapol
(Jurado Principal)

Prof. Omaira Rodríguez
(Jurado Principal)

Agradecimientos

Quisiera agradecer en primer lugar a mis padres Celeste Correia y Oscar Valero. Gracias por haber confiado en mí, por haberme apoyado en todas mis decisiones, por escucharme, aconsejarme, brindarme la mejor educación posible y sobre todo por su inmensa paciencia.

A mi querida hermana mayor Lilia Valero, que siempre me ha brindado su ayuda y cariño.

A mi tutora y profesora Ana Morales, por su paciencia, apoyo y dedicación a lo largo del desarrollo de este trabajo especial de grado. Gracias por recibirme y prestarme su colaboración sin importar el hecho de que hubiésemos comenzado a trabajar a principio de año de manera imprevista.

A la profesora Claudia Fuenmayor, por su colaboración y dedicación a comienzos del desarrollo de este trabajo especial de grado.

Al Médico Traumatólogo Dr. Guillermo Rangel por sus acertadas orientaciones sobre el tema, por brindarme su apoyo y solidaridad, además de compartir conmigo sus conocimientos en el área. Gracias por brindarme su colaboración e importante asesoría durante la realización de esta investigación.

A la Policlínica Metropolitana por permitir realizar parte de esta investigación en sus instalaciones.

A mi primo Daniel, por toda su colaboración y apoyo incondicional durante el tiempo que dedique a este trabajo especial de grado. Gracias por fungir como compañero de tesis, valió la pena el esfuerzo.

A Mary Materano, Gabriela de los Rios, Dayana Torres, Manuel Herrera, David Molina, Giovanna Campos, Laura Malavé, Vanessa Torres, por su apoyo e importante asesoría durante la realización de este trabajo especial de grado.

A todos mis amigos y compañeros de clases que estuvieron conmigo a lo largo de mi estadía en mi querida UCV, que me han apoyado de alguna u otra forma: las gemelas, los gemelos, Danielita, Betzy, Mathias, Jesus, Hedras y los compañeros del Centro de Computación, gracias por sus consejos, compañía y ayuda todos estos años.

Manuel A. Valero C.

Resumen

Título:

Gestión de historias medicas de hospitalizaciones utilizando dispositivos móviles y tecnología Wi-Fi.

Autor:

Manuel Valero.

Tutor:

Prof. Ana Morales

En el presente Trabajo Especial de Grado se describe el proceso de análisis, diseño e implementación de un sistema de gestión de historias médicas de hospitalizaciones, utilizando dispositivos móviles con capacidades de navegación Web y capacidades de conexión a redes inalámbricas IEEE 802.11. La solución planteada se desarrolló bajo una arquitectura Web de tipo Cliente/Servidor.

La gestión tradicional de historias médicas conlleva múltiples inconvenientes, un ejemplo consiste en el almacenamiento físico y custodia de historiales médicos, los cuales se convierten en un verdadero problema debido a la gran cantidad de información que se maneja. De igual forma, la gestión tradicional conlleva a posibles equivocaciones de legibilidad al momento de realizar el llenado de la información o al momento de realizar transcripciones de un lugar a otro, pudiendo causar demoras e inconvenientes en la prestación del servicio médico. El uso de dispositivos móviles para la gestión de historiales médicos en un área de hospitalización, representa una solución portable y poco costosa a los problemas inherentes de la gestión tradicional. Los beneficios del uso de dispositivos móviles en un área de hospitalización se evidencian al permitir que los profesionales de la medicina ejecuten procesos de toma de decisiones eficientes y oportunos, teniendo acceso a la información de forma electrónica sin importar el lugar donde se encuentren.

Palabras Clave: Historias Médicas, Dispositivos Móviles, Redes Inalámbricas, Hospitalizaciones, IEEE 802.11.

Tabla de Contenido

ÍNDICE DE FIGURAS	V
-------------------------	---

ÍNDICE DE TABLAS	VII
------------------------	-----

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Objetivo general	2
1.3 Objetivos específicos	2
1.4 Justificación	2
1.5 Metodología	3
1.6 Alcance	3
1.7 Estructura del trabajo	4
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1 Redes inalámbricas	5
2.1.1 Clasificación de las redes inalámbricas	5
2.1.2 Redes de área local inalámbricas	6
2.1.2.1 Historia de las WLAN	7
2.1.2.2 Tecnologías usadas en WLAN	7
2.1.3 Estándar IEEE 802.11	8
2.1.3.1 Arquitectura IEEE 802.11	8
2.1.3.2 Servicios de IEEE 802.11	10
2.1.3.3 Control de acceso al medio en IEEE 802.11	11
2.1.3.4 Seguridad en 802.11	14
2.1.3.5 Mecanismos de transmisión	15
2.1.4 Conjunto de estándares	16
2.2 Dispositivos móviles	17
2.2.1 Categorías de dispositivos móviles	18
2.2.2 Asistentes personales digitales	18
2.2.2.1 Usos	20
2.2.2.2 Modelos de PDAs	20
2.2.3 Smartphones	24
2.3 Software para dispositivos móviles	26
2.3.1 Sistema operativo Windows Mobile	26
2.3.2 Sistema operativo Symbian	28
2.3.3 Sistema operativo Palm	30
2.4 Gestión de historias médicas	31
2.4.1 Estructura	32
2.4.2 Historias médicas electrónicas	33
2.4.2.1 Estructura	34
2.4.2.2 Beneficios	34
3. ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA APLICACIÓN	37
3.1 Análisis de requerimientos	38
3.2 Análisis y descripción de las herramientas	42
3.2.1 Java EE	43
3.2.1.1 Java Servlets	44
3.2.1.2 JavaServer Pages	45

3.2.1.3	Arquitectura MVC	45
3.3	Modelado de la aplicación	46
3.3.1	Diagrama de casos de uso	47
3.3.2	Modelo conceptual de los datos	64
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA APLICACIÓN	67
4.1	Arquitectura de la aplicación	67
4.1.1	Módulo no móvil	68
4.1.2	Módulo móvil	68
4.2	Plataforma de hardware	68
4.2.1	Servidor	68
4.2.2	Cliente	69
4.2.3	Componentes adicionales.....	70
4.3	Implementación de las funcionalidades	71
4.3.1	Módulo no móvil	71
4.3.1.1	Autenticar usuario	71
4.3.1.2	Cambiar contraseña.....	72
4.3.1.3	Olvido de contraseña	72
4.3.1.4	Gestionar usuarios.....	73
4.3.1.5	Agregar cuenta de usuario.....	74
4.3.1.6	Consultar cuenta de usuario	75
4.3.1.7	Eliminar cuenta de usuario	76
4.3.1.8	Modificar cuenta de usuario	77
4.3.1.9	Consultar bitácora de uso	77
4.3.1.10	Gestionar pacientes	78
4.3.1.11	Agregar paciente	79
4.3.1.12	Consultar paciente.....	80
4.3.1.13	Eliminar paciente	81
4.3.1.14	Modificar paciente.....	82
4.3.1.15	Gestionar historias médicas	82
4.3.1.16	Agregar historia médica.....	83
4.3.1.17	Consultar historia médica	84
4.3.1.18	Cerrar historia.....	85
4.3.1.19	Modificar historia médica	86
4.3.2	Módulo móvil	87
4.3.2.1	Autenticar usuario	88
4.3.2.2	Cambiar contraseña.....	88
4.3.2.3	Olvido de contraseña	89
4.3.2.4	Listar historias asignadas	90
4.3.2.5	Buscar historia.....	90
4.3.2.6	Consultar historia	91
4.3.2.7	Listar componentes de la historia médica	92
4.3.2.8	Agregar componentes de la historia médica.....	93
4.3.2.9	Consultar componentes de la historia médica.....	94
4.4	Instalación de la aplicación	94
4.4.1	Configuración del servidor	95
4.4.2	Instalación de la aplicación	97
5.	PRUEBAS Y RESULTADOS.....	99
5.1	Herramientas utilizadas durante el desarrollo de las pruebas	100
5.2	Desarrollo de las pruebas	100

6. CONCLUSIONES	115
6.1 Limitaciones	116
6.2 Recomendaciones y trabajos futuros.....	116
 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	 119
 ANEXOS	 121
Anexo A: Formato para el llenado manual de las órdenes medicas en el área de hospitalización de la Policlínica Metropolitana.....	122
Anexo B: Formato para el llenado manual de la evolución medica en el área de hospitalización de la Policlínica Metropolitana.....	123
Anexo C: Formato de la evolución de enfermería en el área de hospitalización de la Policlínica Metropolitana	124
Anexo D: Formato para el control de líquidos en el área de hospitalización de la Policlínica Metropolitana	125
Anexo E: Formato para control de signos vitales en el área de hospitalización de la Policlínica Metropolitana	126

Índice de Figuras

Figura 2.1: Configuraciones de WLAN.....	6
Figura 2.2: Arquitectura IEEE 802.11.....	9
Figura 2.3: Capa de Enlace de Datos.....	12
Figura 2.4: DFWMAC Distributed Foundation Wireless MAC.	13
Figura 2.5: Ejemplo de PDA.	19
Figura 2.6: Ejemplo de Palm.	21
Figura 2.7: Ejemplo de Pocket PC.	22
Figura 2.8: Ejemplo de BlackBerry.....	24
Figura 2.9: Ejemplo de Smartphone.....	25
Figura 2.10: Ejemplo de un ambiente con Windows Mobile.	27
Figura 2.11: Arquitectura de Symbian.	29
Figura 2.12: Ejemplo de Interfaces (S60 y UIQ).	29
Figura 2.13: Ejemplo de un ambiente Palm OS.....	31
Figura 2.14: Ejemplo de Historia Médica Electrónica.....	34
Figura 3.1: Arquitectura Multinivel Java EE.	43
Figura 3.2: Arquitectura MVC bajo Java EE.	46
Figura 3.3: Diagrama de casos de uso, Nivel 0.	48
Figura 3.4: Diagrama de casos de uso del nivel 1, Módulo No móvil.	49
Figura 3.5: Diagrama de casos de uso del nivel 1, Módulo móvil.....	50
Figura 3.6: Diagrama de casos de uso del nivel 2, Módulo No móvil.	53
Figura 3.7: Diagrama de casos de uso del nivel 2, Módulo móvil usuario doctor.....	54
Figura 3.8: Diagrama de casos de uso del nivel 2, Módulo móvil usuario enfermera. .	54
Figura 3.9: Diagrama de casos de uso del nivel 3, Módulo móvil usuario doctor.....	59
Figura 3.10: Diagrama de casos de uso del nivel 3, Módulo móvil usuario enfermera.	60
Figura 3.11: Modelo conceptual de la base de datos.....	65
Figura 4.1: Arquitectura de la aplicación.....	67
Figura 4.2: Smartphone modelo Nokia E71.	69
Figura 4.3: Enrutador inalámbrico Linksys WRT54G.	70
Figura 4.4: Interfaz de autenticación de usuario, módulo no móvil.....	71
Figura 4.5: Interfaz de cambio de contraseña, módulo no móvil.	72
Figura 4.6: Interfaz de olvido de contraseña, módulo no móvil.....	73
Figura 4.7: Interfaz para la gestión de usuarios, módulo no móvil.	74
Figura 4.8: Interfaz para agregar una cuenta de usuario, módulo no móvil.	75
Figura 4.9: Interfaz para la consulta de una cuenta de usuario, módulo no móvil.....	76
Figura 4.10: Interfaz para la eliminación de una cuenta de usuario, módulo no móvil.....	76
Figura 4.11: Interfaz para la modificación de una cuenta de usuario, módulo no móvil.	77
Figura 4.12: Interfaz para la consulta de la bitácora de uso, módulo no móvil.	78
Figura 4.13: Interfaz para la gestión de pacientes, módulo no móvil.	79
Figura 4.14: Interfaz para agregar un paciente, módulo no móvil.	80
Figura 4.15: Interfaz para la consulta de un paciente, módulo no móvil.....	81
Figura 4.16: Interfaz para la eliminación de un paciente, módulo no móvil.....	81
Figura 4.17: Interfaz para la modificación de un paciente, módulo no móvil.	82
Figura 4.18: Interfaz para la gestión de historias médicas, módulo no móvil.	83
Figura 4.19: Interfaz para agregar una historia médica, módulo no móvil.	84
Figura 4.20: Interfaz para la consulta de una historia médica, módulo no móvil.	85
Figura 4.21: Interfaz para realizar el cierre de una historia médica, módulo no móvil.	86
Figura 4.22: Interfaz para la modificación de una historia médica, módulo no móvil..	86
Figura 4.23: Interfaz de autenticación de usuario, módulo móvil.	88
Figura 4.24: Interfaz de cambio de contraseña, módulo móvil.....	89
Figura 4.25: Interfaz de olvido de contraseña, módulo móvil.....	89

Figura 4.26: Interfaz para listar las historias médicas asignadas de un doctor.	90
Figura 4.27: Interfaz búsqueda de historia, usuario doctor.....	90
Figura 4.28: Interfaz búsqueda de historia, usuario enfermera.....	91
Figura 4.29: Interfaz para la consulta de una historia médica, módulo móvil.....	91
Figura 4.30: Interfaz que permite listar las ordenes médicas de una historia.....	92
Figura 4.31: Interfaz que permite listar el control de líquidos de una historia.	92
Figura 4.32: Interfaz para agregar una orden médica.....	93
Figura 4.33: Interfaz para agregar un control de líquido.	93
Figura 4.34: Interfaz para la consulta de una evolución de enfermería.	94
Figura 4.35: Interfaz para la consulta de una lectura de signos vitales.	94
Figura 4.38: Ejemplo de configuración de una variable de entorno, Windows Vista. ..	96
Figura 5.1: Ambiente de pruebas.....	99

Índice de Tablas

Tabla 3.1: Descripción de casos de uso, Nivel 1.....	50
Tabla 3.2: Descripción de casos de uso, Nivel 2.....	54
Tabla 3.3: Descripción de casos de uso, Nivel 3.....	60
Tabla 3.4: Entidades del modelo de datos.....	64
Tabla 5.1: Desarrollo de pruebas, módulo no móvil.....	100
Tabla 5.2: Desarrollo de pruebas, módulo no móvil.....	102
Tabla 5.3: Desarrollo de pruebas, módulo no móvil.....	106
Tabla 5.4: Desarrollo de pruebas, módulo móvil.....	108
Tabla 5.5: Desarrollo de pruebas, módulo móvil.....	109

1. Introducción

Hoy en día es difícil caminar por las calles de las principales ciudades de Venezuela o del mundo, sin darse cuenta de la gran cantidad de gente que posee algún tipo de dispositivo móvil, ya sea un teléfono celular, una agenda electrónica, una computadora portátil, un BlackBerry e incluso un Iphone. De igual forma sucede al caminar por los pasillos de clínicas, hospitales y centros de asistencia, donde se evidencia la gran cantidad de personal médico profesional que posee alguno de estos dispositivos. Cada día el número de médicos que utilizan dispositivos móviles se incrementa, sin embargo pocos integran el uso de estos dispositivos en su ejercicio médico profesional, especialmente en el caso de Venezuela.

Los dispositivos móviles son una especie de pequeños computadores de mano, que permiten a sus usuarios realizar diferentes actividades mientras se desplazan de un lugar a otro. Por esta razón, este tipo de dispositivo tiene una gran cantidad de aplicaciones en el campo de la medicina moderna. Gracias al uso de dispositivos móviles los doctores pueden tener acceso a grandes cantidades de información sin importar el lugar donde se encuentren. Esta información incluye material de referencia clínico, libros de texto, material de investigación, prescripción de medicamentos, historial médico de los pacientes, entre otras.

Gracias a los beneficios de la utilización de dispositivos móviles, el número de profesionales de la medicina que integren su uso a la práctica profesional ira incrementándose en los próximos años. Con la finalidad de fomentar en nuestro país la integración de este tipo de tecnologías de información con el campo de la medicina, se define el Trabajo Especial de Grado denominado “Gestión de historias médicas de hospitalizaciones, utilizando dispositivos móviles y tecnología Wi-Fi”.

1.1 Planteamiento del problema

La gestión tradicional de historias médicas conlleva múltiples inconvenientes, por ejemplo, el almacenamiento físico de las historias se convierte en un verdadero problema debido a la gran cantidad de información que se maneja. De igual forma, la gestión tradicional conlleva a posibles equivocaciones de legibilidad al momento de realizar el llenado de las historias médicas, causando demoras e inconvenientes en la prestación del servicio médico. Por otro lado, se conoce que la gestión electrónica de historias médicas ayuda a incrementar la productividad y eficiencia de los centros de atención clínica, además de ayudar a reducir los costos asociados al almacenamiento de los medios físicos tradicionales. Los beneficios de la utilización de dispositivos móviles en el campo de la medicina se evidencian al permitir que los profesionales ejecuten

procesos de toma de decisiones eficientes y oportunos, teniendo acceso a la información de forma electrónica sin importar el lugar donde se encuentren.

1.2 Objetivo general

Desarrollar un sistema de gestión de historias médicas de hospitalizaciones, para ser utilizado por dispositivos móviles con capacidades de conexión inalámbrica, que permita la modificación y consulta de los componentes principales de la historia médica de un paciente en un caso de hospitalización.

1.3 Objetivos específicos

- Analizar los requerimientos necesarios para la gestión electrónica de historias médicas de hospitalizaciones.
- Analizar los requerimientos de hardware y software de la aplicación a desarrollar.
- Seleccionar las herramientas y tecnologías necesarias para el desarrollo de la aplicación.
- Desarrollar la aplicación para la gestión electrónica de historias médicas de hospitalizaciones.
- Realizar pruebas a la aplicación.

1.4 Justificación

Los dispositivos móviles han pasado por una evolución inicial partiendo de dispositivos de gran tamaño y pocas capacidades de procesamiento, a equipos modernos de menor tamaño con capacidades de procesamiento, velocidad y almacenamiento nunca antes vistas en este tipo de dispositivos. Por otro lado, la penetración y masificación en el mercado que han tenido estos dispositivos se ha ido incrementando de forma progresiva, es difícil encontrar a alguien que no haga uso de un dispositivo móvil hoy en día.

Son estas las razones que explican el hecho de que los dispositivos móviles se estén comenzando a utilizar para realizar procesos de negocios en las diferentes industrias del mundo moderno, como ocurre en el caso de la industria médica. Al evaluar la relación costo/beneficio del uso de estos dispositivos, resulta ventajoso desarrollar una aplicación que permita la gestión electrónica de historiales médicos a través de dispositivos móviles, ya que representa una solución poco costosa y eficiente a los problemas que conlleva la gestión tradicional de las mismas.

Al integrar el uso de dispositivos móviles a la gestión de historias médicas, es posible que los médicos accedan la información sin importar el lugar donde se encuentren. Estos profesionales pueden consultar los historiales médicos de sus pacientes de forma electrónica a través de sus dispositivos, permitiéndoles consultar y modificar la información cuando sea necesario, inclusive mientras se trasladan de un lugar a otro. La utilización de un sistema de gestión de historias médicas a través de dispositivos móviles permite la posibilidad de que el usuario actualice la información de forma rápida y continua, inclusive desde el lugar donde se está proporcionando la atención médica.

1.5 Metodología

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se completaron los pasos definidos bajo el modelo de proceso en Cascada. En un modelo de proceso en Cascada, los resultados de cada fase representan los insumos necesarios para completar la siguiente.

- **Fase de Análisis:** En esta fase se realiza un análisis de los requerimientos necesarios para la gestión electrónica de historias médicas utilizando dispositivos móviles. Se incluye el análisis de los componentes que conforman las mismas y las capacidades de los dispositivos móviles, con el objetivo de obtener los criterios para el diseño de la solución.
- **Fase de Diseño:** En esta fase se realiza el diseño de la solución en base a los requerimientos y los recursos disponibles. Se realiza el diseño de las funcionalidades de la aplicación y sus respectivas interfaces de usuario.
- **Fase de Implementación:** En esta fase se realiza el desarrollo y programación de la aplicación para la gestión electrónica de historias médicas a través de dispositivos móviles. Incluye la programación de las interfaces de usuario, la base de datos, la configuración de la conexión a través de redes inalámbricas, entre otros.
- **Fase de Pruebas:** En esta fase se realizan diferentes pruebas de funcionalidades, para verificar que la aplicación cumple con los objetivos planteados.

1.6 Alcance

El alcance principal de esta investigación es desarrollar una aplicación Web para la gestión electrónica de historias médicas de hospitalizaciones a través de dispositivos móviles. Las historias médicas pertinentes para este trabajo no

son las que contienen el historial médico completo de los pacientes cuando ingresan por primera vez a un centro de atención clínica, sino por el contrario son el tipo de historias médicas que se encuentran en el área de hospitalización de un centro de asistencia médica.

1.7 Estructura del trabajo

A continuación se expone la estructura del presente trabajo con la finalidad de facilitar la comprensión del mismo:

- Capítulo I.** Se introduce al lector la problemática planteada, los objetivos, antecedentes, justificación, alcance y estructura del presente trabajo.
- Capítulo II.** Se expone el marco teórico que sustenta el trabajo realizado, incluyendo la definición de redes inalámbricas y dispositivos móviles. Por último se describe la gestión de historias médicas, incluyendo la gestión electrónica de las mismas.
- Capítulo III.** Se presenta el análisis y diseño de la aplicación desarrollada, describiendo los requerimientos, diagramas y herramientas necesarias para el desarrollo de la solución.
- Capítulo IV.** Se expone la fase de implementación del sistema junto con una descripción de la arquitectura de la solución e implementación de las funcionalidades. Se describe el proceso de instalación de la aplicación.
- Capítulo V.** Se describe el proceso de las pruebas realizadas y los resultados obtenidos.
- Capítulo VI.** Se plantean las conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros.

2. Marco Teórico

En este capítulo se exponen los fundamentos teóricos necesarios para el desarrollo de este trabajo. Se describe el funcionamiento de las redes inalámbricas y los estándares relacionados. De igual forma, se describen los diferentes tipos de dispositivos móviles, finalizando con un breve planteamiento de la gestión de historias médicas.

2.1 Redes inalámbricas

Las redes de computadores pueden definirse como un sistema de computadores, dispositivos de red y aplicaciones de software interconectados mediante comunicaciones por cable, fibra óptica u ondas de radio. Se define las redes inalámbricas como una red de computadores o dispositivos interconectados por enlaces inalámbricos [16].

Como su propio nombre lo indica, las redes inalámbricas son un tipo de redes de comunicación de datos que hacen uso de un medio de transmisión inalámbrico, esto trae como consecuencia ciertas ventajas y desventajas a la hora de trabajar con ellas. Entre las principales ventajas tenemos la movilidad, es decir este tipo de redes permite a los usuarios estar en continuo movimiento mientras disfrutan de los servicios de la red, otra ventaja es que este tipo de redes constituye una ampliación de las redes tradicionales cableadas. Por otro lado esta tecnología tiene varias desventajas, entre las cuales se encuentra el aspecto de la seguridad, ya que el medio de transmisión es el aire, la señal puede ser fácilmente interceptada, otra desventaja es que la calidad de servicio es inferior a la de las redes cableadas. Entre las principales tecnologías utilizadas para dicha transmisión inalámbrica se encuentran el uso de infrarrojos, el espectro expandido y las microondas de banda estrecha.

2.1.1 Clasificación de las redes inalámbricas

Según [3], las redes inalámbricas se pueden clasificar según su alcance o cobertura en los siguientes tipos:

- **WWAN** (Wireless Wide Area Network): son redes inalámbricas que abarcan grandes cantidades de espacio, pudiendo abarcar varias ciudades enteras y hasta miles de metros. Interconectan varias WLANs.
- **WMAN** (Wireless Metropolitan Area Network): son redes inalámbricas que abarcan grandes cantidades de espacio, pudiendo abarcar una ciudad entera o un campus universitario de gran tamaño. Se utilizan para interconectar un cierto número de WLANs, proporcionando servicios

de conexión inalámbricas de banda ancha, servicios de conexión a redes WWAN y el Internet.

- **WLAN** (Wireless Local Area Network): son redes inalámbricas que abarcan menor cantidad de espacio a diferencia de las WMAN o WWAN, pudiendo alcanzar hasta decenas de metros.
- **WPAN** (Wireless Personal Area Network): son redes inalámbricas de corto alcance, comúnmente para equipos personales alrededor de los 10 metros, con alcance máximo de 30 metros en algunos casos.

2.1.2 Redes de área local inalámbricas

Las redes de área local inalámbricas son redes de datos interconectados mediante tecnologías de radiofrecuencia o tecnologías de transmisión inalámbricas que ocupan un área geográfica limitada. Generalmente se presentan como formas de ampliación de las redes LAN convencionales, en donde el costo de instalación de infraestructuras cableadas es muy elevado o en donde dicha instalación no es posible por diversas razones físicas. Las WLAN tienen también cabida en lugares en donde se desee establecer conexiones temporales entre diferentes usuarios, de manera inmediata y sin necesidad de un servidor central o infraestructura (Modo Ad Hoc).

La Figura 2.1, tomada de [16], se emplea como ejemplo para facilitar la visualización de las diferencias entre la configuración de una LAN inalámbrica como ampliación de redes convencionales y una red LAN inalámbrica en modo ad hoc.

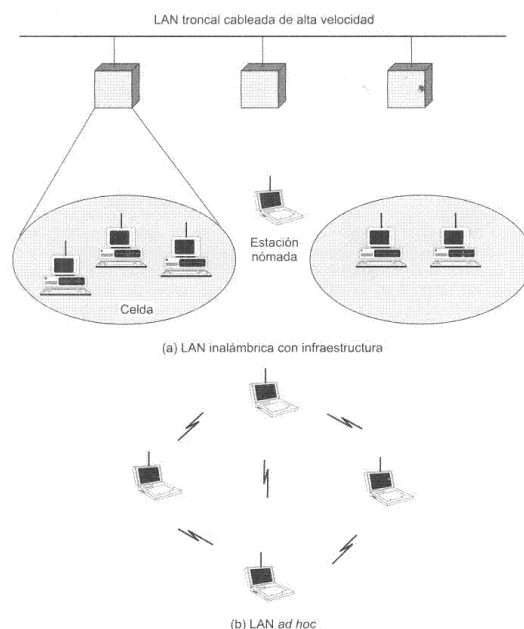


Figura 2.1: Configuraciones de WLAN.

2.1.2.1 Historia de las WLAN

Los primeros trabajos realizados sobre las redes LAN inalámbricas datan del año 1979, cuando F.R. Gfeller y U. Bapst, dos ingenieros de la IBM, publicaron los primeros resultados experimentales en un informe de la IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), en el cual explican la utilización de enlaces infrarrojos para la creación de una red de datos en una fábrica de Suiza, dicha comunicación pudo realizarse de manera satisfactoria [11]. Lo anterior constituye el inicio de la evolución de las redes de área local inalámbricas. A principios de los años 1980 hubo un auge en cuanto a la investigación y experimentación con redes inalámbricas, como por ejemplo, el trabajo realizado por P. Ferrert¹, en donde hizo uso del espectro expandido para lograr la comunicación en una conferencia de la IEEE. Gracias a trabajos como éste, la FCC (Federal Communications Comision) de los Estados Unidos asignó en 1985, las bandas de 902-928 Mega Hertz (MHz), 2,400-2,4835 Giga Hertz (GHz) y 5,725-5,850 Giga Hertz (GHz), al uso de redes inalámbricas basadas en espectro expandido, mejor conocidas como las bandas ISM (Industrial, Scientific, Medical).

Posteriormente, diferentes fabricantes diseñaron una serie de dispositivos inalámbricos que operaban en la bandas ISM, sin embargo, no existía un estándar que garantizara la interoperabilidad entre los diferentes equipos, esto traía como consecuencia problemas al momento de implementar redes de esta naturaleza, por lo cual las LAN inalámbricas no tuvieron al principio la popularidad esperada. No fue sino hasta finales de los años 90, en donde la IEEE formó un grupo de trabajo denominado IEEE 802.11, el cual se encargó de definir una serie de recomendaciones que pudiesen seguir los diferentes fabricantes para la concepción de sus dispositivos, garantizando la interoperabilidad entre ellos con al menos un mínimo de calidad, además la creación de este grupo de trabajo sentó las bases para el estudio e investigación formal de las redes LAN inalámbricas.

2.1.2.2 Tecnologías usadas en WLAN

Las redes LAN inalámbricas son aquellas redes de datos interconectadas a través de un medio inalámbrico como lo es el aire. Para realizar esta comunicación todas las LAN inalámbricas actuales utilizan alguna de las siguientes tecnologías o técnicas de transmisión [16]:

- **LAN de infrarrojos:** este tipo de red inalámbrica utiliza enlaces IR (Infrarrojos) para la comunicación, por lo tanto presenta una importante limitación debido a que la luz infrarroja no es capaz de atravesar muros opacos.

¹ <http://www.cwins.wpi.edu/wlans91/scripts/preface.html>

- **LAN de espectro expandido:** este tipo de red inalámbrica utiliza tecnologías de transmisión de espectro expandido. Estas redes funcionan en las bandas ISM, de manera que no necesitan licencia para su utilización.
- **Microondas de banda estrecha:** este tipo de red inalámbrica utiliza tecnologías de transmisión dentro del rango de las microondas de radio, pero no hacen uso del espectro expandido. En general requieren licencias para su uso, aunque hoy en día existen varios productos que operan en la banda ISM.

2.1.3 Estándar IEEE 802.11

Un estándar se define como una especificación que regula la realización de ciertos procesos o la fabricación de componentes para garantizar la interoperabilidad; en el caso de las redes LAN inalámbricas, surgió la necesidad de la definición de estándares, debido a la existencia de productos por parte de diferentes fabricantes. Según [12], entre los estándares utilizados para las LAN inalámbricas se encuentran los siguientes:

- **HiperLAN/HiperLAN2:** HiperLAN o HiperLAN2 (High Performance Radio LAN) es un estándar para redes LAN inalámbricas que opera principalmente en la frecuencia de los 5 GHz. Es la alternativa europea para el grupo de estándares IEEE 802.11, definido por el ETSI (European Telecommunications Standards Institute).
- **IEEE 802.11:** incluye una serie de especificaciones que determinan la interfaz inalámbrica entre un cliente y una estación base o punto de acceso, o entre clientes inalámbricos. Las especificaciones comprenden la descripción del medio físico y la capa de control de acceso al medio MAC (Medium Access Control). Fue desarrollado por la IEEE.

2.1.3.1 Arquitectura IEEE 802.11

La arquitectura del estándar IEEE 802.11 consiste en una serie de componentes que interactúan entre sí para lograr la comunicación entre los diferentes dispositivos que forman parte de la red LAN inalámbrica. Según [16], se definen los siguientes componentes principales de la arquitectura IEEE 802.11:

- **BSS (Basic Service Set):** es un conjunto básico de servicios, consistente en un número de estaciones ejecutando el mismo protocolo MAC y compitiendo por el acceso al mismo medio inalámbrico compartido. Un BSS puede funcionar aisladamente o bien estar conectado a un sistema troncal de distribución DS (DS: Sistema de Distribución) a través de un

punto de acceso (AP: Punto de Acceso) que efectúa las funciones de puente.

- **ESS** (Extended Service Set): un conjunto extendido de servicios o ESS consiste en dos o más conjuntos básicos de servicios interconectados mediante un sistema de distribución, ver Figura 2.2, tomada de [16]. El conjunto extendido de servicios aparece a nivel de control de enlace lógico (LLC) como una única red LAN lógica.
- **AP** (Access Point): entidad que tiene las funcionalidades de una estación y proporciona acceso al sistema de distribución a través del medio inalámbrico a las estaciones asociadas.
- **DS** (Distribution System): el sistema de distribución permite interconectar múltiples BSSs y LAN integradas para crear un ESS, ver Figura 2.2, tomada de [16]. Por lo general suele ser una red LAN cableada troncal, aunque puede tratarse de cualquier red de comunicaciones.
- **Portal:** es el componente que permite la integración de una arquitectura 802.11 con una red LAN cableada tradicional o una red no IEEE 802.11. La lógica del portal se implementa en un elemento, como un puente o un dispositivo de encaminamiento, que forme parte de la LAN cableada y que se encuentre conectado al DS.

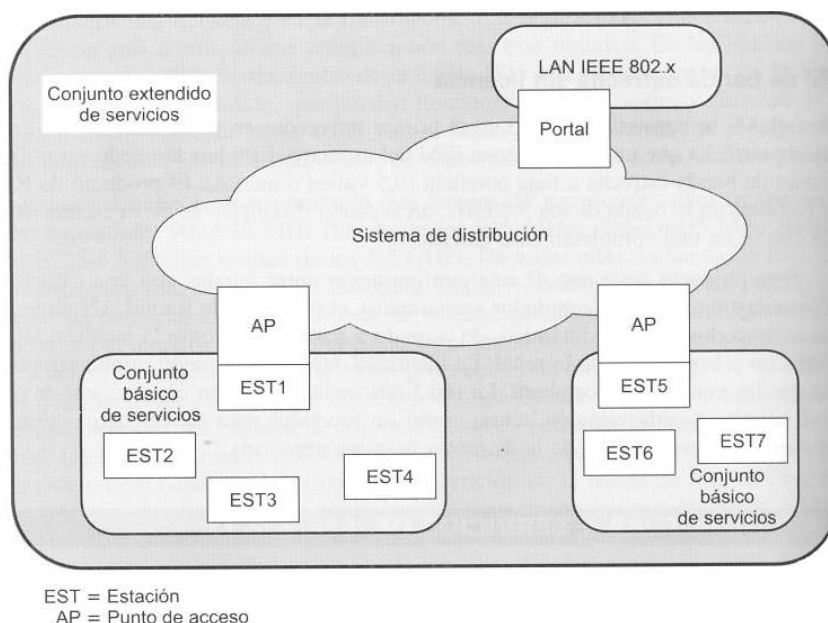


Figura 2.2: Arquitectura IEEE 802.11.

2.1.3.2 Servicios de IEEE 802.11

El estándar IEEE 802.11 define 9 servicios que deben proporcionar las redes LAN inalámbricas para cumplir una funcionalidad equivalente a las redes LAN cableadas tradicionales. Existen 2 formas de clasificar dichos servicios: **Servicios del Sistema de Distribución** y los **Servicios de Estación**. Los servicios de estación son implementados en cada estación IEEE 802.11, incluyendo la estación que constituye el AP. Por otro lado los servicios de distribución son proporcionados entre BSS diferentes y deben ser implementados en un AP o en cualquier otro dispositivo de propósito específico conectado al sistema de distribución [16].

- **Servicios del sistema de distribución**

- **Distribución:** la distribución es el servicio principal utilizado por las estaciones para intercambiar tramas MAC cuando la trama debe atravesar el DS para pasar de una estación en un BSS a otra estación en un BSS diferente. La forma en que viaja el mensaje a través del DS cae fuera del alcance del estándar IEEE 802.11. Cabe destacar que si dos estaciones que se encuentran dentro del mismo BSS establecen comunicación, el servicio de distribución pasa, lógicamente a través del AP de dicho BSS.
- **Integración:** este servicio permite la comunicación entre una estación perteneciente a una red LAN IEEE 802.11 y otra estación situada en una LAN IEEE 802.x que se encuentre integrada con la primera, es decir permite la transferencia de datos de una red LAN inalámbrica y una red LAN cableada convencional físicamente conectada con el DS y cuyas estaciones puedan conectarse de forma lógica a la red LAN IEEE 802.11.
- **Asociación:** para poder entregar un mensaje dentro de un DS, el servicio de distribución necesita conocer donde se encuentra ubicada la estación de trabajo. Específicamente, el DS necesita conocer la identidad del AP al que el mensaje deberá ser entregado con la finalidad de que el mensaje llegue a la estación destino. Esto se logra con el servicio de asociación, el cual establece una asociación inicial entre una estación y un AP. Una estación sólo puede estar asociada con un AP en un momento dado, pero cada AP puede tener asociado más de una estación.
- **Reasociación:** permite que una asociación establecida sea transferida desde un AP hasta otro, de esta forma el DS se mantiene al tanto de la ubicación actual de los AP y las estaciones mientras estas se desplazan entre los BSS.

- **Disociación:** la disociación permite terminar la relación de asociación entre un AP y una estación. Constituye una notificación, bien sea emitida por la estación o por parte del AP. Una estación o AP debería proporcionar este aviso antes de abandonar la red inalámbrica o apagarse. No obstante, las funciones de gestión MAC incluyen mecanismos para protegerse frente a estaciones que desaparezcan sin emitir dicho mensaje.

- **Servicios de estación**

- **Autenticación:** el servicio de autenticación es utilizado por las estaciones para establecer su identidad con otras con las que se desee comunicar. El estándar IEEE 802.11 da soporte a varios esquemas de autenticación y permite que la funcionalidad de los mismos pueda extenderse, mas no impone ninguno en concreto. Para que una estación pueda establecer una asociación con un AP, es totalmente necesario que la autenticación haya sido correcta y aceptada mutuamente.
- **Fin de la autenticación:** este servicio es invocado siempre que se vaya a dar por terminada una autenticación existente. Puede ser invocado tanto por la estación como por el AP, esta notificación no puede ser rechazada.
- **Privacidad:** el servicio de privacidad evita que el contenido de los mensajes sean leídos por otros que no sean los destinatarios correctos. El estándar incluye el uso opcional de mecanismos de cifrado para asegurar la privacidad. IEEE 802.11 utiliza WEP (Wired Equivalent Privacy), WPA (Wi-Fi Protected Access) y WPA2 (Wi-Fi Protected Access 2) [12].
- **Entrega de MSDU:** una MSDU (MAC Service Data Unit) es un bloque de datos que el usuario MAC le pasa a la capa MAC, generalmente en forma de una PDU LLC (Logical Link Control). El principal objetivo de la capa MAC es la transferencia de MSDU entre las diferentes entidades MAC. El servicio de entrega de MSDU se encarga de asegurar y dar soporte a la entrega de unidades de datos de servicio MAC desde una estación a otra.

2.1.3.3 Control de acceso al medio en IEEE 802.11

El estándar IEEE 802.11 define la especificación del protocolo de control de acceso al medio MAC de la capa de enlace de datos, es importante destacar que dicha especificación no hace ninguna modificación sobre la capa de control de enlace lógico LLC del estándar IEEE 802.2. Lo anterior se muestra en la Figura 2.3, tomado de [10].



Figura 2.3: Capa de Enlace de Datos.

La capa MAC de IEEE 802.11 cubre tres aspectos principales: **la entrega fiable de datos, el control de acceso y la seguridad.**

- **Entrega fiable de datos**

Debido a la naturaleza del medio de transmisión de las redes IEEE 802.11, estas presentan una alta falta de confiabilidad en la entrega de datos, ya que el medio inalámbrico es propenso a ruido, interferencias y efectos de propagación que repercuten en la pérdida de un número significativo de tramas. Por razones de rapidez, resulta más eficaz abordar estos errores a nivel MAC que en capas superiores.

El mecanismo básico de transferencia de datos en IEEE 802.11 implica un intercambio de dos tramas. Cuando una estación recibe una trama de datos de otra estación, devuelve una trama de confirmación (ACK) a la estación origen. Si el origen no recibe el ACK en un intervalo determinado de tiempo, bien porque la trama de datos resultó dañada, o bien porque lo fue la trama ACK de retorno, la fuente retransmite la trama. Es posible mejorar aún más la confiabilidad en la transferencia, es posible utilizar un intercambio de 4 tramas, es decir 2 tramas nuevas: RTS (Request to Send) y CTS (Clear to Send). Bajo este esquema, el origen emite un trama de solicitud RTS hacia el destino, la estación destino responde con un trama de permiso CTS, luego de recibir la trama CTS, el origen realiza el envío de la trama de datos y el destino emite finalmente una confirmación ACK.

- **Control de acceso**

El control de acceso definido por el grupo de trabajo 802.11 considera 2 tipos de esquemas: protocolos de acceso distribuido, en donde la decisión para transmitir se distribuye sobre todos los nodos y por otro lado, protocolos de acceso centralizado, que implican la regulación de la transmisión por una autoridad central de toma de decisiones. El esquema de control distribuido tiene cabida en las redes punto a punto o redes ad hoc, mientras que el esquema centralizado es para configuraciones en donde algún tipo de estación

base actúa como pasarela hacia un LAN cableada, es decir, configuraciones con punto de acceso. Dados estos 2 esquemas el resultado final es un algoritmo MAC denominado DFWMAC (Distributed Foundation Wireless MAC) que proporciona un mecanismo de control de acceso distribuido sobre el cual se ubica un control centralizado opcional. La Figura 2.4, tomada de [16], muestra esta arquitectura en detalle, la subcapa MAC inferior es la **función de coordinación distribuida** DCF (Distributed Coordination Function) la cual utiliza un algoritmo de contención para proporcionar acceso al tráfico, entiéndase por contención la competencia entre las estaciones por acceder al medio. Por otro lado tenemos la **función de coordinación puntual** PCF (PCF: Point Coordination Function) ubicada por encima de la DCF, la PCF es un algoritmo MAC centralizado utilizado para ofrecer un servicio libre de contención.

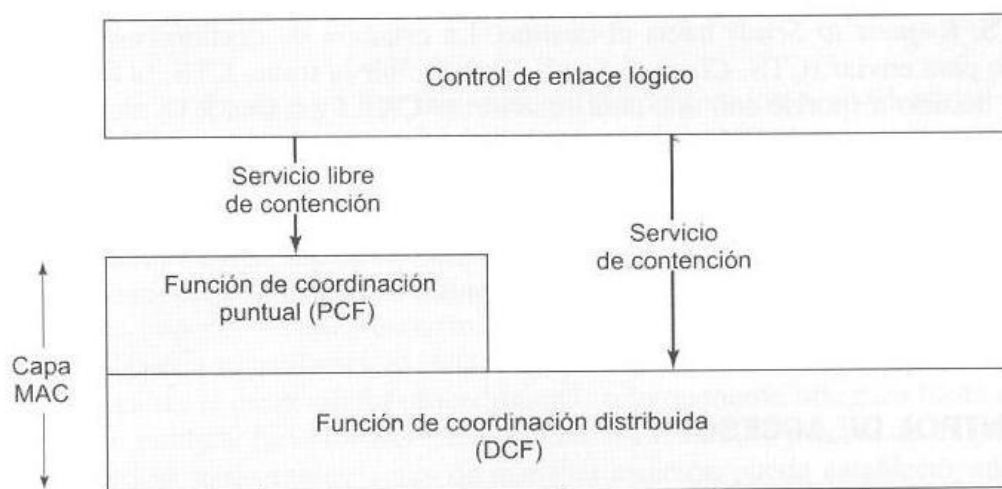


Figura 2.4: DFWMAC Distributed Foundation Wireless MAC.

➤ Función de coordinación distribuida

La función de coordinación distribuida hace uso de un algoritmo de acceso múltiple con detección de portadora tal como lo es CSMA (Carrier Sense Multiple Access). Una estación escucha el medio cuando desea transmitir una trama. Si el medio está libre, la estación puede transmitir sin ningún problema, en caso contrario la estación debe esperar antes de transmitir hasta que termine la transmisión en curso, el tiempo que debe esperar está determinado por el valor que tome el IFS (Interframe Space), el cual es un simple retardo denominado espacio entre tramas. Una vez que la transmisión en curso finaliza, debe esperar otro tiempo IFS, si el medio permanece libre durante ese periodo de tiempo, la estación espera de nuevo durante una cantidad aleatoria de tiempo y vuelve a escuchar el medio de nuevo. Si el medio se encuentra libre, la estación puede transmitir, de lo contrario empieza el ciclo de espera de nuevo. La función de coordinación distribuida no incluye una función de

detección de colisiones, es decir, no incluye CSMA/CD, porque esta no resulta práctica en una red inalámbrica.

La DCF usa los retardos denominados IFS o espacio entre tramas para establecer la espera para acceder al medio. Este esquema puede ser refinado para que proporcione un acceso basado en prioridades. Para ello se utiliza un mecanismo simple basado en el uso de 3 valores para el IFS:

- **SIFS** (Short Interframe Space): es el IFS más pequeño y se utiliza para todas las acciones de respuesta inmediatas.
- **PIFS** (Point Coordination Function IFS): se trata de un IFS de tamaño medio, utilizado por el controlador central en el esquema PCF cuando emite un sondeo.
- **DIFS** (Distributed Coordination Function IFS): constituye el IFS más grande y se usa como un retardo mínimo para las tramas asíncronas o de “mejor esfuerzo” que compiten por el acceso al medio.

➤ **Función de coordinación puntual**

Como se puede observar en la Figura 2.4, la función de coordinación puntual o PCF se encuentra implementada por encima de la DCF. Esta función proporciona a las estaciones un acceso al medio libre de contención ya que el PCF se encarga de preguntarle a las estaciones si desean enviar, con la finalidad de que ellas transmitan sin competir por el medio. Dicho sondeo se realiza por un elemento central denominado Coordinador Puntual, que generalmente reside en el punto de acceso o AP. El coordinador puntual hace uso de un PIFS a la hora de emitir un sondeo. Dado que un PIFS es más pequeño que un DIFS, el coordinador puntual tiene mayor prioridad y puede adueñarse del medio mientras realiza el sondeo. Para evitar que el coordinador puntual se apodere del medio emitiendo repetidamente sondeos, se introduce el concepto de *supertrama*, durante la primera parte de este intervalo, el coordinador puntual emite sondes a todas las estaciones configuradas para el sondeo. Posteriormente, el coordinador espera el tiempo restante de lo que le quede a la supertrama, permitiendo así la existencia de un periodo de contención por el acceso al medio. De esta manera, los 2 esquemas de acceso al medio anteriores pueden operar conjuntamente dentro de un mismo conjunto básico de servicios.

2.1.3.4 Seguridad en 802.11

Los mecanismos básicos de seguridad definidos por el estándar IEEE 802.11 abarcan dos aspectos fundamentales para proteger la transmisión de los datos inalámbricos ante posibles ataques de diversas naturalezas, como por ejemplo accesos no autorizados a la red, interceptación o escucha de la transmisión por

parte de terceros, entre otros. Estos aspectos son: garantizar la privacidad de la transmisión y autenticación de las estaciones o usuarios pertenecientes a la red [12].

- **WEP:** es el mecanismo básico provisto por el estándar IEEE 802.11 para garantizar la privacidad de la transmisión y proteger los datos a nivel de capa de enlace de datos. Este mecanismo utiliza una clave secreta compartida por las partes que se comunican, para proteger los datos transmitidos. Es un sistema de encriptación estándar implementado en la capa MAC, WEP cifra y comprime los datos que se envían utilizando el algoritmo de encriptación simétrico RC4. WEP garantiza además confidencialidad, control de acceso e integridad de la data transmitida.
- **WPA:** es un estándar de seguridad de la Alianza Wi-Fi que resuelve los inconvenientes de la encriptación WEP, utilizando TKIP (Temporal Key Integrity Protocol). A diferencia de las claves de encriptación estáticas, WPA usa una contraseña maestra, a partir de la cual el sistema genera claves para cifrar el tráfico de la red, que cambian continuamente usando el protocolo TKIP. Además las claves nunca son reusadas, eliminando el riesgo de que un atacante pueda descubrirlas.
- **Métodos de autenticación:** el estándar IEEE 802.11 define dos tipos de autenticación: OSA (Open System Authentication) y SKA (Shared Key Authentication). En el sistema abierto ambos extremos de la comunicación intercambian tramas MAC especiales para identificarse, dichas tramas MAC contienen la identidad o SSID (Service Set Identifier) de la red inalámbrica donde se encuentran. Cabe destacar que estas tramas de gestión las envían sin ningún tipo de comprobación y sin ningún tipo de encriptación. En el sistema de autenticación de clave compartida ambos extremos comparten una clave que es recibida a través de un canal seguro o independiente de la red IEEE 802.11. Cada estación que conozca esta clave va a poder autenticarse con otra. WEP es el algoritmo de encriptación utilizado para este procedimiento. De esta forma el transmisor hace una petición al AP para autenticarse, el AP le envía una trama de desafío, la cual el transmisor debe devolverla correctamente codificada para establecer la comunicación.

2.1.3.5 Mecanismos de transmisión

La capa física del estándar IEEE 802.11 ha sido definida por etapas. La primera etapa comprende la publicación original del estándar en el año 1997 y corregida en el año 1999. Esta especificación original del estándar comprendía los siguientes puntos:

La definición de tres medios físicos para la transmisión.

- **Espectro Expandido de secuencia directa o DS-SS** (Direct Sequence Spread Spectrum): en este esquema cada bit de la señal original se representa mediante varios bits en la señal transmitida, haciendo uso de un código de expansión. Una técnica de espectro expandido de secuencia directa consiste en combinar la secuencia de entrada con el código de expansión mediante la función lógica OR-Exclusivo (XOR). Funciona en la banda ISM de los 2.4 GHz con velocidades de datos de 1 Mbps y 2 Mbps.
- **Espectro Expandido por salto de frecuencias o FH-SS** (Frequency Hopping Spread Spectrum): en este esquema la señal se emite sobre una serie de radiofrecuencias aparentemente aleatorias, saltando de frecuencia en frecuencia en intervalos fijos de tiempo. El receptor capta el mensaje saltando de frecuencia en frecuencia sincronamente con el transmisor. Funciona en la banda ISM de los 2.4 GHz con velocidades de datos de 1 Mbps y 2 Mbps.
- **Infrarrojos:** el esquema de infrarrojos es omnidireccional en lugar de punto a punto, siendo posible cubrir distancias de hasta 20 metros. Funciona con velocidades de transmisión de 1 Mbps y 2 Mbps. Los enlaces infrarrojos no pueden atravesar muros ni superficies opacas por lo cual hace que esta tecnología no sea muy utilizada a nivel comercial para redes inalámbricas.

Para Octubre del año 1999 [4], se publica una revisión del estándar original publicado por la IEEE 802.11, con la finalidad de aumentar la transmisión efectiva de datos e incluir algunas otras modificaciones. Esta revisión introdujo el uso de un nuevo mecanismo de transmisión para ser utilizado por la capa física:

- **Multiplexación Ortogonal por división de frecuencias u OFDM** (Orthogonal Frequency Division Multiplexing): es un mecanismo de multiplexación por división de frecuencias, consiste en hacer uso de varias señales portadoras a diferentes frecuencias, de modo que se envíen algunos bits de la información en cada canal, la data es dividida entre estos canales o flujos de datos paralelos de manera que reduce la interferencia y se aprovecha el ancho de banda. En la actualidad OFDM permite velocidades de transmisión de carga útil de 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 y 54 Mbps [5].

2.1.4 Conjunto de estándares

El estándar IEEE 802.11 ha sido desarrollado por etapas, comenzando la primera etapa con la publicación original del estándar en 1997, seguida de 2 partes adicionales que fueron publicadas en el año 1999, luego en el año 2007 se publicó una revisión y mejora del estándar y finalmente una propuesta

pautada para el año 2009. A continuación una breve descripción de los más importantes:

- **IEEE 802.11a:** la especificación IEEE 802.11a hace uso de la banda de los 5 GHz con tasas de transferencia de datos hasta los 54 Mbps. A diferencia de la especificación original no se emplea un esquema de espectro expandido sino multiplexación por división de frecuencia ortogonal u OFDM.
- **IEEE 802.11b:** la especificación IEEE 802.11b es considerada una extensión del estándar original. Hace uso de la banda de los 2.4 GHz, con tasas de transferencia de datos de 5.5 y 11 Mbps, ampliando así la capacidad de transferencia efectiva de datos en la banda 2.4 GHz en relación al estándar original. Esta especificación emplea un esquema de espectro expandido de secuencia directa o DS-SS.
- **IEEE 802.11g:** la especificación IEEE 802.11g es considerada una extensión del estándar 802.11b. Al igual que 802.11b hace uso de la banda de los 2.4 GHz, logrando tasas de transferencia de datos de hasta 54 Mbps, pero a diferencia de 802.11b utiliza un esquema de OFDM.
- **IEEE 802.11n:** la especificación IEEE 802.11n es una revisión de los anteriores estándares, que busca incrementar la transferencia efectiva de datos a mas de 300 Mbps, ofreciendo la posibilidad de trabajar tanto en la banda 2.4 GHz como en la de 5 GHz. Esta especificación se aprobó oficialmente en el mes de septiembre del año 2009.
- **IEEE 802.11e:** el principal objetivo de esta especificación es introducir nuevos mecanismos a nivel de capa MAC para dar soporte a los servicios que requieren garantías de Calidad de Servicio. Entre estos servicios se encuentra Voz sobre IP y transferencia de video en tiempo real.
- **IEEE 802.11i:** esta especificación es una corrección del estándar original la cual incluye mecanismos específicos para mejorar la seguridad en las redes inalámbricas.

2.2 Dispositivos móviles

Un dispositivo móvil es un aparato de tamaño pequeño o de bolsillo, con algunas capacidades de procesamiento y memoria limitada, diseñados para funciones específicas, los cuales pueden ser utilizados mientras los usuarios se trasladan de un lugar a otro [6]. Se les conoce también con el nombre de computadoras de mano o *handheld*.

2.2.1 Categorías de dispositivos móviles

Existen 3 categorías fundamentales para clasificar los diferentes tipos de dispositivos móviles [1]:

- **Dispositivo móvil de datos limitados:** Este tipo de dispositivo móvil posee una pantalla pequeña, principalmente basada en texto, con servicios de datos limitados a mensajería de texto SMS (Short Message Service), acceso WAP (Wireless Application Protocol) y en algunos casos telefonía celular. Un típico ejemplo de este tipo de dispositivos son los **Teléfonos móviles**.
- **Dispositivo móvil de datos básicos:** Este tipo de dispositivo móvil posee una pantalla de tamaño medio, incluye la presencia de menús elaborados y navegación basada en iconos por medio de un cursor y pantallas táctiles. Generalmente, ofrecen diferentes servicios como lo son: acceso a correo electrónico, lista de direcciones, SMS, navegadores Web básicos, conexión inalámbrica, entre otros. Ejemplos básicos de este tipo de dispositivos son los **Asistentes Personales Digitales o PDAs** (Personal Digital Assistant) y los teléfonos inteligentes o **Smartphones**.
- **Dispositivo móvil de datos mejorados:** Este tipo de dispositivo móvil posee una pantalla de tamaño mediano o grande (Por encima de los 240 x 120 Píxeles). Estos dispositivos incluyen las mismas características de los dispositivos móviles de datos básicos y adicionalmente aplicaciones más robustas, tales como, aplicaciones corporativas, aplicaciones de edición de texto y cálculo, entre otras. Los usuarios utilizan un estilete o *Stylus*² para trabajar con estos dispositivos, escribiendo sobre la pantalla táctil, sin necesidad de un teclado. Un ejemplo de este tipo de dispositivos son los Tablet PC.

2.2.2 Asistentes personales digitales

Un asistente personal digital o más conocido como PDA, es como su nombre lo indica un organizador digital de bolsillo de uso personal. Básicamente ofrece diferentes aplicaciones de agenda electrónica, entre las cuales se encuentran calendarios, block de notas, agendas telefónicas, libreta de direcciones, así como aplicaciones un poco más especializadas como correo electrónico, juegos, reproducción de películas, de acceso a Internet, entre otras.

² Un estilete o Stylus es una herramienta de escritura a mano.

Como se puede evidenciar en la Figura 2.5³, los PDAs consisten básicamente de una pantalla táctil, un lápiz especial denominado *Stylus* o estilete para la entrada de datos a través de la pantalla, lo cual elimina la necesidad de teclado facilitando su transporte, un procesador, tarjeta de memorias para el almacenamiento de datos, un sistema operativo, y capacidades de conectividad (Cables, Infrarrojos, Conexión inalámbrica o Bluetooth) que permiten la sincronización de estos dispositivos móviles con computadores personales de escritorio. Entre los PDAs más populares tenemos: **Palm** de Palm Inc y los **Pocket PCs** de diferentes fabricantes.



Figura 2.5: Ejemplo de PDA.

Actualmente los principales sistemas operativos para PDAs son:

- Palm OS desarrollado por PalmSource.
- Windows Mobile desarrollado por Microsoft.
- Symbian OS perteneciente a varios fabricantes como Motorola, Nokia, Siemens, entre otros.
- Núcleos de Linux de distribución libre tales como: Familiar, OpenZaurus, Intimate.

³ <http://personal-digital-assistant-pda.com>

2.2.2.1 Usos

Debido a sus características los PDAs no sólo son usados a nivel personal, sino que tienen cabida en diferentes áreas de la vida cotidiana en donde los usuarios necesiten acceder a la información de manera rápida y desde cualquier ubicación.

- **Círculos de Negocios:** debido a sus funcionalidades los PDAs se han convertido a lo largo de los años en herramientas de trabajo para distintas organizaciones a nivel mundial. Sus usos van desde asistentes para el manejo de información en cadenas de suministros, entrega de paquetes o Courier, mantenimiento de instalaciones, control de acceso y seguridad, entre otros.
- **Educación:** gracias al incremento en la popularidad de la tecnología móvil en los últimos años, el sector educación ha comenzado a integrar el uso de PDAs con sus métodos de enseñanza. Debido a sus capacidades los docentes pueden crear ambientes colaborativos de enseñanza en donde los estudiantes pueden interactuar además de tomar notas de manera digital.
- **Ciencia y Medicina:** se ha desarrollado una variedad importante de recursos y aplicaciones medicas basadas en el uso de dispositivos móviles, las cuales permiten acceder bases de datos de medicamentos, información de tratamientos, noticias relevantes, entre otros. Un ejemplo es WardWatch, el cual es un manejador de historiales médicos, que facilita a los doctores la información necesaria acerca del diagnostico y tratamiento de los pacientes mientras realizan sus rondas a través del hospital o clínica utilizando sus PDAs. Finalmente existen otros tipos de aplicaciones que permiten a los doctores conectarse con servidores centrales en donde pueden obtener y compartir información acerca de investigaciones e información médica relevante.

2.2.2.2 Modelos de PDAs

Entre los PDAs más populares del mercado actual se encuentran: Palm, BlackBerry y los Pocket PCs. A continuación una breve descripción de cada uno:

- **Palm**

Los dispositivos móviles Palm son asistentes personales digitales o PDAs que hacen uso del sistema operativo Palm OS y que son en su mayoría fabricados por la compañía Palm Inc. Debido al éxito a mitad de los años noventa del primer PDA con sistema operativo Palm OS (Palm Pilot) comúnmente a los PDAs se les denomina Palm. Los dispositivos Palm han evolucionado desde

simples PDAs hasta sus modelos más novedosos que incluyen funcionalidades de Smartphone.

Debido a que en la actualidad la mayoría de los asistentes personales digitales incluyen funcionalidades de teléfonos móviles, quedan muy pocos modelos Palm PDAs básicos en el mercado. Entre los pocos modelos de Palm que ofrecen funcionalidad de PDAs sencillos y no se encuentran descontinuados tenemos: Palm Z22, Zire 72, Tungsten E2, TX ver figura 2.6⁴.



Figura 2.6: Ejemplo de Palm.

- ### Pocket PC

Los Pocket PC son PDAs o computadoras de bolsillo las cuales ejecutan sistemas operativos de la familia Microsoft Windows Mobile e incluyen la mayoría de las funcionalidades anteriormente señaladas para los PDAs. Microsoft define a los Pocket PC como: dispositivos *handheld* que permite a sus usuarios acceder y almacenar información de contactos, citas, correo electrónico, tareas, reproducir archivos multimedia, juegos, navegar el Internet y mucho mas. Según [1], desde un punto de vista técnico para que un

⁴ <http://universopda.com>

dispositivo móvil pueda ser catalogado como un Pocket PC debe cumplir lo siguiente:

- Ejecutar Microsoft Windows Mobile.
- Ofrecer una suite de aplicaciones en la memoria ROM y un conjunto de aplicaciones básicas de agenda personal y herramientas de oficina.
- Pantalla Táctil.
- Tecla direccional o Touchpad.
- Incluir alguno de los siguientes procesadores: ARM, Intel Xscale o MIPS.

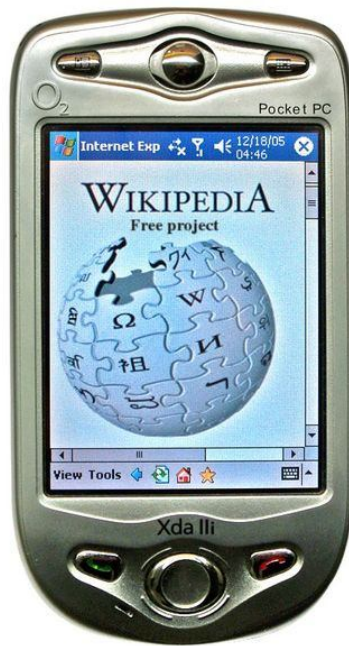


Figura 2.7: Ejemplo de Pocket PC.

Las principales características de los dispositivos Pocket PC son las siguientes:

- Representa un estándar o una serie de lineamientos por parte de Microsoft que deben seguir los dispositivos a nivel de hardware y software para ser catalogados como Pocket PC. Ver Figura 2.7⁵.

⁵ <http://es.wikipedia.org/wiki/PocketPC>

- Los Pocket PC generalmente no poseen teclados ya que soportan la entrada de datos a través de un teclado virtual con reconocimientos de caracteres denominado SIP (Supplementary Input Panel). Los Pocket PC pueden utilizar Microsoft Transcriber, un programa que utiliza técnicas de programación para reconocimiento de escritura a mano.
- Los Pocket PC son fabricados y vendidos por diferentes compañías, entre las principales tenemos: HP (Bajo la marca IPAQ), Toshiba, Acer, Asus, Dell, HTC, Siemens, entre otros.

- **BlackBerry**

Los dispositivos BlackBerry son dispositivos móviles inalámbricos los cuales fueron introducidos en el año 1997 con funcionalidades básicas de PDAs evolucionando hasta la fecha a calidad de Smartphone incluyendo mensajería de texto, acceso a Internet, fax, plataforma de mensajería instantánea integrada, etc. Además de incluir las funcionalidades típicas de PDAs (lista de direcciones, organizadores, calendario, entre otros) los dispositivos BlackBerry son conocidos por su capacidad de enviar y recibir correo electrónico a través de diferentes redes de comunicación celular y de ofrecer adicionalmente la capacidad de *Push-email*, la cual le da la sensación a los usuarios de estar siempre conectados ya que el servidor de correo se encarga de entregarle inmediatamente al dispositivo los correos entrantes.

Como se puede observar en la Figura 2.8⁶, un BlackBerry está compuesto por una pantalla de tamaño mediano, un pequeño teclado QWERTY incorporado optimizado para ser usado con el dedo pulgar, botones o barras de navegación, entre otros. Research in Motion, compañía encargada de desarrollar los dispositivos BlackBerry, proporciona un sistema operativo propietario denominado BlackBerry OS, el cual ofrece un ambiente multitarea, así como también, sincronización inalámbrica con clientes/servidores de correo electrónico, acceso vía WAP, etc.

⁶ http://ve.blackberry.com/devices/blackberrycurve8500/curve_features.jsp



Figura 2.8: Ejemplo de BlackBerry.

2.2.3 Smartphones

Un *Smartphone* o teléfono inteligente es un dispositivo móvil que integra dos funcionalidades principales: es un teléfono móvil y a la vez un PDA. Los dispositivos *Smartphones* están optimizados para comunicaciones tanto por voz como por texto, permiten a los usuarios acceder a sus correos electrónicos inalámbricamente, navegar el Internet, y acceder aplicaciones en redes corporativas de manera segura, ofreciendo al mismo tiempo acceso a la red de telefonía celular convencional.

Los teléfonos inteligentes o *Smartphones* ofrecen funcionalidades similares a las de un computador personal y a la vez funcionalidades de comunicación telefónica celular. Un *Smartphone* puede ser un teléfono que ejecuta un sistema operativo el cual proporciona una interfaz y una plataforma para la ejecución y desarrollo de aplicaciones.



Figura 2.9: Ejemplo de Smartphone.

Como se puede evidenciar en la Figura 2.9⁷, estos dispositivos están compuestos por pantallas de tamaño medio (táctiles en algunos modelos), teclado completo QWERTY en miniatura o teclado numérico, *Stylus* o estilete en algunos casos, cámara fotográfica, un sistema operativo, capacidad para leer memorias digitales externas, conexión a redes inalámbricas, entre otros. Los *Smartphones* incluyen soporte completo para correo electrónico y conectividad a Internet, además de incluir las funcionalidades básicas antes mencionadas para asistentes personales. Una de las características fundamentales es que permiten al usuario instalar aplicaciones adicionales, provenientes del mismo fabricante o de terceros inclusive.

Los sistemas operativos para teléfonos inteligentes en orden de popularidad son los siguientes:

- Symbian OS
- Windows Mobile
- RIM BlackBerry OS
- Iphone OS
- Distribuciones de Linux
- Palm OS

Actualmente Symbian OS, es el sistema operativo con mayor penetración en el mercado mundial para *Smartphones*, representando el 50.3% de las ventas; a

⁷ <http://www.nokia.com>

diferencia de sus competidores RIM BlackBerry OS, que cuenta con un 20.9%, Iphone OS con 13.7% y Windows Mobile que solo tiene un 9%⁸.

2.3 Software para dispositivos móviles

Para que los dispositivos móviles cumplan las funcionalidades para las cuales fueron creados, deben contar con un programa que administre los recursos de los mismos. Por otra parte pueden proporcionar un conjunto de aplicaciones que les permiten a los usuarios realizar diferentes tareas. Los asistentes personales digitales o mejor conocidos como PDAs traen integrado un sistema operativo. Generalmente, a los dispositivos que ejecutan el sistema operativo Palm OS se les conoce con el término genérico “PDA” o Palm, mientras que a los que utilizan la familia de sistemas operativos Windows Mobile se les conoce como Pocket PC. Vale destacar que los dos sistemas mencionados anteriormente dominan el mercado de sistemas operativos para PDAs, sin embargo, existen muchos otros, como por ejemplo, RIM BlackBerry OS y Symbian, los cuales están concebidos para su uso por parte de los *Smartphones*.

Gracias al incremento en las capacidades de procesamiento y la incorporación de nuevos componentes en los dispositivos móviles y teléfonos celulares, ha sido posible la introducción de una serie de capacidades avanzadas en estos terminales móviles, esto incluye una gama de aplicaciones, ambientes de desarrollo de aplicaciones y sistemas operativos complejos, que los acercan cada vez más al concepto de un computador personal en vez de ser visualizados como un simple dispositivo de agenda o dispositivo de comunicaciones simples.

2.3.1 Sistema operativo Windows Mobile

El sistema operativo Windows Mobile es un sistema operativo compacto, diseñado por la compañía Microsoft, originalmente lanzado bajo el nombre de sistema operativo Pocket PC 2000, Windows Mobile ha ido evolucionando a través de los años, encontrándose en la actualidad en su versión Windows Mobile 6.5⁹. Windows Mobile es un sistema perteneciente a la familia de sistemas operativos de Microsoft Windows CE (Embedded Compact). Windows CE nació como un sistema operativo de fácil programación, sólido y transparente que puede implantarse desde computadores, electrodomésticos, videoconsolas, asistentes personales, teléfonos inteligentes, etc. Es decir, todos los sistemas operativos o plataformas de Microsoft para dispositivos con capacidades más reducidas que los computadores personales derivan de Windows CE.

⁸ <http://www.appleinsider.com/articles/09/08/21>

⁹ <http://www.microsoft.com/windowsmobile/en-us/default.mspx>

Existen diferentes plataformas de hardware para las cuales ha sido concebido el sistema operativo Windows Mobile, entre las más importantes tenemos:

- Windows Mobile para Pocket PC: Es la plataforma para la cual fue concebido el Windows Mobile originalmente. Es un subconjunto bastante amplio de la API de Windows CE, y está orientada para dispositivos tipo PDA que poseen grandes pantallas y buenas capacidades de procesamiento.
- Windows Mobile para *Smartphones*: Windows Mobile para *Smartphones* es también una adaptación de Windows CE, pero a diferencia de la versión para Pocket PC, esta es más limitada o restrictiva, ya que está adaptada a teléfonos móviles. Ver Figura 2.10.

Una de las características principales de este sistema operativo es que se incluyen de fábrica diferentes versiones de las herramientas de oficina más populares encontradas en los ambientes de escritorio de Microsoft Windows. Es decir, nos encontramos con versiones adaptadas de Microsoft Office, Internet Explorer, MSN Messenger, etc.

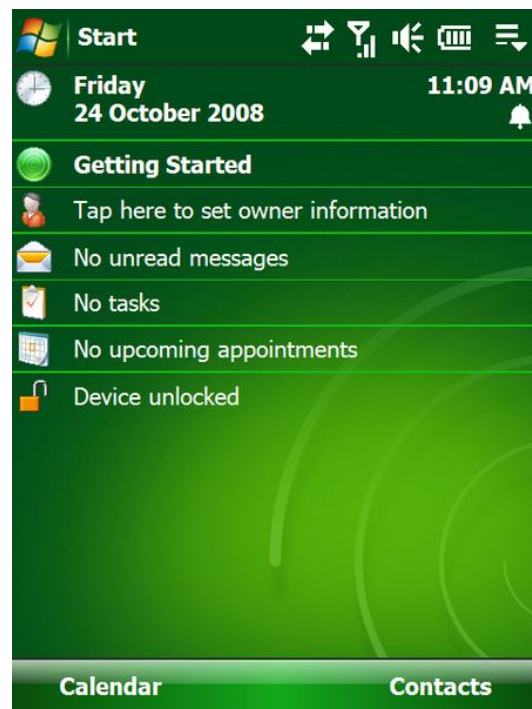


Figura 2.10: Ejemplo de un ambiente con Windows Mobile.

2.3.2 Sistema operativo Symbian

El sistema operativo Symbian es un sistema operativo diseñado para dispositivos móviles desarrollado por Symbian Ltd. en el año 1998. Symbian Ltd. se formó como un consorcio propiedad de varios de los principales fabricantes de dispositivos móviles y teléfonos celulares a escala mundial: Nokia, Panasonic, Motorola, Samsung, Siemens, Sony-Ericsson, con la finalidad de explotar y desarrollar la convergencia tecnológica entre los PDAs y los teléfonos móviles [1].

A pesar de que Symbian es propiedad de los fabricantes mencionados anteriormente, su uso no está limitado exclusivamente a estos propietarios, sino que cualquier otra compañía interesada puede adquirir una licencia para incorporar Symbian como sistema operativo a sus equipos.

Componentes de Symbian

Según [1], los componentes más importantes de la arquitectura del sistema operativo Symbian son:

- Base: incorpora los componentes básicos del sistema operativo, el núcleo o *kernel*, la gestión de la memoria y de los procesos, sistema de archivos, librerías básicas de usuario, entre otros. Ver Figura 2.11, tomada de [1].
- Gestor de Telefonía: este componente realiza la gestión de los sistemas móviles celulares.
- Pila de Infraestructura de comunicaciones y red: este componente incorpora la infraestructura de comunicaciones TCP/IP, GSM, GPRS, WAP, infrarrojos, Bluetooth, entre otros.
- Gestor Multimedia: este componente se encarga de gestionar la reproducción y grabación de los diferentes archivos multimedia que el dispositivo maneja.
- Gestor de Seguridad: se encarga de gestionar la seguridad relacionada con la descarga e instalación de las aplicaciones.
- Framework: este componente contiene las librerías para la gestión de los datos, el texto, los gráficos, la internalización y los componentes básicos de la interfaz gráfica del usuario.
- Gestor de mensajería: este componente realiza la gestión del correo electrónico, los mensajes de texto y de Fax.

- Entorno de ejecución Java.



Figura 2.11: Arquitectura de Symbian.

La Figura 2.12, tomada de [1], muestra los dos tipos de interfaces de usuario diferenciadas en Symbian: La plataforma Series 60 patrocinada por Nokia y la plataforma UIQ desarrollada por Sony Ericsson. Ambas versiones están disponibles para que otros fabricantes puedan obtener una licencia y basar en ellas el diseño de sus propios equipos. La Serie 60 está diseñada para que el usuario interactúe con el equipo mediante un teclado, mientras que la UIQ está diseñada para ser manejada mediante un *Stylus* y una pantalla táctil.



Figura 2.12: Ejemplo de Interfaces (S60 y UIQ).

2.3.3 Sistema operativo Palm

El sistema operativo Palm o también conocido como Palm OS o Garnet OS, es un sistema operativo propietario desarrollado por el fabricante de PDAs Palm Inc. en el año 1996. Mayoritariamente este sistema operativo se emplea en aquellas agendas o dispositivos que no integran conexión a una red móvil, aunque hay algunos fabricantes que utilizan Palm OS en equipos que disponen de capacidad de comunicación móvil.

Palm OS (actualmente en su última versión estable 5.5)¹⁰, es un sistema operativo completo, que además de las funciones habituales de un sistema operativo proporciona acceso a todas las capacidades del dispositivo (desde la gestión de información del usuario hasta la sincronización y el control de las conexiones de datos por redes celulares).

Palm OS define un modelo sencillo de ejecución concurrente de aplicaciones, basado en una emulación de técnicas de *multithreading*. El sistema de archivos de Palm OS no se compara con el de un computador personal, sino que se estructura en una base de datos simple de registros asociados a las distintas aplicaciones.

Las características principales del sistema operativo Palm en su última versión son:

- Ambiente sencillo de ejecución de tareas de aplicaciones con interfaz grafica sencillas. Ver Figura 2.13¹¹.
- Sistema de reconocimiento de escritura a mano denominado Graffiti.
- Tecnología HotSync para la sincronización con computadores personales de escritorio.
- Acceso a redes TCP/IP.
- Puertos Seriales o USB, Infrarrojos, Bluetooth, capacidades de conexión inalámbricas, capacidades de navegación web a través de un navegador integrado.
- Aplicaciones de manejo de información personal, calendario, libreta de direcciones, calculadora, etc.

¹⁰ <http://www.access-company.com>

¹¹ <http://www.palminfocenter.com>



Figura 2.13: Ejemplo de un ambiente Palm OS.

2.4 Gestión de historias médicas

Hoy en día, el concepto de atención clínica está íntimamente relacionado con las técnicas de exploración física, interrogatorio clínico y registro de la información. El objetivo de estas habilidades es incorporarlas al tratamiento y atención del paciente. La capacidad para realizar un interrogatorio sensible y detallado y realizar una exploración minuciosa y precisa hace más profundas las relaciones con el paciente, enfoca la valoración del individuo y establece la dirección del pensamiento clínico del médico tratante [8].

Los elementos principales de la atención clínica son: empatía al escuchar; capacidad para entrevistar a personas de todas las edades, estados de ánimo y antecedentes; técnicas para examinar los distintos sistemas del cuerpo humano, y por último, los procesos de razonamiento clínico. Todos estos elementos mencionados anteriormente, aunados a las diferentes técnicas de interrogatorio y exploración física que se empleen a la hora de tratar a los pacientes, permiten a los médicos, ampliar su razonamiento y facilitarles la identificación de síntomas problemáticos o hallazgos anormales. El registro de toda esta información es lo que se denomina Historial Médico o Clínico. Las historias clínicas permiten la vinculación de estos datos con procesos fisiopatológicos o psicopatológicos, pudiendo así establecer un diagnóstico coherente en la mayoría de los casos, además de revelar el perfil multifacético del paciente.

Al momento de elaborar un historial médico, lo primero que se debe conocer son los elementos de un interrogatorio clínico completo. Un historial médico completo incluye datos de identificación y fuente del interrogatorio, molestias principales, padecimiento actual, antecedentes personales patológicos, antecedentes familiares, antecedentes personales no patológicos y revisión por sistemas. Los componentes de este interrogatorio completo estructuran el relato del paciente y el formato del registro escrito, pero no necesariamente en el orden antes mencionado. Por lo general, las entrevistas son más fluidas y sigue la iniciativa y datos del paciente.

A continuación la estructura y componentes que integran una historia médica completa según [8].

2.4.1 Estructura

- **Fecha y hora del historial:** la fecha en que se realiza la historia médica siempre es importante. Debe incluir la hora en que se evalúa el paciente, sobre todo en situaciones de emergencias.
- **Datos de identificación:** debe incluir los datos personales del paciente, tales como edad, sexo, estado civil, ocupación, la fuente de información (paciente, familiar o amigo); la fuente de información ayuda a valorar el tipo de información proporcionada. Si aplica, debe incluirse también el número de sala, cuarto y piso donde se encuentra el paciente hospitalizado.
- **Molestias principales:** la descripción de las molestias principales contiene, narrado con las propias palabras del paciente, la información de las molestias más importantes que el paciente está presentando.
- **Padecimiento actual:** esta sección del interrogatorio incluye una explicación completa, clara y cronológica de los problemas que llevaron al paciente a buscar atención médica. Los síntomas principales deben describirse en términos de: localización, calidad, cantidad o intensidad, tiempos de inicio, duración y frecuencia, situación en la que se presentan, factores que agravan o alivian los síntomas, manifestaciones acompañantes.
- **Antecedentes patológicos:** esta sección incluye todos los antecedentes de enfermedades que el paciente pueda indicar. Incluye enfermedades de la infancia, como por ejemplo sarampión, rubéola, etc. Debe incluir también, enfermedades de la edad adulta, debe mencionarse fechas, diagnósticos, hospitalizaciones y tratamientos.
- **Antecedentes familiares:** en esta sección de la historia debe haber una descripción de la edad y salud, o edad y causa de muerte, de cada

pariente inmediato, incluidos los padres, abuelos, hermanos, hijos y nietos.

- **Antecedentes personales:** los antecedentes personales no patológicos describen la personalidad e intereses del paciente, sus fuentes de apoyo y forma de enfrentar los problemas, fortalezas y debilidades. Esta sección debe incluir ocupación y nivel educativo, situación en el hogar y personas importantes para el paciente, posibles causas de estrés, actividades recreativas, experiencias relevantes de vida, etc.
- **Revisión por sistemas:** esta sección documenta la presencia o ausencia de síntomas frecuentes relacionados con cada sistema corporal principal.

2.4.2 Historias médicas electrónicas

La gestión tradicional de historias médicas se realiza a través de medios físicos, como lo son el papel, cintas y fotografías. El almacenamiento físico de estos historiales se convierte en un verdadero problema debido a la gran cantidad de información y la desigualdad de formatos y tamaños. Las historias médicas físicas requieren grandes espacios de almacenamiento y personal encargado de la administración y custodia de las mismas.

Una historia médica electrónica es simplemente un historial médico en formato electrónico, ver Figura 2.14¹². Los sistemas electrónicos permiten el almacenamiento y gestión de forma digital de las historias medicas a través de una infraestructura de computadores interconectados por una red de comunicaciones.

La gestión electrónica de historiales médicos ayuda a incrementar la productividad y eficiencia de los centros de atención. Reduce además los costos de almacenamiento y costos asociados a la adquisición de medios físicos como papel y cintas. De igual forma ayuda a promover la estandarización de abreviaciones y formularios pre-impresos, reduciendo la presencia de errores al evitar posibles equivocaciones de legibilidad.

Por otro lado, la privacidad y seguridad de la información son puntos importantes a considerar cuando se trabaja con historias médicas, independientemente de su naturaleza electrónica o no electrónica. Se deben establecer varios tipos de reglas: acceso, autenticación, almacenamiento y auditoria de la información, procesos de transmisión; con la finalidad de garantizar la seguridad de la información almacenada y garantizar la privacidad y confidencialidad de los pacientes involucrados.

¹² <http://www.medisoftware.com.ve>

Historia clínica - Consulta

Buscar por:

Historias | **Detalle** | Antecedentes | Actividad laboral | Peso y estatura | Consultas | Resumen clínico

Datos

Historia	00001	
Cédula	12376207	
Nombre	Jose Gregorio Fernandez	Sexo
Referido por	Ninguno	☐ Femenino
Profesión	Ingeniero	☒ Masculino
País nacimiento	Venezuela	Fecha nacimiento
Ciudad nacimiento	Barquisimeto	01/01/1974 Edad 33
Tipo	Empleado	Código VP 12345678
Dependencia	Sistemas	Cargo Cargo

Dirección | Estado civil | Teléfonos

Habitación	Av. Francisco de Miranda, California Norte, Residencias Cristal
Oficina	Chuao CCCT, Piramide Invertida Piso 4 Oficina 444
Procedencia	Venezuela
Email	jgregorio@hotmail.com

Figura 2.14: Ejemplo de Historia Médica Electrónica.

A continuación los componentes principales que puede contener una historia médica electrónica:

2.4.2.1 Estructura

Además de la información que fue discutida en los puntos anteriores de este capítulo, una historia médica electrónica puede estar compuesta por [13]:

- Información y resultados del examen físico.
- Lista de alergias conocidas y reacciones desfavorables.
- Resultados de laboratorio.
- Imágenes de radiología, resultados de Rayos X, tomografías, resonancias magnéticas, entre otras.
- Información acerca de la medicación actual del paciente, dosis, posibles efectos secundarios, etc.

2.4.2.2 Beneficios

- La posibilidad de actualizar la información de forma rápida y continua.

- Incrementa la productividad de los centros de atención médica.
- La información almacenada en el sistema electrónico de historiales médicos puede ser utilizada de forma anónima para estudios estadísticos, evaluaciones de control de calidad, informes de salud pública, manejo de recursos, entre otras.
- La posibilidad de intercambiar información de manera segura con otros sistemas electrónicos de historias medicas. En otras palabras, facilita la interoperabilidad entre diferentes instituciones.

3. Análisis y diseño de la aplicación

En el presente capítulo se describe el análisis efectuado correspondiente al desarrollo de la aplicación planteada para este trabajo especial de grado denominado “Gestión de historias medicas de hospitalizaciones, utilizando dispositivos móviles y tecnología Wi-Fi”. Este análisis abarca el proceso de investigación llevado a cabo para el análisis de requerimientos del sistema, incluye una descripción de las herramientas y metodologías utilizadas para el desarrollo de la aplicación, como punto final se describe el proceso de modelado de la aplicación.

Para el desarrollo de la aplicación se realizó previamente una investigación de los conceptos de exploración física e interrogatorio y su importancia en el registro de la información en una historia médica. Dicha investigación se realizó en la biblioteca de la Escuela de Medicina de la Universidad Central de Venezuela. Posteriormente se llevaron a cabo una serie de entrevistas en la Policlínica Metropolitana¹³ con el Médico Traumatólogo Dr. Guillermo Rangel. Se discutió el proceso de ingreso y egreso de pacientes al área de hospitalización, el proceso de llenado de las historias y el registro de la información de los pacientes. Por último se recopiló una serie de formularios impresos de toda la información necesaria para el control y monitoreo efectivo del estado físico de los pacientes, mientras se encuentran hospitalizados en este centro de asistencia, estos formularios sirvieron como base fundamental para desarrollo de este trabajo.

A continuación se enumeran algunos de los objetivos específicos de la aplicación, tomando en cuenta el análisis de requerimientos realizado:

- Permitir la autenticación de usuarios mediante el uso de un login y una contraseña.
- Permitir la gestión de cuentas de usuarios del sistema, ofreciendo la posibilidad de agregar nuevos usuarios al sistema, así como también consultar, modificar y eliminar la información de los usuarios existentes.
- Permitir la gestión de pacientes, ofreciendo asimismo la posibilidad de agregar información de nuevos pacientes al sistema, así como también consultar, modificar y eliminar la información de los pacientes existentes.
- Permitir la gestión de historias médicas de los pacientes del área de hospitalización, ofreciendo la posibilidad de crear nuevas historias o consultar y modificar la información de historias existentes. De igual

¹³ Urb. Caurimare, Caracas Venezuela.

forma el sistema debe permitir realizar el cierre¹⁴ de una historia médica, permitir agregar y consultar las órdenes médicas, control de signos vitales, control de líquidos y evolución de enfermería de una historia médica.

- Cambiar la contraseña de usuario, cada vez que el usuario así lo solicite.
- Enviar por correo electrónico una nueva contraseña en caso de olvido de la misma, cada vez que el usuario así lo solicite.
- Registrar todas las acciones y operaciones realizadas dentro del sistema por parte de los usuarios en una bitácora de uso, indicando la fecha, hora y tipo de operación realizada.

3.1 Análisis de requerimientos

El sistema está destinado a ser utilizado por dos tipos principales de usuarios: **Móviles** y **No Móviles**. Los usuarios móviles harán uso del sistema únicamente a través de dispositivos móviles, mientras que los usuarios no móviles harán uso del sistema a través de una computadora de escritorio. Entre los tipos de usuario no móviles tenemos: **Administrador de Sistema**, **Gestor de Admisión**. Entre los tipos de usuario móviles tenemos: **Doctor** y **Enfermera**. Estos tipos de usuario se caracterizan por tener funcionalidades bien diferenciadas, por lo tanto se dividen los requerimientos de acuerdo a lo que espera cada uno del sistema.

De acuerdo al estudio realizado el sistema deberá permitir al Administrador de Sistema:

- Introducir los datos de la cuenta de usuario, la cual está compuesta por un login y una contraseña.
- Realizar el cambio de su contraseña.
- Ingresar la información de nuevas cuentas de usuario.
- Consultar la información de las cuentas de usuario existentes.
- Modificar la información de las cuentas de usuario existentes.
- Eliminar la información de una cuenta de usuario que ya no forme parte del sistema.
- Listar la información de todas las cuentas de usuario existentes.

¹⁴ Alta médica.

- Realizar la búsqueda de una cuenta de usuario existente, según la cédula de identidad del usuario al cual pertenece la cuenta.
- Consultar la información contenida en la bitácora de uso del sistema.

De igual forma el sistema deberá permitir al Gestor de Admisión:

- Introducir los datos de la cuenta de usuario, la cual está compuesta por un login y contraseña.
- Realizar el cambio de su contraseña.
- Solicitar el envío de una nueva contraseña a su correo electrónico registrado en el sistema, en caso de olvido de la misma.
- Ingresar la información de nuevos pacientes.
- Consultar la información de pacientes existentes.
- Modificar la información de pacientes existentes.
- Eliminar la información de pacientes existentes.
- Listar la información de todos los pacientes que se encuentren registrados en el sistema.
- Realizar la búsqueda de la información de un paciente, según su cédula de identidad.
- Ingresar la información de nuevas historias médicas, en el caso de un ingreso de un paciente a hospitalización.
- Consultar la información de las historias médicas existentes.
- Modificar la información de las historias médicas existentes.
- Cerrar una historia médica, en el caso que se haya dado la orden de alta médica del paciente.
- Listar la información de todas las historias médicas según uno de los posibles estados: abiertas o cerradas.

El sistema deberá permitir al Doctor:

- Introducir los datos de la cuenta de usuario, la cual está compuesta por un login y una contraseña.
- Realizar el cambio de la contraseña de su cuenta de usuario.
- Solicitar el envío de una nueva contraseña a su correo electrónico registrado en el sistema, en caso de olvido de la misma.
- Listar todas las historias abiertas que tenga asignadas en ese momento. Es decir, las historias médicas abiertas las cuales el usuario sea médico tratante.
- Consultar la información de una historia médica.
- Ingresar la información de una nueva orden médica de una historia en específico. Con la condición de que la historia médica se encuentre abierta y el usuario sea medico tratante de la misma.
- Listar todas las órdenes médicas de una historia médica específica.
- Consultar la información de una orden médica específica, perteneciente a una historia.
- Listar todas las entradas de evoluciones de enfermería de una historia específica.
- Consultar la información de una evolución de enfermería específica, perteneciente a una historia.
- Listar todos los registros de control de líquidos¹⁵ administrados o eliminados de una historia específica.
- Consultar la información de un registro de control de líquidos específico, perteneciente a una historia.
- Listar todas las lecturas de signos vitales del paciente de una historia específica.
- Consultar la información de una lectura de signos vitales específica, perteneciente a una historia.
- Realizar la búsqueda de una historia médica en específico, según el número de historia.

¹⁵ Medicamentos.

Finalmente el sistema deberá permitir a la Enfermera:

- Introducir los datos de la cuenta de usuario, la cual está compuesta por un login y una contraseña.
- Realizar el cambio de su contraseña.
- Solicitar el envío de una nueva contraseña a su correo electrónico registrado en el sistema, en caso de olvido de la misma.
- Realizar la búsqueda de historias médicas, según el número de habitación.
- Listar todas las historias activas que estén asignadas a una habitación en un momento dado.
- Consultar la información de una historia médica.
- Listar todas las órdenes médicas de una historia médica específica.
- Consultar la información de una orden médica específica, perteneciente a una historia.
- Ingresar la información de nueva evolución de enfermería de una historia en específico.
- Listar todas las entradas de evoluciones de enfermería de una historia específica.
- Consultar la información de una evolución de enfermería específica, perteneciente a una historia.
- Ingresar la información de nuevo registro de control de líquidos administrados o eliminados de una historia en específico.
- Listar todos los registros de control de líquidos de una historia específica.
- Consultar la información de un registro de control de líquidos específico, perteneciente a una historia.
- Ingresar la información de nueva lectura de signos vitales de un paciente.
- Listar todas las lecturas de signos vitales del paciente de una historia específica.

- Consultar la información de una lectura de signos vitales específica, perteneciente a una historia.

3.2 Análisis y descripción de las herramientas

La primera decisión que se tomo al momento de desarrollar la aplicación fue escoger la plataforma para PDAs bajo el ambiente Windows Mobile, debido a que es el sistema operativo que viene integrado con los dispositivos Pocket PC que el Laboratorio de Redes Móviles, Inalámbricas y Distribuidas-ICARO posee¹⁶. Sin embargo, la opción elegida fue desarrollar la aplicación de manera que fuese independiente de la plataforma donde se ejecute. Por lo tanto, se decidió implementar la aplicación bajo una arquitectura Cliente/Servidor utilizando tecnologías Web. Gracias a este enfoque la aplicación podrá ser utilizada por cualquier usuario que posea un dispositivo móvil con capacidades de navegación Web.

El lenguaje de programación utilizado para el desarrollo de la aplicación fue Java de Sun Microsystems. Java es un lenguaje moderno, orientado a objetos, de código abierto, robusto, seguro y portable que integra gran cantidad de componentes y herramientas de trabajo que facilitan el desarrollo de aplicaciones. El desarrollo se realizó utilizando el modelo de aplicación que define Java EE (Java Platform Enterprise Edition), la cual integra un conjunto coordinado de tecnologías que ayudan a reducir significativamente la complejidad del desarrollo de aplicaciones. Tomando como base Java SE (Java Platform Standard Edition), Java EE añade capacidades y tecnologías adicionales para proporcionar una plataforma completa, estable y segura para el desarrollo de aplicaciones Web empresariales.

Con la finalidad de trabajar con la tecnología Java EE, se utilizó la versión Java SE 6. Se utilizó el JDK (Java Development Kit) 6 actualización 14. El JDK es un producto de software libre desarrollado por Sun Microsystems, el cual proporciona un conjunto de herramientas que permite el desarrollo de aplicaciones Java [14].

Para el desarrollo de la aplicación y la interfaz, se utilizó la plataforma Eclipse en su versión 3.4.2 Ganymede. Eclipse es un entorno de desarrollo integrado que permite el desarrollo modular de aplicaciones, facilitando los procesos de compilación, depuración y ejecución de las mismas. Está escrito en lenguaje Java y proporciona una interfaz intuitiva para la construcción de aplicaciones Web Java EE.

¹⁶ Para la fecha de realización de este trabajo.

3.2.1 Java EE

Durante el desarrollo de esta aplicación se utilizaron parte de los componentes que define el modelo de aplicación de Java EE. Este modelo define la utilización del lenguaje de programación Java y su máquina virtual, para la construcción de aplicaciones empresariales que ofrezcan algún tipo de servicio a clientes, empleados, etc. Dichas aplicaciones pueden ser inherentemente complejas, pueden acceder gran cantidad de información de múltiples fuentes, pueden ofrecer sus servicios a una variedad de clientes, por lo tanto necesitan la portabilidad, seguridad y escalabilidad que el modelo de programación Java EE ofrece [14].

La plataforma Java EE utiliza un modelo distribuido multinivel de capas para sus aplicaciones empresariales. La lógica de la aplicación es dividida en componentes de acuerdo a sus funcionalidades, los diferentes componentes que conforman la aplicación final pueden estar instalados en diferentes lugares (Cliente o Servidor) dependiendo de la tarea que cumplan dentro de la aplicación Java EE. La Figura 3.1, tomada de [14], muestra la arquitectura multinivel del modelo de aplicación Java EE.

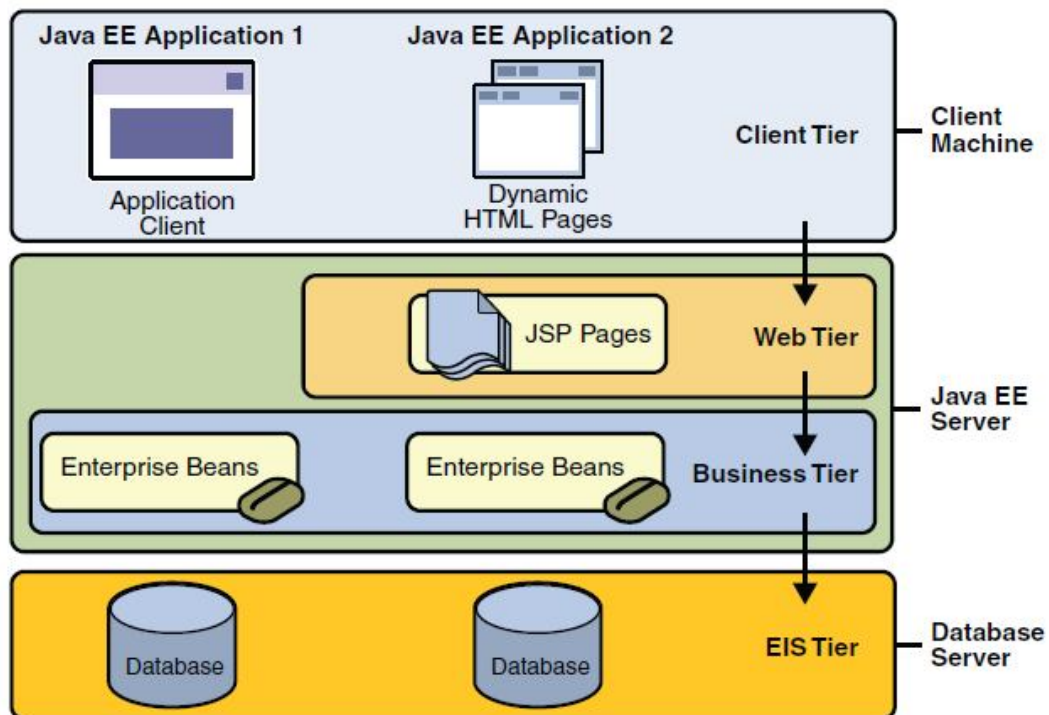


Figura 3.1: Arquitectura Multinivel Java EE.

Componentes de Java EE

Un componente Java EE es una unidad funcional de software independiente que forma parte de una aplicación junto con las demás clases y archivos, capaz de comunicarse con otros componentes.

La especificación Java EE define los siguientes componentes:

- Aplicaciones cliente, las cuales se ejecutan del lado del cliente.
- Java Servlets, JavaServer Faces¹⁷ y JavaServer Pages, las cuales son tecnologías web que se ejecutan del lado del servidor.
- Enterprise Java Beans¹⁸, los cuales son componentes de negocio que se ejecutan en el servidor.

3.2.1.1 Java Servlets

Un Servlet es una clase escrita en el lenguaje de programación Java, que se utiliza para extender las capacidades de servidores que ejecuten aplicaciones basadas en el modelo solicitud-respuesta. Aunque los Servlets pueden responder a cualquier tipo de solicitud, su uso más común se encuentra en extender las capacidades de servidores Web.

Contenedor de servlets

Un contenedor de servlets es un servidor Web especializado que soporta la ejecución de servlets. Integra las funcionalidades básicas de los servidores Web tradicionales con ciertas especificaciones y extensiones de la tecnología Java Servlet. Cada servlet dentro de la aplicación se encuentra registrado en el contenedor. Los servlets registran en el contenedor la información pertinente de la funcionalidad que cumplen dentro del sistema. De igual forma los servlets registran un mecanismo de identificación que permitirá al contenedor localizarlos, para su posterior inicialización y canalización de solicitudes.

El contenedor de servlets utilizado para el desarrollo de este trabajo fue Apache Tomcat en su versión 6.0. Apache Tomcat es un contenedor de servlets desarrollado por la ASF (Apache Software Foundation) que implementa las especificaciones de las tecnologías Java Servlets y JavaServer Pages de Sun Microsystems, a la vez que proporciona un ambiente de servidor Web HTTP nativo para Java.

¹⁷ Esta tecnología no fue utilizada en el presente T.E.G.

¹⁸ EJB no fue utilizado en el presente T.E.G.

3.2.1.2 JavaServer Pages

La tecnología JSP (JavaServer Pages) permite a los desarrolladores Web mantener y construir páginas Web dinámicas. Como parte de la familia de tecnologías Java, JSP permite el desarrollo de aplicaciones independientes de la plataforma donde se ejecuten. JSP permite separar la interfaz de usuario de los elementos de generación de contenido, permitiendo a los desarrolladores modificar el diseño general de la página sin alterar el proceso de generación de contenido dinámico [15].

Las principales características de la tecnología JSP son:

- Es un lenguaje para implementar paginas JSP, las cuales son documentos basados en texto que describen como procesar una solicitud y construir una respuesta.
- Un lenguaje de expresión que permite acceder a objetos del lado del servidor.
- Ofrece mecanismos para implementar extensiones al lenguaje JSP.

3.2.1.3 Arquitectura MVC

La metodología utilizada para el desarrollo de la aplicación se encuentra definida bajo el patrón de diseño MVC (Modelo-Vista-Controlador). La arquitectura MVC es un enfoque popular de diseño para desarrollar aplicaciones interactivas, ya que distribuye las funcionalidades de la aplicación en diferentes objetos manteniendo al mínimo el acoplamiento entre ellos. Este patrón cumple el objetivo de aislar la lógica de negocio de la presentación, permitiendo el desarrollo y mantenimiento independiente de los módulos que conforman la aplicación.

Según [14], la arquitectura MVC divide las aplicaciones en tres capas:

- **Modelo:** el modelo representa la información y datos de negocio, representa además las operaciones que se deben llevar a cabo para el acceso y modificación de los datos. El modelo permite al controlador acceder las funcionalidades de la aplicación y notifica a la vista cuando se ha realizado algún cambio.
- **Vista:** la vista permite visualizar los contenidos del modelo. La vista obtiene la información del modelo y define como esta información será presentada. De igual forma, actualiza la presentación de la información cuando ha ocurrido un cambio en el estado del modelo. La vista permite canalizar las entradas del usuario hacia los controladores indicados.

- **Controlador:** el controlador define el comportamiento general de la aplicación. El controlador interpreta las entradas del usuario y selecciona las acciones que debe ejecutar el modelo para satisfacer las solicitudes de los usuarios. En un aplicación Web, las solicitudes de los clientes pueden ser solicitudes HTTP GET y HTTP POST. La tarea principal de un controlador es seleccionar la siguiente vista, tomando en cuenta las entradas del usuario y los resultados obtenidos de las operaciones que realizo el modelo.

La Figura 3.2¹⁹, es un claro ejemplo del uso de Servlets y paginas JSP siguiendo el patrón de diseño MVC. Las paginas JSP representan la capa de presentación y la tecnología de Servlets representa la capa de procesamiento de tareas. Los servlets actúan como controladores al procesar las solicitudes y crear los JavaBeans que las paginas JSP necesiten. Los controladores son responsables de decidir a qué página JSP debe encaminarse una solicitud. Las paginas JSP obtienen los objetos creados por los servlets y extraen el contenido dinámico para ser mostrado al usuario.

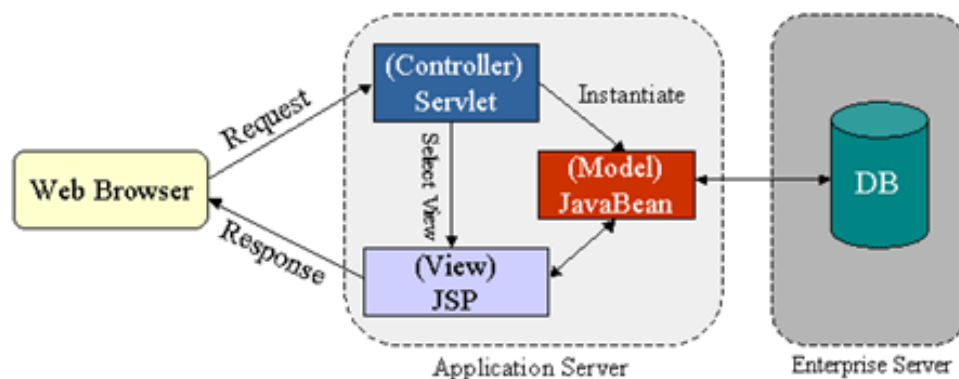


Figura 3.2: Arquitectura MVC bajo Java EE.

3.3 Modelado de la aplicación

En esta sección se definirán formalmente las funcionalidades que caracterizan el sistema de gestión de historias médicas de hospitalización, tomando en cuenta los requerimientos expuestos anteriormente. El modelado de una aplicación se lleva a cabo para comprender el sistema que se va a desarrollar. Con la finalidad de modelar y diseñar la aplicación utilizaremos los diagramas de casos de uso. Los diagramas de casos de uso forman parte del conjunto de herramientas UML (Unified Modeling Language). Por otra parte, para el modelado de los datos se utilizara un modelo conceptual de la base de datos, utilizando como base los diagramas ER del modelo entidad relación. Este

¹⁹ http://java.sun.com/developer/technicalArticles/javaserverpages/servlets_jsp/

modelo proporciona una representación abstracta y conceptual de los datos que maneja la aplicación.

3.3.1 Diagrama de casos de uso

El propósito principal de los diagramas de casos de uso es representar de manera gráfica la funcionalidad del sistema en términos de sus actores y los objetivos que estos persiguen dentro del sistema. Permite representar además las relaciones que existen entre estos.

En el sistema de gestión de historias médicas de hospitalizaciones se distinguen 4 actores principales: el administrador de sistemas, el gestor de admisión, el doctor y la enfermera. A continuación se presenta la descripción de cada uno:

- **Administrador de sistemas:** es el encargado de la gestión de cuentas de usuario y la administración del sistema. Puede agregar, consultar, modificar y eliminar cualquier cuenta de usuario. Puede consultar además la bitácora de uso del sistema.
- **Gestor de admisión:** el personal de admisión es el encargado de la gestión de historias médicas y de los pacientes. Puede agregar, consultar, modificar y eliminar la información de los pacientes. De igual forma puede agregar, consultar y modificar la información de las historias médicas cuando los pacientes son hospitalizados.
- **Doctor:** forma parte del personal médico profesional del centro de asistencia y por lo tanto necesita acceso a la información específica de control, contenida en las historias médicas de los pacientes hospitalizados. El doctor puede consultar la información de la historia médica de un paciente hospitalizado. Puede consultar y agregar nuevas órdenes médicas de una historia médica. Sin embargo solamente puede consultar la información de evoluciones de enfermería, control de líquidos y control de signos vitales de las historias médicas de pacientes hospitalizados.
- **Enfermera:** el actor enfermera también forma parte del personal médico profesional del centro de asistencia y por lo tanto necesita acceso a la información específica de control contenida en las historias médicas de los pacientes. La enfermera puede consultar la información de las historias médicas existentes. Sin embargo solamente puede consultar las órdenes médicas de una historia sin poder agregar nuevas entradas. Puede agregar y consultar la información de evoluciones de enfermería, control de líquidos y control de signos vitales de las historias médicas de pacientes hospitalizados.

Todos los usuarios del sistema podrán autenticarse mediante el uso de un login y una contraseña previamente asignados. Los usuarios podrán realizar el cambio de su contraseña en cualquier momento y en caso de olvido, podrán solicitar el envío de una nueva contraseña al correo electrónico que tengan registrado en el sistema.

A continuación el diagrama de casos de uso del sistema de gestión de historias médicas de hospitalizaciones. El diagrama está estructurado por niveles, la Figura 3.3 muestra el nivel 0, donde se puede apreciar cada uno de los actores involucrados con el sistema.

Nivel 0

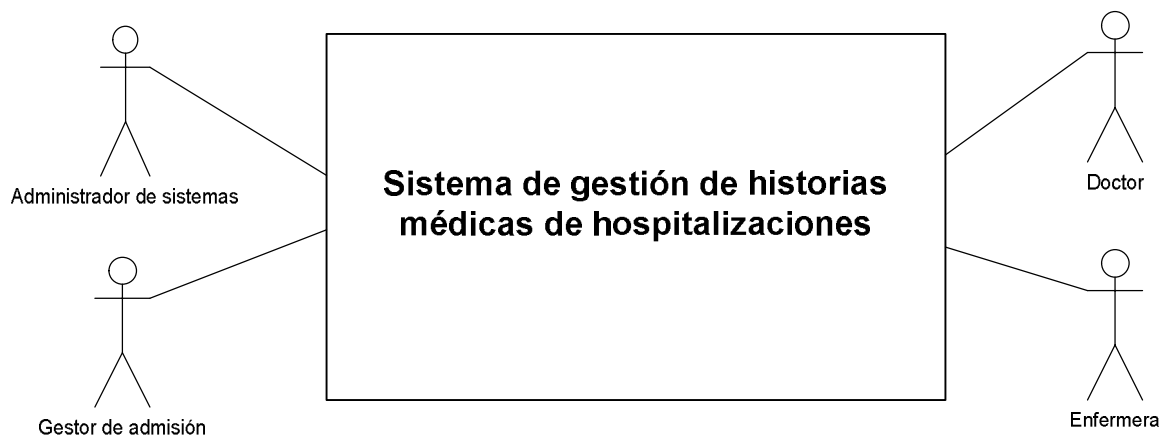


Figura 3.3: Diagrama de casos de uso, Nivel 0.

La Figura 3.4 y 3.5 muestran el nivel 1, el cual es el primer nivel de detalle. Se puede evidenciar el diseño de la aplicación en dos módulos diferentes, un módulo móvil, que será utilizado por los actores a través de dispositivos móviles y un módulo no móvil, que será utilizado por los actores a través de computadoras de escritorio.

Nivel 1

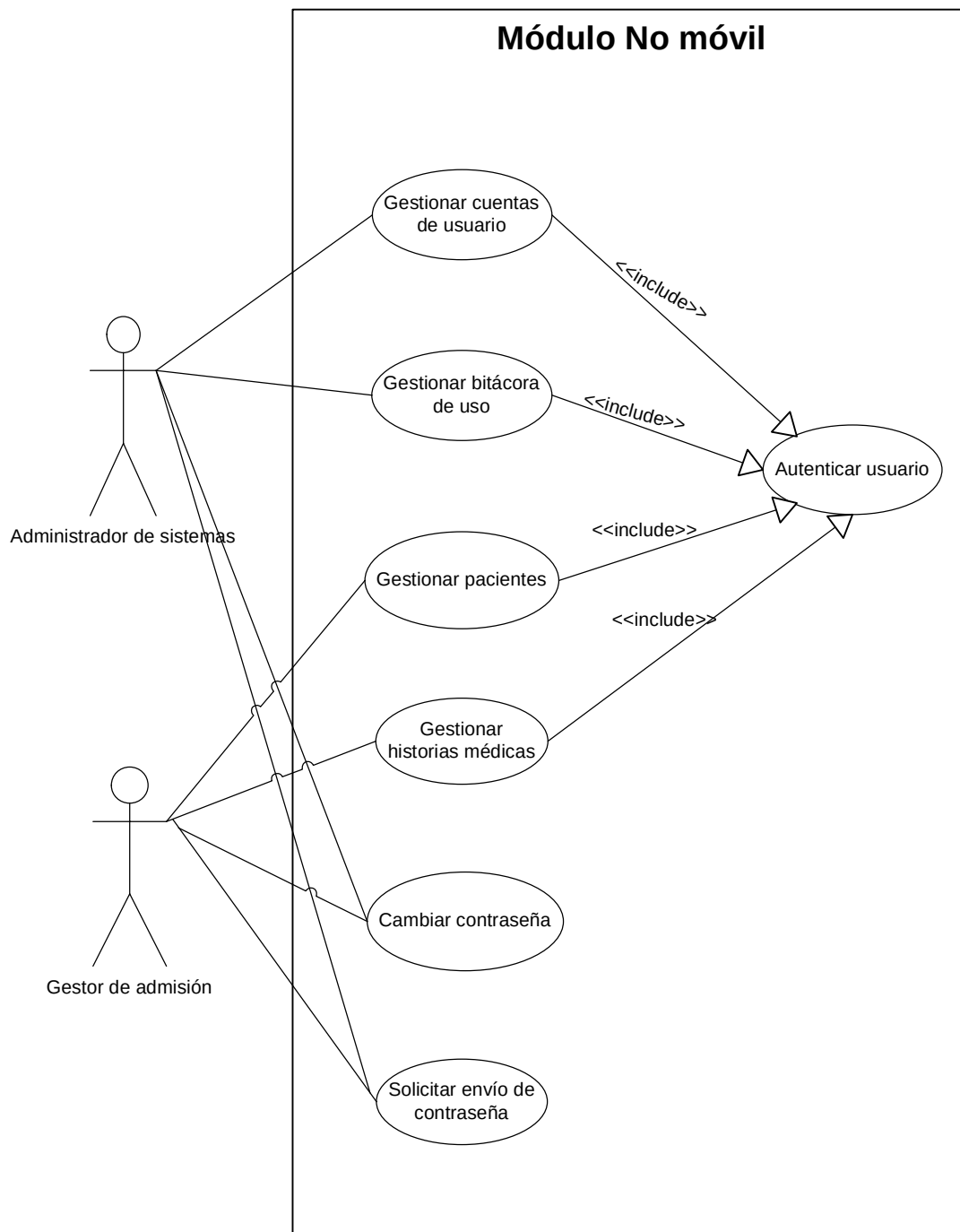


Figura 3.4: Diagrama de casos de uso del nivel 1, Módulo No móvil.

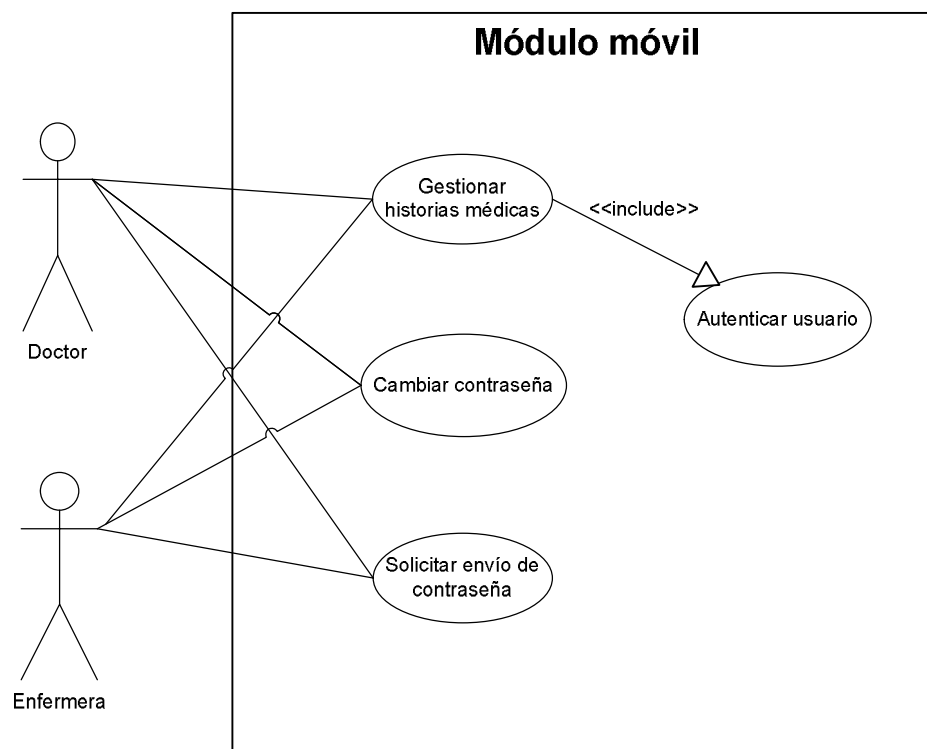


Figura 3.5: Diagrama de casos de uso del nivel 1, Módulo móvil.

La descripción de las funcionalidades expuestas en los casos de uso del nivel 1 se expone en la Tabla 3.1, indicando el nombre del caso de uso, los actores involucrados, una breve descripción, pre-condiciones y post-condiciones del mismo.

Casos de uso nivel 1	
Nombre	Gestionar cuentas de usuario.
Actores	Administrador de sistemas.
Descripción	Permite la gestión de las cuentas de usuario del sistema. Las acciones que se pueden realizar son: agregar, consultar, modificar y eliminar cuentas de usuario.
Pre-condición	El usuario debe haberse autenticado en el sistema mediante el uso de su login y contraseña.
Post-condición	Se realiza la gestión de cuentas de usuario del sistema.
Nombre	Gestionar bitácora de uso.
Actores	Administrador de sistemas.
Descripción	Permite la visualización de todas las entradas de la bitácora de uso del sistema.
Pre-condición	El usuario debe haberse autenticado en el sistema mediante el uso de su login y contraseña.

Tabla 3.1: Descripción de casos de uso, Nivel 1.

Casos de uso nivel 1	
Post-condición	Se visualiza todas las entradas de la bitácora de uso.
Nombre	Gestionar pacientes.
Actores	Gestor de admisión.
Descripción	Permite la gestión de los pacientes. Las acciones que se pueden realizar son: agregar, consultar, modificar y eliminar la información de los pacientes.
Pre-condición	El usuario debe haberse autenticado en el sistema mediante el uso de su login y contraseña.
Post-condición	Se realiza la gestión de pacientes.
Nombre	Gestionar historias médicas.
Actores	Gestor de admisión, doctor y enfermera.
Descripción	Permite la gestión de historias médicas de pacientes hospitalizados. Las acciones que un gestor de admisión puede realizar son: agregar, consultar, modificar y cerrar historias médicas. Las acciones que los usuarios doctor y enferma pueden realizar: consultar la información de las historias médicas.
Pre-condición	El usuario debe haberse autenticado en el sistema mediante el uso de su login y contraseña.
Post-condición	Se realiza la gestión de historias médicas.
Nombre	Cambiar contraseña.
Actores	Administrador de sistemas, gestor de admisión, doctor y enfermera.
Descripción	Permite el cambio de la contraseña de una cuenta de usuario.
Pre-condición	La longitud de la contraseña debe ser mayor de 6 caracteres. El usuario debe introducir el login y contraseña anterior.
Post-condición	Se realiza el cambio de contraseña en caso de que los datos introducidos sean correctos. En caso contrario se notifica al usuario del error.
Nombre	Solicitar envío de contraseña.
Actores	Administrador de sistemas, gestor de admisión, doctor y enfermera.
Descripción	Permite solicitar la contraseña de la cuenta de usuario para que sea enviada por correo electrónico a través del sistema en caso de olvido.
Pre-condición	El usuario debe introducir el login registrado en el sistema.

Tabla 3.1 (cont.): Descripción de casos de uso, Nivel 1.

Casos de uso nivel 1	
Post-condición	Se realiza el envío de la nueva contraseña generada vía correo electrónico. En caso de error se le notifica al usuario.
Nombre	Autenticar usuario.
Actores	Administrador de sistemas, gestor de admisión, doctor y enfermera.
Descripción	Permite autenticar o no a un usuario del sistema. El usuario debe introducir el login y contraseña correspondiente a su cuenta de usuario, dichos datos son verificados contra la información que se encuentra en la base de datos.
Pre-condición	El usuario debe introducir un login y una contraseña.
Post-condición	Se autentica al usuario creando una sesión de usuario y se le otorga acceso a las funcionalidades del sistema para las cuales este autorizado. En caso de error se niega el acceso y se le notifica al usuario.

Tabla 3.1 (cont.): Descripción de casos de uso, Nivel 1.

La Figura 3.6 muestra el nivel 2 del diagrama de casos de uso de las funcionalidades del módulo no móvil. Las Figuras 3.7 y 3.8 muestran el nivel 2 del diagrama, permitiendo visualizar las funcionalidades del módulo móvil dependiendo del usuario.

Nivel 2



Figura 3.6: Diagrama de casos de uso del nivel 2, Módulo No móvil.

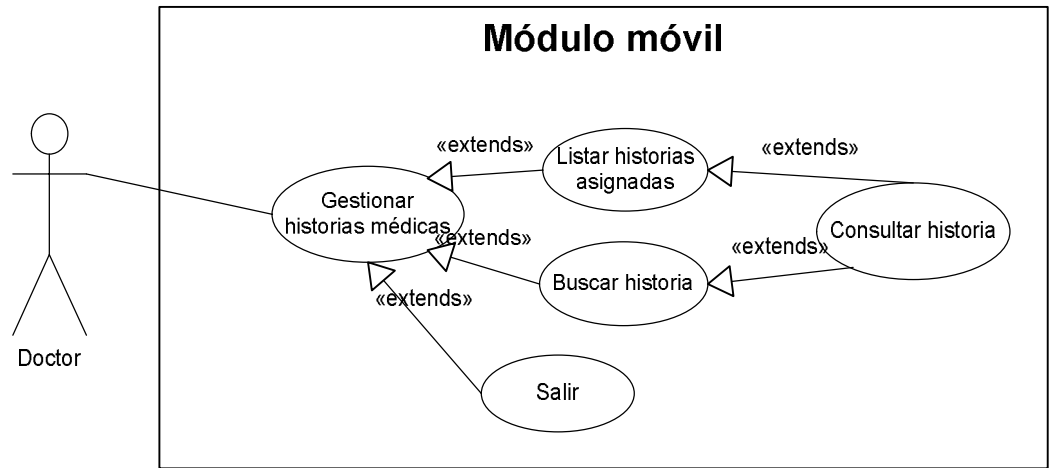


Figura 3.7: Diagrama de casos de uso del nivel 2, Módulo móvil usuario doctor.

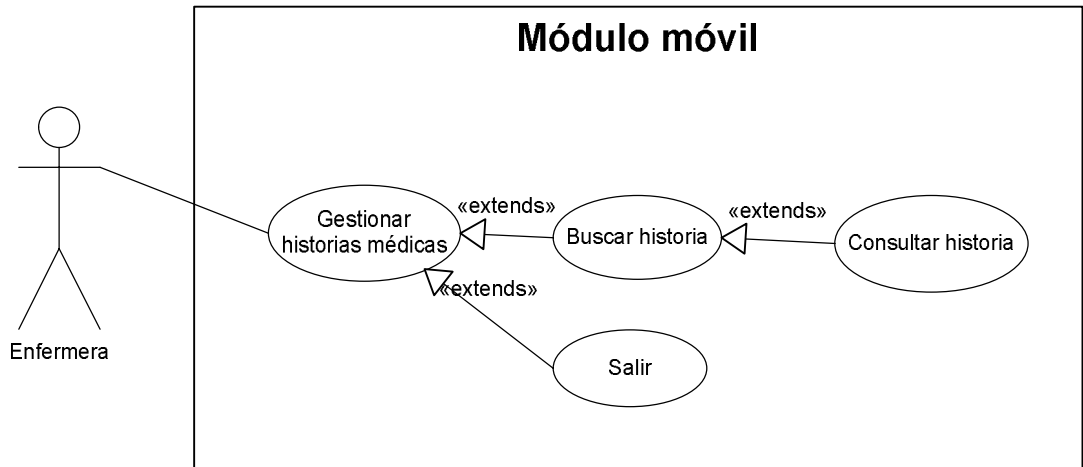


Figura 3.8: Diagrama de casos de uso del nivel 2, Módulo móvil usuario enfermera.

La descripción de las funcionalidades expuestas en los casos de uso del nivel 2 se expone en la Tabla 3.2.

Casos de uso nivel 2	
Nombre	Agregar cuenta.
Actores	Administrador de sistemas.
Descripción	El administrador selecciona la opción de agregar nuevas cuentas de usuario desde la funcionalidad de gestión de usuarios. Los datos requeridos para completar el proceso son: cédula de identidad, nombre, apellido, profesión, especialidad, dirección, teléfono, email, login, contraseña y tipo de usuario.

Tabla 3.2: Descripción de casos de uso, Nivel 2.

Casos de uso nivel 2	
Pre-condición	Ninguna.
Post-condición	La cuenta de usuario se agrega satisfactoriamente. El usuario está autorizado para iniciar sesión en el sistema utilizando el login y contraseña asignada.
Nombre	Consultar cuenta.
Actores	Administrador de sistemas.
Descripción	El administrador selecciona la opción requerida desde la funcionalidad de cuentas de usuario. De igual forma puede realizar la búsqueda de una cuenta de usuario determinada a través de la cédula de identidad de la persona. El administrador puede visualizar toda la información correspondiente a una cuenta de usuario específica.
Pre-condición	La cuenta de usuario debe existir.
Post-condición	El administrador consulta los datos de una cuenta de usuario.
Nombre	Modificar cuenta.
Actores	Administrador de sistemas.
Descripción	El administrador selecciona la opción requerida desde la funcionalidad consultar cuenta. El administrador puede modificar todos los datos excepto la cédula de identidad, de una cuenta de usuario.
Pre-condición	La cuenta de usuario debe existir.
Post-condición	El administrador modifica los datos de una cuenta de usuario.
Nombre	Eliminar cuenta.
Actores	Administrador de sistemas.
Descripción	El administrador selecciona la opción requerida desde la funcionalidad consultar cuenta. El administrador del sistema puede eliminar los datos de una cuenta de usuario a través de esta funcionalidad.
Pre-condición	La cuenta de usuario no puede tener registros asociados a ninguna historia médica.
Post-condición	El administrador elimina la información de una cuenta de usuario.
Nombre	Consultar bitácora.
Actores	Administrador de sistemas.

Tabla 3.2 (cont.): Descripción de casos de uso, Nivel 2.

Casos de uso nivel 2	
Descripción	Permite visualizar todas las entradas de la bitácora de uso del sistema.
Pre-condición	Ninguna.
Post-condición	El administrador visualiza la bitácora de uso del sistema.
Nombre	Agregar paciente.
Actores	Gestor de admisión.
Descripción	El gestor de admisión selecciona la opción de agregar pacientes desde la funcionalidad de gestión de pacientes. Los datos requeridos para completar el proceso son: cédula de identidad, nombre, apellido, sexo, edad, lugar de nacimiento, estado civil, ocupación, dirección, teléfono, alergias, antecedentes médicos y tipo de sangre.
Pre-condición	Ninguna.
Post-condición	El paciente se agrega satisfactoriamente.
Nombre	Consultar paciente.
Actores	Gestor de admisión.
Descripción	El gestor de admisión selecciona la opción requerida desde la funcionalidad de gestión de pacientes. De igual forma puede realizar la búsqueda de la información de un paciente a través de su cédula de identidad. Permite al gestor de admisión consultar toda la información de los pacientes.
Pre-condición	La información del paciente debe estar registrada en el sistema.
Post-condición	El gestor de admisión visualiza la información del paciente.
Nombre	Modificar paciente.
Actores	Gestor de admisión.
Descripción	El gestor de admisión selecciona la opción requerida desde la funcionalidad consultar paciente. El administrador puede modificar todos los datos del paciente excepto la cédula de identidad.
Pre-condición	El paciente debe existir.
Post-condición	La información del paciente es modificada por el gestor de admisión.
Nombre	Eliminar paciente.
Actores	Gestor de admisión.
Descripción	El gestor de admisión selecciona la opción requerida desde la funcionalidad consultar paciente.

Tabla 3.2 (cont.): Descripción de casos de uso, Nivel 2.

Casos de uso nivel 2	
Pre-condición	El paciente no debe tener ninguna historia médica asociada.
Post-condición	Se elimina la información del paciente.
Nombre	Agregar historia.
Actores	Gestor de admisión.
Descripción	El gestor de admisión selecciona la opción de agregar historias desde la funcionalidad de gestión de historias médicas. Los datos requeridos para completar el proceso son: fecha, hora, número de historia, número de habitación, motivo de la hospitalización, padecimiento actual, estado de la historia, cedula del paciente y la cedula(s) de los médicos tratantes asignados.
Pre-condición	La información del paciente y de los médicos tratantes debe estar registrada en el sistema.
Post-condición	Se crea satisfactoriamente una historia médica de hospitalización de un paciente.
Nombre	Consultar historia.
Actores	Gestor de admisión, doctor y enfermera.
Descripción	Los usuarios seleccionan la opción requerida desde la funcionalidad de gestión de historias médicas. De igual forma pueden realizar la búsqueda de la información de una historia a través de diferentes parámetros dependiendo al tipo de usuario que pertenezcan. Permite consultar la información básica de una historia médica determinada.
Pre-condición	La historia médica debe existir.
Post-condición	Se visualiza la información básica de una historia médica específica.
Nombre	Modificar historia.
Actores	Gestor de admisión.
Descripción	El gestor de admisión selecciona la opción requerida desde la funcionalidad consultar historia. El gestor de admisión puede modificar los datos básicos de una historia médica.
Pre-condición	La historia médica debe existir. La historia médica debe encontrarse en estado abierta.
Post-condición	La información de la historia médica es modificada por el gestor de admisión.
Nombre	Cerrar historia.

Tabla 3.2 (cont.): Descripción de casos de uso, Nivel 2.

Casos de uso nivel 2	
Actores	Gestor de admisión.
Descripción	El gestor de admisión selecciona la opción requerida desde la funcionalidad de consultar historia. Permite cerrar una historia médica con propósitos administrativos luego que el médico tratante ha dado la orden de darle el alta médica al paciente.
Pre-condición	La historia debe existir y encontrarse en estado abierta.
Post-condición	El estado de la historia médica se establece con el valor cerrado. La historia médica no puede ser modificada y se registra la fecha de egreso del paciente automáticamente.
Nombre	Listar historias.
Actores	Gestor de admisión.
Descripción	El gestor de admisión selecciona esta opción desde la funcionalidad de gestión de historias médicas. Permite listar todas las historias médicas registradas según sus dos valores de estado: abiertas y cerradas.
Pre-condición	Debe existir al menos una historia abierta o cerrada.
Post-condición	El gestor visualiza un listado de las historias médicas registradas en el sistema según el estado.
Nombre	Listar historias asignadas.
Actores	Doctor.
Descripción	El doctor selecciona esta opción desde la funcionalidad de gestión de historias médicas. Permite listar todas las historias médicas abiertas en las cuales el doctor esta registrado como médico tratante.
Pre-condición	El doctor debe ser estar registrado como médico tratante de al menos una historia médica abierta.
Post-condición	El doctor visualiza un listado de las historias médicas abiertas, en las cuales se encuentra registrado como médico tratante.
Nombre	Buscar historia.
Actores	Doctor y enfermera.
Descripción	Permite a los usuarios realizar la búsqueda de historias médicas según un parámetro definido por el tipo de usuario al que pertenezcan. El parámetro de búsqueda para el usuario doctor es el número de la historia. El parámetro de búsqueda para el usuario enfermera es el número de habitación.
Pre-condición	La historia médica debe existir. Deben existir historias médicas abiertas asignadas al número de habitación.

Tabla 3.2 (cont.): Descripción de casos de uso, Nivel 2.

Casos de uso nivel 2	
Post-condición	Si la búsqueda de la historia es satisfactoria, el usuario doctor procede a la funcionalidad de consultar historias médicas. En caso contrario se le notifica al usuario el error ocurrido. Si el número de habitación introducido es válido y existen historias médicas abiertas registradas con ese número de habitación, se muestra al usuario enfermera el listado de dichas historias.
Nombre	Salir.
Actores	Administrador de sistemas, gestor de admisión, doctor y enfermera.
Descripción	Esta opción permite a los usuarios finalizar la sesión de usuario y salir completamente del sistema.
Pre-condición	El usuario debe estar autenticado e iniciado sesión dentro de la aplicación.
Post-condición	La sesión de usuario se finaliza y se cierra la aplicación.

Tabla 3.2 (cont.): Descripción de casos de uso, Nivel 2.

La Figura 3.9, muestra el nivel 3 del diagrama de casos de uso. Esta figura muestra el detalle de la funcionalidad Consultar historia del módulo móvil para el usuario doctor.

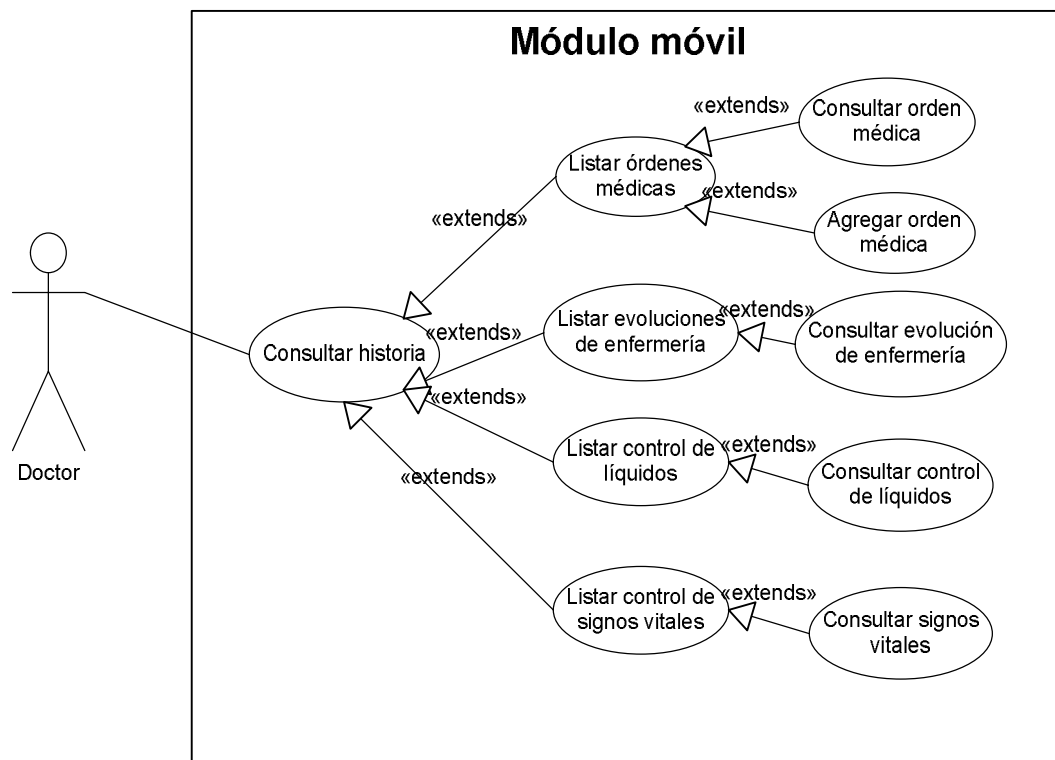


Figura 3.9: Diagrama de casos de uso del nivel 3, Módulo móvil usuario doctor.

La Figura 3.10, muestra el nivel 3 del diagrama de casos de uso. Esta figura muestra el detalle de la funcionalidad Consultar historia del módulo móvil para el usuario enfermera.

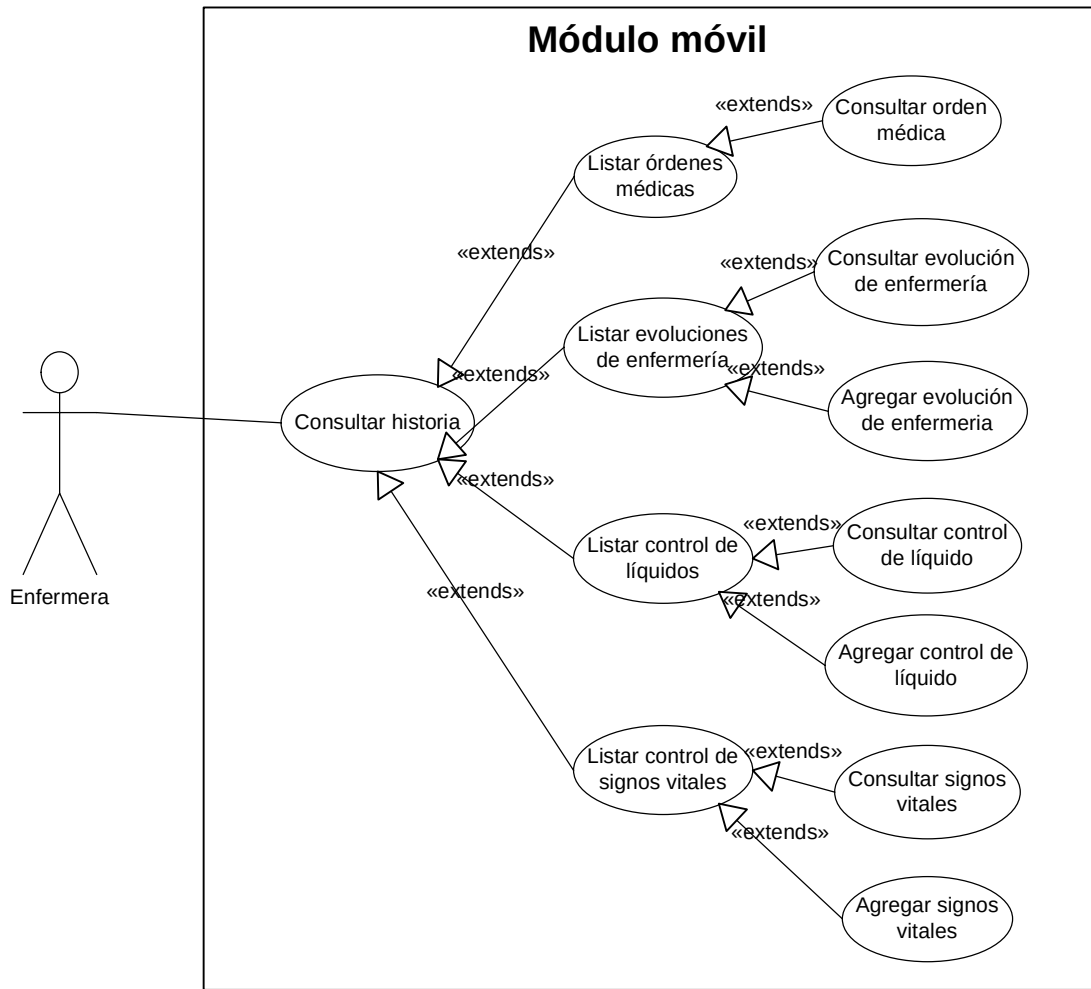


Figura 3.10: Diagrama de casos de uso del nivel 3, Módulo móvil usuario enfermera.

Finalmente la Tabla 3.3 muestra la descripción de los casos de usos del último nivel de detalle del diagrama de casos de uso.

Casos de uso nivel 3	
Nombre	Listar órdenes médicas.
Actores	Doctor y enfermera.
Descripción	Permite listar las órdenes médicas pertenecientes a una historia médica de hospitalización determinada.

Tabla 3.3: Descripción de casos de uso, Nivel 3.

Casos de uso nivel 3	
Pre-condición	Debe existir al menos una orden médica.
Post-condición	Lista todas las órdenes médicas registradas de una historia médica determinada. La lista se muestra ordenada descendientemente según la fecha y hora de registro de las órdenes médicas.
Nombre	Listar evoluciones de enfermería.
Actores	Doctor y enfermera.
Descripción	Permite listar las órdenes médicas pertenecientes a una historia médica de hospitalización determinada.
Pre-condición	Debe existir al menos una evolución de enfermería.
Post-condición	Lista todas las evoluciones de enfermería registradas de una historia médica determinada. La lista se muestra ordenada descendientemente según la fecha y hora de registro de las evoluciones de enfermería.
Nombre	Listar control de líquidos.
Actores	Doctor y enfermera.
Descripción	Permite listar todas las entradas del control de líquidos administrados y eliminados de una historia médica determinada. La lista se muestra ordenada descendientemente según la fecha y hora de registro de las entradas.
Pre-condición	Debe existir al menos una entrada de control de líquidos.
Post-condición	Lista todas las entradas de control de líquidos administrados y eliminadas de una historia médica determinada. La lista se muestra ordenada descendientemente según la fecha y hora de registro de las entradas.
Nombre	Listar control de signos vitales.
Actores	Doctor y enfermera.
Descripción	Permite listar todas las lecturas de signos vitales del paciente de una historia médica determinada.
Pre-condición	Debe existir al menos una lectura de signos vitales.
Post-condición	Lista todas las lecturas de signos vitales del paciente de una historia médica determinada. La lista se muestra ordenada descendientemente según la fecha y hora de registro de las lecturas.
Nombre	Consultar orden medica.

Tabla 3.3 (cont.): Descripción de casos de uso, Nivel 3.

Casos de uso nivel 3	
Actores	Doctor y enfermera.
Descripción	Los usuarios seleccionan la opción requerida desde la funcionalidad de listar órdenes médicas. Permite consultar la información básica de una orden médica determinada.
Pre-condición	La orden médica debe existir.
Post-condición	Los usuarios visualizan la información de una orden médica específica.
Nombre	Agregar orden médica.
Actores	Doctor.
Descripción	El doctor selecciona la opción requerida desde la funcionalidad de listar órdenes médicas. Permite agregar una nueva orden médica de una historia médica determinada. Los datos requeridos para completar el proceso son: fecha, hora, número de historia, orden médica, evolución médica y cédula de identidad del responsable.
Pre-condición	El doctor debe estar registrado como medico tratante de la historia médica. La historia médica debe estar abierta.
Post-condición	Se agrega una nueva orden médica.
Nombre	Consultar evolución de enfermería.
Actores	Doctor y enfermera.
Descripción	Los usuarios seleccionan la opción requerida desde la funcionalidad de listar evoluciones de enfermería. Permite consultar la información básica de una evolución de enfermería determinada.
Pre-condición	La evolución de enfermería debe existir.
Post-condición	Los usuarios visualizan la información de una evolución de enfermería específica.
Nombre	Agregar evolución de enfermería.
Actores	Enfermera.
Descripción	La enfermera selecciona la opción requerida desde la funcionalidad de listar evoluciones de enfermería. Permite agregar una nueva evolución de enfermería. Los datos requeridos para completar el proceso son: fecha, hora, número de historia, evolución de enfermería y cédula de identidad del responsable.
Pre-condición	La historia médica debe estar abierta.
Post-condición	Se agrega una nueva evolución de enfermería de una historia médica determinada.

Tabla 3.3 (cont.): Descripción de casos de uso, Nivel 3.

Casos de uso nivel 3	
Nombre	Consultar control de líquido.
Actores	Doctor y enfermera.
Descripción	Los usuarios seleccionan la opción requerida desde la funcionalidad de listar control de líquidos. Permite consultar la información básica de una entrada de control de líquidos administrados y eliminados.
Pre-condición	La entrada de control de líquidos debe existir.
Post-condición	Los usuarios visualizan la información de una entrada de control de líquidos administrados y eliminados.
Nombre	Agregar control de líquidos.
Actores	Enfermera
Descripción	La enfermera selecciona la opción requerida desde la funcionalidad de listar control de líquidos. Permite agregar una nueva entrada de control de un líquido administrado o eliminado de una historia médica específica. Los datos requeridos para completar el proceso son: fecha, hora, número de historia, tipo de líquido, nombre del líquido, cantidad en centímetros cúbicos, modo ²⁰ y cédula de identidad del responsable.
Pre-condición	La historia médica debe estar abierta.
Post-condición	Se agrega una nueva entrada de control de líquidos administrados y eliminados a una historia médicas específica.
Nombre	Consultar signos vitales.
Actores	Doctor y enfermera.
Descripción	Los usuarios seleccionan la opción requerida desde la funcionalidad de listar control de signos vitales. Permite consultar la información de una lectura de signos vitales de un paciente.
Pre-condición	La lectura de signos vitales debe existir.
Post-condición	Los usuarios visualizan la información de una lectura de signos vitales de una paciente.
Nombre	Agregar signos vitales.
Actores	Enfermera.
Descripción	La enfermera selecciona la opción requerida desde la funcionalidad de listar signos vitales. Permite agregar una nueva lectura de signos vitales de un paciente.

Tabla 3.3 (cont.): Descripción de casos de uso, Nivel 3.

²⁰ Modo se refiere a la vía de administración del líquido: oral o endovenoso.

Casos de uso nivel 3	
	Los datos requeridos para completar el proceso son: fecha, hora, número de historia, temperatura, pulso, respiración, tensión arterial, heces, orina y cedula de identidad del responsable.
Pre-condición	La historia médica debe estar abierta.
Post-condición	Se agrega una nueva lectura de signos vitales del paciente a la historia médica del mismo.

Tabla 3.3 (cont.): Descripción de casos de uso, Nivel 3.

3.3.2 Modelo conceptual de los datos

Los modelos conceptuales de datos son herramientas intelectuales que producen una interpretación del mundo real lo suficientemente poderosa para dar un entendimiento de cómo se relacionan los datos. Se caracterizan por el hecho de proporcionar una capacidad de estructuración bastante flexible y permitir especificar restricciones de datos explícitamente. Se utilizan para describir los datos en un nivel conceptual y de vista. Básicamente un modelo conceptual puede verse como una colección de objetos básicos llamados entidades y las relaciones entre estos objetos.

Para cumplir con los requerimientos inherentes a la gestión de historias médicas de hospitalizaciones se definieron las siguientes entidades:

Entidades	
Principales	Secundarias
Usuario	Médicos tratantes
Paciente	Tipo de usuario
Historia	Tipo de sangre
Orden médica	Bitácora
Evolución de enfermería	
Líquidos	
Signos Vitales	

Tabla 3.4: Entidades del modelo de datos.

Con la finalidad de describir el diseño de la base de datos realizado para el desarrollo de la aplicación, haremos uso de un modelo conceptual de datos. La Figura 3.11 muestra el modelo conceptual utilizado.

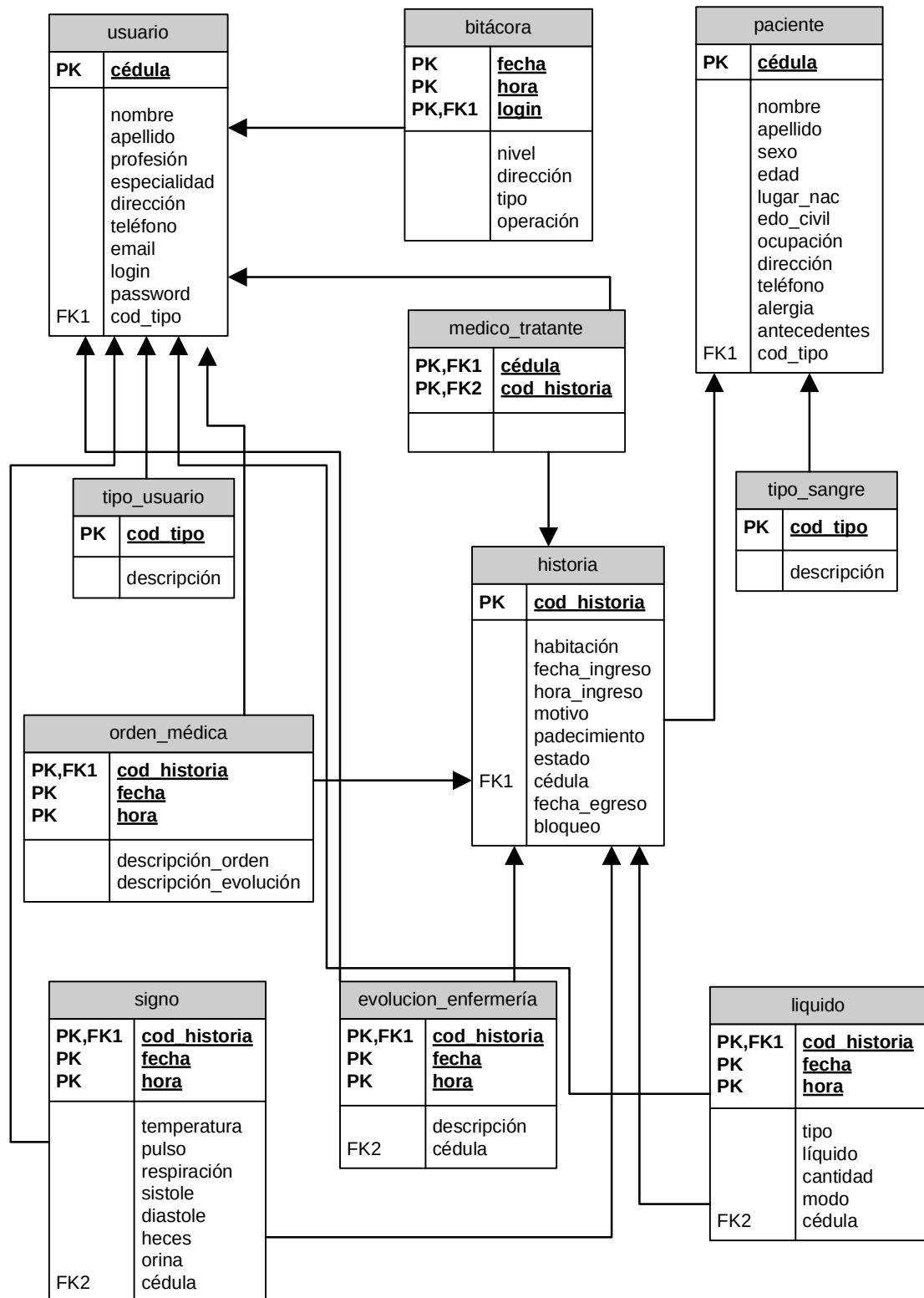


Figura 3.11: Modelo conceptual de la base de datos.

4. Implementación de la aplicación

El presente capítulo describe detalladamente la arquitectura de la aplicación diseñada para la gestión de historias médicas de hospitalizaciones. Se describe los requerimientos de hardware mínimos necesarios para dar soporte a la aplicación. Se especifica cómo fueron implementadas las funcionalidades del sistema a través de las interfaces de usuarios diseñadas. Finalmente se describe el proceso de instalación y puesta en marcha de la aplicación.

4.1 Arquitectura de la aplicación

El sistema de gestión de historias médicas de hospitalizaciones está basado en el modelo Cliente/Servidor utilizando tecnologías Web. El servidor está representado por el equipo o estación base, donde se encuentra implementado el servidor web y todos los archivos necesarios para la ejecución del sistema. El cliente está representado por los navegadores web de los diferentes dispositivos que acceden al sistema. Los clientes se pueden conectar al servidor por medio de una conexión inalámbrica o cableada.

La aplicación está compuesta por dos módulos principales con funcionalidades bien diferenciadas: el módulo para usuarios no móviles y el módulo para usuarios móviles. Los usuarios móviles harán uso del sistema únicamente a través de dispositivos móviles, mientras que los usuarios no móviles harán uso del sistema únicamente a través de una computadora de escritorio. Entre los tipos de usuario no móviles tenemos: Administrador de Sistema y Gestor de Admisión. Entre los tipos de usuario móviles tenemos: Doctor y Enfermera.

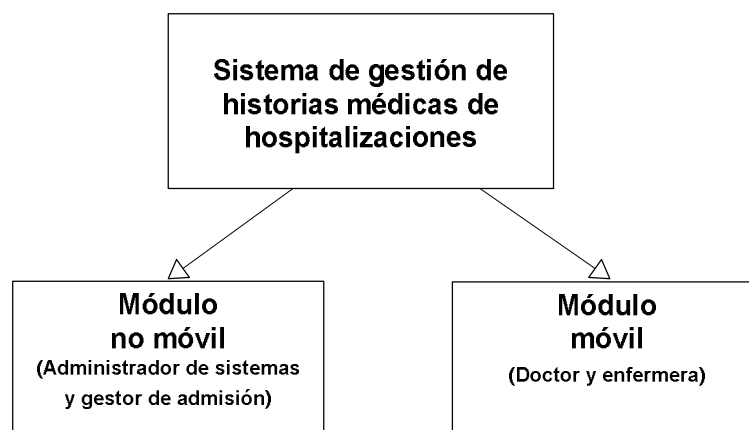


Figura 4.1: Arquitectura de la aplicación.

4.1.1 Módulo no móvil

El módulo no móvil está diseñado para ser utilizado desde cualquier computador de escritorio que cuente con un navegador de páginas Web con acceso al servidor donde se encuentra alojada la aplicación. Se desarrollo este módulo con la finalidad de que los usuarios hicieran la carga “pesada” de datos de la aplicación. Por medio de este módulo es posible realizar la gestión de las cuentas de usuario de la aplicación, la gestión de la bitácora de uso de la aplicación, la gestión de la información de los pacientes, la creación y modificación de la información básica de las historias de hospitalización.

4.1.2 Módulo móvil

El módulo móvil está diseñado para ser utilizado a través de los navegadores Web de los dispositivos móviles. Se desarrollo este módulo con la finalidad de que los usuarios realizaran la carga de datos mínimos necesarios, para la gestión efectiva de las historias médicas de pacientes hospitalizados. Por medio de este módulo es posible realizar la gestión de las órdenes médicas de una historia, el registro de la información de la evolución médica del paciente desde el punto de vista de enfermería, el registro de los medicamentos y líquidos administrados o eliminados de un paciente y el registro de las lecturas de los signos vitales de un paciente.

4.2 Plataforma de hardware

A continuación se describen las diversas herramientas de hardware utilizadas para el desarrollo del sistema de gestión de historias médicas de hospitalizaciones. El hardware está conformado por todos aquellos componentes físicos que se utilizan en el sistema para la captura, transmisión y presentación de la información.

4.2.1 Servidor

La plataforma del servidor está compuesta por un equipo portátil marca Dell modelo Studio 1537. La aplicación está diseñada para que el equipo servidor cumpla con las funcionalidades de servidor Web y servidor de base de datos del sistema. El servidor cuenta con las siguientes características técnicas y software instalado:

- Windows Vista SP1²¹ como sistema operativo.
- Procesador Intel® Core 2 Duo 2.00 GHz.

²¹ Service Pack 1.

- Memoria RAM de 4 GB.
- Disco duro de 300 GB.
- Tarjeta de red inalámbrica Dell Wireless 1510.
- Java 6 actualización 14 instalado.
- Apache Tomcat 6.0.20 como servidor Web y contenedor de servlets.
- MySQL 5.1.35 como sistema manejador de base de datos.

4.2.2 Cliente

Para la plataforma del cliente se utilizó un dispositivo móvil de tipo *Smartphone*. La Figura 4.2²² muestra el dispositivo utilizado, el cual corresponde al modelo Nokia E71.



Figura 4.2: Smartphone modelo Nokia E71.

El dispositivo utilizado cuenta con las siguientes características técnicas y software instalado:

- Symbian OS v9.2 como sistema operativo.
- Procesador ARM 11 *Freescape*.

²² <http://www.nokia.com.ve/productos>

- Memoria RAM de 128 MB.
- 128 gramos de peso.
- Tamaño de pantalla 320x240 píxeles.
- Tarjeta de red inalámbrica integrada compatible con IEEE 802.11b/g.
- Navegador de páginas web integrado basado en Safari²³: Nokia browser.

4.2.3 Componentes adicionales

Adicionalmente a los componentes que conforman la plataforma del cliente y el servidor, se utilizaron componentes adicionales para la infraestructura que dará soporte a la aplicación. Se utilizó un enrutador inalámbrico de la serie Linksys²⁴ modelo WRT54G, ver Figura 4.3²⁵. Este dispositivo es el encargado de permitir la conectividad inalámbrica entre los dispositivos móviles y el servidor Web. El enrutador inalámbrico WRT54G cuenta con un procesador de 240 MHz, memoria RAM de 8 MB, 2 MB en memoria Flash para el almacenamiento del firmware. El dispositivo viene equipado con 4 puertos para redes LAN y un puerto para conexiones WAN, dos antenas inalámbricas removibles conectadas a través de conectores tipo RP-TNC (Reverse Polarity Threaded Neill-Concelman).



Figura 4.3: Enrutador inalámbrico Linksys WRT54G.

²³ Navegador Web desarrollado por Apple Inc.

²⁴ Empresa especializada en la manufactura y distribución de equipos de redes de computadoras. Subsidiaria de Cisco Systems.

²⁵ <http://www.mbnet.fi>

4.3 Implementación de las funcionalidades

A continuación se describen cada una de las funcionalidades del sistema a través de la implementación de las interfaces de usuario.

4.3.1 Módulo no móvil

Debido a que el módulo no móvil está implementado para ser utilizado por los usuarios a través de navegadores Web de computadores de escritorio, se diseñó la interfaz de usuario bajo una resolución óptima mínima de 800x600 píxeles, compatible con la familia de navegadores Internet Explorer y Mozilla Firefox.

4.3.1.1 Autenticar usuario

Para poder utilizar el sistema de gestión de historias médicas de hospitalizaciones, los usuarios deben autenticarse ante el sistema como usuarios autorizados, mediante el uso de un login y una contraseña previamente asignados por el administrador del sistema. La Figura 4.4 muestra la interfaz de usuario diseñada para este propósito.

The image shows a web-based login interface. At the top, there is a dark blue header with the text 'Sistema de Historias Médicas de Hospitalizaciones' in white. To the right of the header, it says 'UGV CIENCIAS 2009' and has a Wi-Fi icon. Below the header, there is a light blue box with a tab labeled 'Login'. Inside this box, the word 'Login' is written in large blue letters. Below it, there are two input fields: 'Login:' and 'Contraseña:'. To the right of the 'Contraseña:' field is a blue circular button with the text 'Ingresar'. At the bottom left of the light blue box, there are two links: 'Cambiar Contraseña' and 'Olvido de Contraseña'.

Figura 4.4: Interfaz de autenticación de usuario, módulo no móvil.

4.3.1.2 Cambiar contraseña

Los usuarios pueden acceder a esta funcionalidad a través de la página principal de la aplicación, cada vez que deseen realizar el cambio de contraseña de su cuenta de usuario asignada. Como se puede visualizar en la Figura 4.5, los usuarios deben introducir su login y contraseña actual, la nueva contraseña y una confirmación de la misma. Cabe destacar que la nueva contraseña debe estar compuesta como mínimo por 6 caracteres alfanuméricos.



Figura 4.5: Interfaz de cambio de contraseña, módulo no móvil.

4.3.1.3 Olvido de contraseña

Los usuarios pueden acceder a esta funcionalidad desde la página principal de la aplicación. El objetivo de esta funcionalidad es permitir a los usuarios solicitar el envío por correo electrónico de una nueva contraseña, en el caso de que hayan olvidado la contraseña anterior. Los usuarios deben introducir su login, nombre y apellido registrados para completar el proceso. El sistema verifica los datos introducidos con los datos almacenados en la base de datos y establece una nueva contraseña generada de manera aleatoria. Finalmente, la aplicación realiza el envío de la contraseña al correo electrónico registrado para la cuenta de usuario introducida. La Figura 4.6 muestra la interfaz de la funcionalidad de olvido de contraseña.

The screenshot shows a web interface for a medical system. At the top, the title 'Sistema de Historias Médicas de Hospitalizaciones' is displayed in a serif font, with 'UGV CIENCIAS 2009' and a signal icon to the right. Below the title, there is a 'Login' tab and a breadcrumb trail 'Login -> Olvido de Contraseña'. The main heading is 'Olvido de Contraseña'. Below this, there are three input fields labeled 'Login:', 'Nombre:', and 'Apellido:'. At the bottom, there is a blue button with a circular icon and the text 'Enviar Contraseña'.

Figura 4.6: Interfaz de olvido de contraseña, módulo no móvil.

4.3.1.4 Gestionar usuarios

A través de esta funcionalidad el usuario administrador de sistemas tiene acceso a la gestión de cuentas de usuarios del sistema. El usuario puede consultar la información de una cuenta de usuario seleccionando el nombre y apellido del usuario. El administrador puede acceder a la funcionalidad de agregar usuario seleccionando la imagen del signo “+”, la cual se encuentra en la esquina superior derecha de la tabla que muestra todas las cuentas de usuario ordenadas alfabéticamente por el apellido, nombre y tipo de usuario. La información que se muestra en dicho listado de cuentas de usuario es la siguiente: nombre y apellido del usuario, login y tipo de usuario. La Figura 4.7 muestra la interfaz de la funcionalidad de gestión de usuarios.



Figura 4.7: Interfaz para la gestión de usuarios, módulo no móvil.

4.3.1.5 Agregar cuenta de usuario

La funcionalidad agregar cuenta de usuario permite al administrador de sistemas, agregar toda la información necesaria para la creación de una nueva cuenta de usuario. Para completar el proceso el administrador debe ingresar la siguiente información del usuario: cédula de identidad, nombre, apellido, profesión, especialidad médica, dirección, número de teléfono, dirección de correo electrónico, login, contraseña, confirmación de la contraseña y el tipo de usuario. Vale la pena señalar que la contraseña debe ser como mínimo de 6 caracteres alfanuméricos. Al momento de agregar la información de la nueva cuenta de usuario, la aplicación aplica el algoritmo de encriptación MD5²⁶ (Message-Digest algorithm 5) sobre la contraseña introducida. La Figura 4.8 muestra la interfaz que permite al usuario administrador agregar una nueva cuenta de usuario.

²⁶ Algoritmo de encriptación desarrollado por Ronald Rivest. Genera una clave de encriptación representada por un valor hexadecimal de 32 bits.

Sistema de Historias Médicas de Hospitalizaciones

UCV CIENCIAS 2009

Principal Usuarios Bitácora | Salir

Usuarios -> Agregar Usuario

Agregar Usuario

Cédula: (e.g. 16525605)

Nombre: (e.g. José Gregorio)

Apellido: (e.g. Hernández)

Profesión: (e.g. Medico)

Especialidad: (e.g. Internista)

Dirección: (e.g. Calle Voltaire...)

Teléfono: (e.g. 0212-7519552)

Email: (e.g. usuario@dominio.com)

Login: (e.g. nombre.apellido)

Contraseña: (* Mínimo 6 caracteres)

Confirmar contraseña:

Tipo de usuario:

Figura 4.8: Interfaz para agregar una cuenta de usuario, módulo no móvil.

4.3.1.6 Consultar cuenta de usuario

El usuario administrador de sistemas puede acceder a esta funcionalidad de dos formas diferentes. Puede realizar la búsqueda de la cuenta según el número de cedula de identidad del usuario, desde la pagina principal que le da la bienvenida una vez que ha iniciado sesión dentro de la aplicación o puede seleccionar la cuenta de usuario especifica a consultar desde la funcionalidad de gestión de usuarios. Esta funcionalidad le permite al administrador de sistema consultar la información detallada de una cuenta de usuario en específico. La Figura 4.9 muestra la interfaz para la consulta de una cuenta de usuario.



Figura 4.9: Interfaz para la consulta de una cuenta de usuario, módulo no móvil.

4.3.1.7 Eliminar cuenta de usuario

El administrador de sistema accede a esta funcionalidad a través de la interfaz consultar cuenta de usuario. Esta funcionalidad permite al administrador eliminar la información de una cuenta de usuario de forma permanente. Para completar el proceso el administrador de sistemas debe responder a la verificación que se muestra en la Figura 4.10.

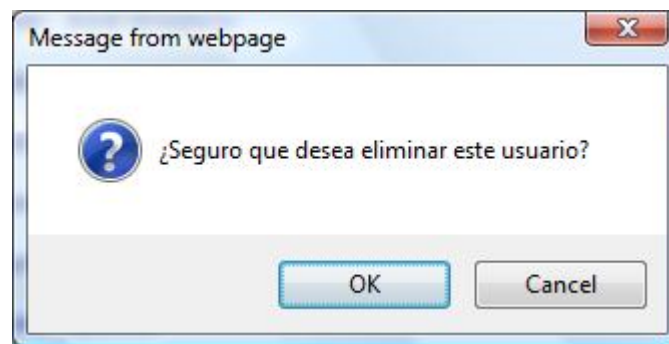


Figura 4.10: Interfaz para la eliminación de una cuenta de usuario, módulo no móvil.

4.3.1.8 Modificar cuenta de usuario

El administrador de sistemas accede a esta funcionalidad a través de la interfaz consultar cuenta de usuario. Permite la modificación de toda la información de una cuenta de usuario, con excepción de la cedula de identidad del usuario y la contraseña. La Figura 4.11 muestra la interfaz diseñada para la modificación de una cuenta de usuario.

Figura 4.11: Interfaz para la modificación de una cuenta de usuario, módulo no móvil.

4.3.1.9 Consultar bitácora de uso

La funcionalidad consultar bitácora de uso permite al usuario administrador de sistemas, consultar todas las entradas de la bitácora de uso de la aplicación. La bitácora de uso se muestra ordenada descendientemente según la fecha y hora de ocurrencia del evento. La bitácora de uso contiene el registro de todos los eventos y operación que realizan todos los usuarios dentro de la aplicación. Una entrada de la bitácora está compuesta por los siguientes campos: fecha, hora, importancia del evento, login del usuario, dirección IP del dispositivo cliente y el tipo de operación realizada. Esta funcionalidad permite de igual

forma realizar la consulta de las entradas de la bitácora según los siguientes parámetros de búsqueda: mes y año. La Figura 4.12 muestra la interfaz para la consulta de la bitácora de uso de la aplicación.

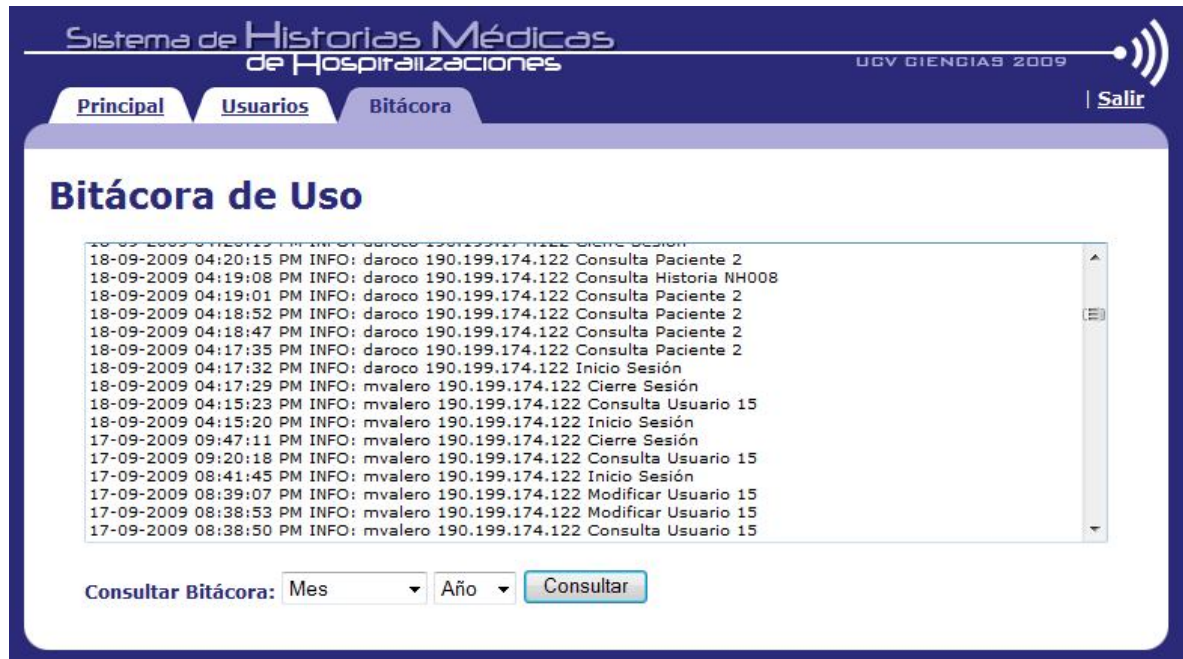


Figura 4.12: Interfaz para la consulta de la bitácora de uso, módulo no móvil.

4.3.1.10 Gestionar pacientes

A través de esta funcionalidad el usuario gestor de admisión tiene acceso a la gestión de la información básica de los pacientes hospitalizados. El usuario puede consultar la información de un paciente seleccionando el nombre y apellido del mismo. El gestor de admisión puede acceder a la funcionalidad de agregar un nuevo paciente seleccionando la imagen del signo "+", la cual se encuentra en la esquina superior derecha de la tabla que muestra todos los pacientes registrados. La Figura 4.13 muestra la interfaz de la funcionalidad de gestión de pacientes.



Nombre	Cedula	Sexo	Estado Civil	Edad
Campos, Giovanna	2	Femenino	Divorciado	25
Correia, Celeste	5	Femenino	Divorciado	54
Jimenez, Betzy	1	Femenino	Soltero	25
Rivas, Danielita	4	Femenino	Divorciada	26
Rivas, Robinson	8	Masculino	Casado	30
Torres, Dayana	3	Femenino	Soltero	22
Valero, Oscar	6	Masculino	Divorciado	53
Valero, Jose Luis	7	Masculino	Casado	28
Valero, Lilia	9	Femenino	Soltero	30

Figura 4.13: Interfaz para la gestión de pacientes, módulo no móvil.

4.3.1.11 Agregar paciente

Esta funcionalidad permite al usuario gestor de admisión agregar toda la información necesaria para el registro de un nuevo paciente en el sistema. Para completar el proceso el gestor de admisión debe ingresar la siguiente información del paciente: cédula de identidad, nombre, apellido, sexo, edad, lugar de nacimiento, estado civil, ocupación, dirección completa, número de teléfono, alergias conocidas, antecedentes médicos y tipo de sangre. La Figura 4.14 muestra la interfaz de usuario que permite registrar un nuevo paciente en el sistema.

Sistema de Historias Médicas de Hospitalizaciones UCV BIENIAS 2009

Principal Pacientes Historias | **Salir**

Pacientes -> Agregar Paciente

Agregar Paciente

Cédula: (e.g 16525605)

Nombre: (e.g Pedro)

Apellido: (e.g Pérez)

Sexo:

Edad: (e.g. 25)

Lugar de Nacimiento: (e.g Caracas)

Estado Civil:

Ocupación: (e.g. Estudiante)

Dirección: (e.g. Calle Voltaire...)

Teléfono: (e.g. 0212-7519552)

Alergias: (e.g. Ibuprofeno, Diclofenac...)

Antecedentes Médicos: (e.g. Hernia 1999, Apéndice 2005...)

Tipo de Sangre:

Agregar Paciente

Figura 4.14: Interfaz para agregar un paciente, módulo no móvil.

4.3.1.12 Consultar paciente

El usuario gestor de admisión puede acceder a esta funcionalidad de dos formas diferentes. Puede realizar la búsqueda de la información de un paciente según el número de cédula identidad, desde la página principal luego que ha iniciado sesión o puede seleccionar el paciente a consultar desde la funcionalidad de gestión de pacientes. Esta funcionalidad permite al usuario gestor de admisión, consultar la información detallada de un paciente en específico. La Figura 4.15 muestra la interfaz para la consulta de la información de un paciente.

Sistema de Historias Médicas de Hospitalizaciones UCV CIENCIAS 2009

Principal Pacientes Historias | **Salir**

Pacientes -> Consulta de Paciente

Cédula: 6
Nombre: Oscar
Apellido: Valero
Sexo: Masculino
Edad: 53
Lugar de nacimiento: Caracas
Estado civil: Divorciado
Ocupación: Economista
Dirección: Mariperez
Teléfono: 2127519552
Alergias: Acetaminofen
Antecedentes médicos: Operacion del Apéndice Marzo de 2009.
Tipo de sangre: B+

Figura 4.15: Interfaz para la consulta de un paciente, módulo no móvil.

4.3.1.13 Eliminar paciente

El gestor de admisión accede a esta funcionalidad a través de la interfaz consultar paciente. La funcionalidad eliminar paciente permite al gestor de admisión eliminar la información de un paciente registrado de forma permanente. Para completar el proceso el gestor de admisión debe responder a la verificación que se muestra en la Figura 4.16.

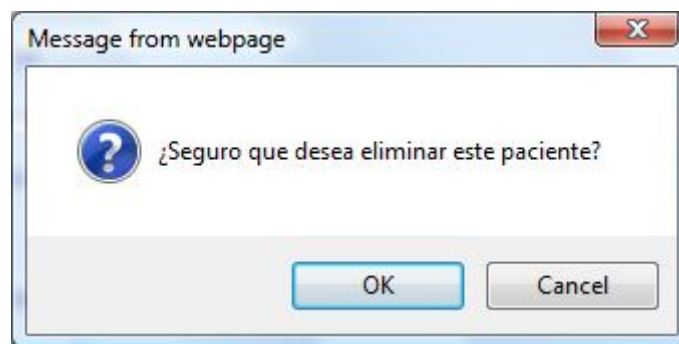


Figura 4.16: Interfaz para la eliminación de un paciente, módulo no móvil.

4.3.1.14 Modificar paciente

El usuario gestor de admisión accede a esta funcionalidad a través de la interfaz consultar paciente. Esta funcionalidad permite la modificación de toda la información de un paciente registrado, a excepción de la cédula de identidad. La Figura 4.17 muestra la interfaz que permite la modificación de la información de un paciente.

Sistema de Historias Médicas de Hospitalizaciones UGV GIENCIAS 2009

Principal Pacientes Historias | Salir

Pacientes -> Oscar Valero -> Modificar Paciente

Modificar Paciente

Cédula: 6

Nombre: Oscar (e.g. Pedro)

Apellido: Valero (e.g. Pérez)

Sexo: Masculino

Edad: 53 (e.g. 25)

Lugar de nacimiento: Caracas (e.g. Caracas)

Estado civil: Divorciado

Ocupación: Economista (e.g. Estudiante)

Dirección: Mariperez (e.g. Calle Voltaire...)

Teléfono: 2127519552 (e.g. 0212-7519552)

Alergias: Acetaminofen (e.g. Ibuprofeno, Diclofenac...)

Antecedentes médicos: Operacion del Apéndice (e.g. Hernia 1999, Apéndice 2005...)

Tipo de sangre: B+

Modificar paciente

Figura 4.17: Interfaz para la modificación de un paciente, módulo no móvil.

4.3.1.15 Gestionar historias médicas

A través de esta funcionalidad el usuario gestor de admisión tiene acceso a la gestión de historias médicas de los pacientes hospitalizados. El usuario puede consultar la información completa de una historia médica, seleccionando el número de la historia. De igual forma puede acceder a la funcionalidad de

agregar una nueva historia médica, seleccionando la imagen del signo “+”, la cual se encuentra en la esquina superior derecha de la tabla que muestra el listado de las historias abiertas. A través de esta interfaz el gestor de admisión tiene acceso a la funcionalidad de listar las historias médicas según sus dos posibles estados: abierta y cerrada²⁷. La Figura 4.18 muestra la interfaz de la funcionalidad gestionar historias médicas.

Numero Historia	Nombre Paciente	Habitacion	Fecha Ingreso	Motivo
NH001	Betzy Jimenez	100	10-08-2009	Apendicitis
NH002	Giovanna Campos	101	10-08-2009	Cirugia de Rodilla
NH003	Lilia Valero	103	22-08-2009	Manga Gastrica
NH004	Danielita Rivas	100	15-08-2009	Cesárea
NH006	Oscar Valero	100	22-08-2009	Rinoplastia
NH007	Jose Luis Valero	300	22-08-2009	Transplante de Corazón

Figura 4.18: Interfaz para la gestión de historias médicas, módulo no móvil.

4.3.1.16 Agregar historia médica

La funcionalidad agregar historia médica permite al gestor de admisión, agregar la información necesaria para la creación de una nueva historia médica de hospitalización de un paciente. Para completar el proceso el gestor debe ingresar la siguiente información: número de la historia, número de habitación, motivo de la hospitalización, padecimiento actual del paciente, cédula de identidad del paciente y los médicos tratantes asignados. Cabe destacar que la fecha y hora del ingreso del paciente, son capturados automáticamente por la aplicación de la fecha y hora del sistema. Para la asignación de los médicos tratantes, el gestor de admisión visualizara un listado con todos los usuarios de tipo doctor que estén registrados en el sistema, ordenados alfabéticamente por apellido. Si el gestor desea seleccionar varios médicos tratantes, deberá hacerlo presionando la tecla *Ctrl* en su teclado. La Figura 4.19 muestra la interfaz que permite al gestor de admisión agregar una nueva historia médicas de hospitalización.

²⁷ Una historia se encuentra en estado cerrada, cuando se ha realizado el proceso de cierre administrativo de la misma, es decir cuando se ha emitido la orden de dar el alta médica al paciente.

Figura 4.19: Interfaz para agregar una historia médica, módulo no móvil.

4.3.1.17 Consultar historia médica

El gestor de admisión puede acceder a esta funcionalidad de dos formas diferentes. Puede realizar la búsqueda según el número de historia, desde la página principal de bienvenida luego que ha iniciado sesión dentro del sistema como gestor de admisión o puede seleccionar la historia médica a consultar desde la funcionalidad de gestión de historias médicas. La funcionalidad consultar historia médica permite al gestor de admisión consultar la información de una historia médica de una paciente hospitalizado. Cabe destacar que el usuario gestor de admisión no tiene acceso a la información de las órdenes médicas, control de líquidos, evolución de enfermería o signos vitales del paciente hospitalizado. La Figura 4.20 muestra la interfaz que permite al gestor de admisión realizar la consulta de una historia médica

Sistema de Historias Médicas de Hospitalizaciones

UCV CIENCIAS 2009

Principal Pacientes Historias

Historias -> Consulta de Historia

Número de historia: NH002

Nombre paciente: Giovanna Campos

Cédula: 2

Edad: 25

Sexo: Femenino

Alergias: Diclofenac, Ibuprofeno

Tipo de sangre: B+

Habitación: 101

Fecha ingreso: 10-08-2009

Hora ingreso: 05:35:49 PM

Motivo: Cirugía de Rodilla

Padecimiento actual: Fractura rodilla derecha debido a traumatismo por caída.

Antecedentes: Ninguno.

Médicos tratantes: Dr(a). Hernández, José Gregorio | Internista

Modificar historia Cerrar historia

Figura 4.20: Interfaz para la consulta de una historia médica, módulo no móvil.

4.3.1.18 Cerrar historia

El gestor de admisión accede a esta funcionalidad a través de la interfaz de consultar historia médica. Esta funcionalidad permite al gestor, realizar el cierre administrativo de la historia médica de un paciente cuando uno de los médicos tratantes ha emitido la orden de alta médica. Luego que una historia ha sido cerrada se cambia el estado de la misma y se registra la fecha de egreso del paciente. Para completar el proceso el gestor de admisión debe responder a la verificación que se muestra en la Figura 4.21.

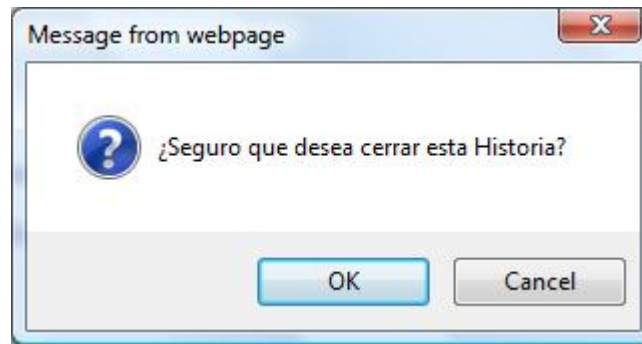


Figura 4.21: Interfaz para realizar el cierre de una historia médica, módulo no móvil.

4.3.1.19 Modificar historia médica

El gestor de admisión accede a esta funcionalidad a través de la interfaz consultar historia médica. Esta funcionalidad permite la modificación de la información básica de una historia médica de un paciente hospitalizado, como por ejemplo, el número de habitación y motivo del ingreso. La Figura 4.22 muestra la interfaz diseñada para la modificación de una historia médica por parte del gestor de admisión.

Figura 4.22: Interfaz para la modificación de una historia médica, módulo no móvil.

4.3.2 Módulo móvil

El módulo móvil está destinado a ser utilizado por los usuarios a través de dispositivos móviles. Por esta razón se realizó el diseño de las interfaces tomando en cuenta algunas de las recomendaciones más importantes estipuladas por el W3C (World Wide Web Consortium). W3C es la principal organización de estándares de Internet a nivel internacional.

Entre las principales recomendaciones tomadas en cuenta para la implementación del módulo móvil, definidas por [17] tenemos:

- Navegación: La navegación a través del sitio debe ser uniforme. Esto ayudara a los usuarios a orientarse fácilmente e identificar mecanismos de navegación.
- Barra de navegación: El sitio debe proporcionar mecanismos básicos de navegación en el tope superior de las páginas. Elementos secundarios de navegación deben colocarse en el fondo de las páginas de ser realmente necesarios.
- Desplazamientos: El diseño completo de las paginas debe estar estructurado de tal manera que pueda visualizarse por completo utilizando solamente un tipo de desplazamiento. Por lo general se recomienda utilizar solamente el desplazamiento vertical. El desplazamiento horizontal debe evitarse.
- Uso de imágenes: Debe evitarse el uso de imágenes de gran tamaño.
- Marcos: Gran cantidad de dispositivos móviles no soportan el uso de marcos. Debe evitarse el uso de marcos.
- Lenguajes de script: Evitar el uso de cualquier lenguaje de script. Gran cantidad de dispositivos móviles no soportan el uso de scripts.
- Hojas de estilos: Se recomienda la utilización de hojas de estilos sencillas.
- Mensajes de error: Se recomienda utilizar mensajes de error dentro de la aplicación que permitan al usuario navegar fácilmente al estado anterior de ocurrencia del error.

La implementación del módulo móvil se diseño tomando en cuenta las consideraciones principales antes mencionadas. Se diseño la interfaz de usuario bajo una resolución mínima de 320x240 píxeles, acorde con la mayoría de los dispositivos móviles que se encuentran actualmente en el mercado.

4.3.2.1 Autenticar usuario

Para poder utilizar el sistema los usuarios móviles deben autenticarse ante la aplicación como usuarios autorizados. Esta funcionalidad se encuentra implementada en la página principal del módulo móvil. Los usuarios deben ingresar el login y contraseña de su cuenta de usuario. La Figura 4.23 muestra la interfaz de usuario diseñada para este propósito.

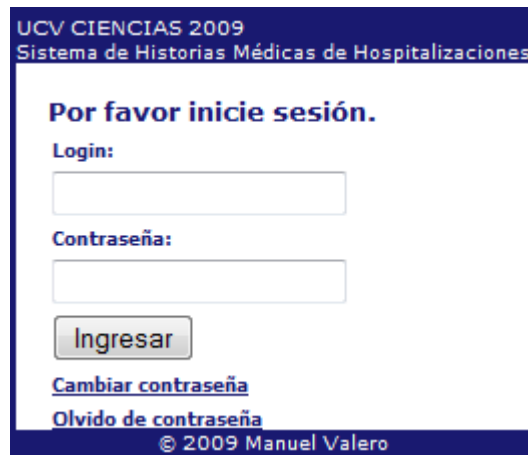
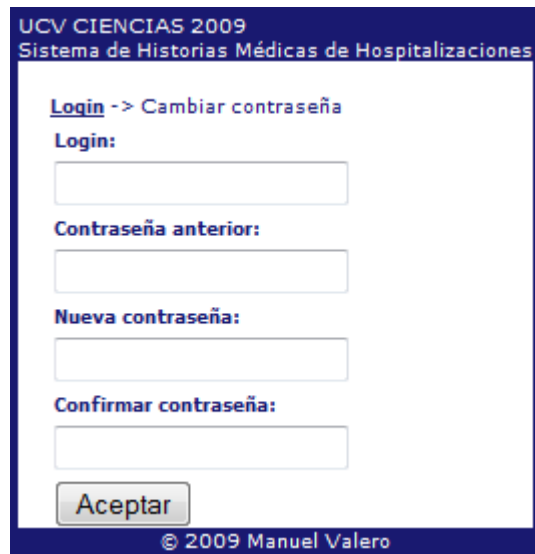
La imagen muestra una interfaz de usuario para la autenticación de un usuario. El encabezado indica 'UCV CIENCIAS 2009' y 'Sistema de Historias Médicas de Hospitalizaciones'. El título principal es 'Por favor inicie sesión.'. Hay dos campos de entrada: 'Login:' y 'Contraseña:'. Debajo de los campos hay un botón 'Ingresar'. En la parte inferior, hay dos enlaces: 'Cambiar contraseña' y 'Olvido de contraseña'. El pie de página indica '© 2009 Manuel Valero'.

Figura 4.23: Interfaz de autenticación de usuario, módulo móvil.

4.3.2.2 Cambiar contraseña

Los usuarios móviles pueden acceder a esta funcionalidad a través de la página principal del sistema. Esta funcionalidad permite realizar el cambio de la contraseña de la cuenta de usuario cada vez que los usuarios lo deseen. Para completar el proceso los usuarios deben introducir su login y contraseña actual, la nueva contraseña y una confirmación de la misma. Cabe destacar que la nueva contraseña debe estar compuesta como mínimo por 6 caracteres alfanuméricos. La Figura 4.24 muestra la interfaz diseñada para la funcionalidad de cambio de contraseña para los usuarios móviles.



UCV CIENCIAS 2009
Sistema de Historias Médicas de Hospitalizaciones

[Login](#) -> Cambiar contraseña

Login:

Contraseña anterior:

Nueva contraseña:

Confirmar contraseña:

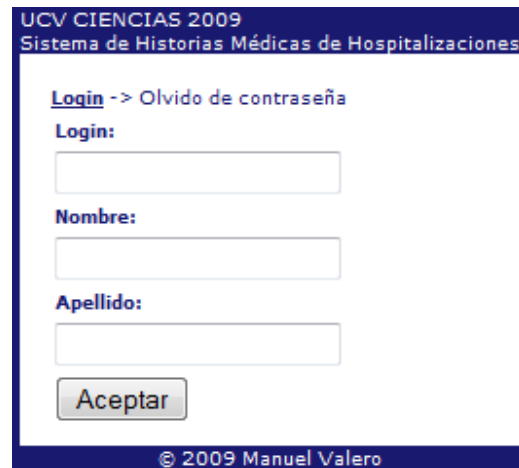
Aceptar

© 2009 Manuel Valero

Figura 4.24: Interfaz de cambio de contraseña, módulo móvil.

4.3.2.3 Olvido de contraseña

Los usuarios móviles tienen acceso a esta funcionalidad a través de la página principal de la aplicación. La funcionalidad olvido de contraseña permite a los usuarios solicitar el envío por correo electrónico de una nueva contraseña. Los usuarios deben introducir su login, nombre y apellido para completar el proceso. El sistema verifica los datos introducidos con los datos almacenados en la base de datos y establece una nueva contraseña de manera aleatoria. Finalmente la aplicación realiza el envío de la contraseña al correo electrónico registrado para la cuenta de usuario. La Figura 4.25 muestra la interfaz de la funcionalidad olvido de contraseña para los usuarios móviles.



UCV CIENCIAS 2009
Sistema de Historias Médicas de Hospitalizaciones

[Login](#) -> Olvido de contraseña

Login:

Nombre:

Apellido:

Aceptar

© 2009 Manuel Valero

Figura 4.25: Interfaz de olvido de contraseña, módulo móvil.

4.3.2.4 Listar historias asignadas

El usuario doctor tiene acceso a esta funcionalidad a través de la página de bienvenida, luego que ha iniciado sesión dentro del sistema. Esta funcionalidad le permite al doctor listar las historias médicas abiertas de pacientes hospitalizados, de las cuales el se encuentra registrado como médico tratante. La Figura 4.26 muestra la interfaz diseñada para este propósito.



UCV CIENCIAS 2009
Sistema de Historias Médicas de Hospitalizaciones

[Principal](#) -> Mis Historias Asignadas

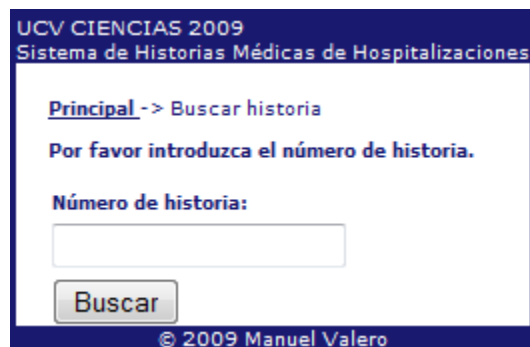
Historia	Paciente	Habitación
NH001	Betzy Jimenez	100
NH002	Giovanna Campos	101
NH006	Oscar Valero	100

© 2009 Manuel Valero

Figura 4.26: Interfaz para listar las historias médicas asignadas de un doctor.

4.3.2.5 Buscar historia

Los usuarios móviles tienen acceso a esta funcionalidad a través de la página de bienvenida, luego que han iniciado sesión dentro del sistema. Esta funcionalidad les permite a los usuarios móviles consultar una historia médica específica estableciendo un parámetro de búsqueda, sin embargo el parámetro de búsqueda difiere dependiendo del tipo de usuario. El usuario doctor debe introducir el número de la historia a consultar como parámetro de búsqueda, ver Figura 4.27. Por otro lado, el usuario enfermera debe introducir el número de habitación que tiene asignado la historia médica, ver Figura 4.28.



UCV CIENCIAS 2009
Sistema de Historias Médicas de Hospitalizaciones

[Principal](#) -> Buscar historia

Por favor introduzca el número de historia.

Número de historia:

Buscar

© 2009 Manuel Valero

Figura 4.27: Interfaz búsqueda de historia, usuario doctor.

Figura 4.28: Interfaz búsqueda de historia, usuario enfermera.

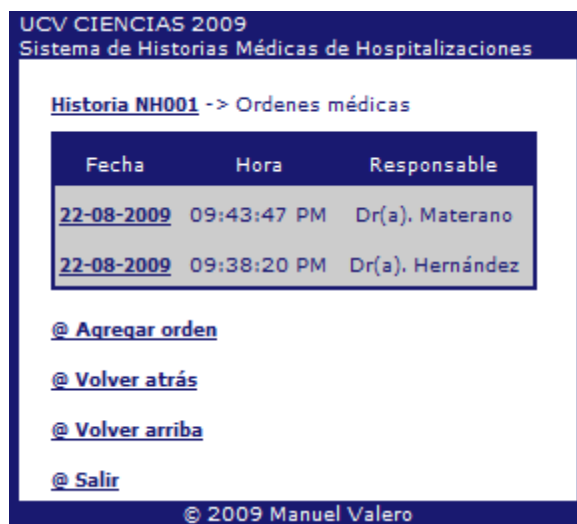
4.3.2.6 Consultar historia

Esta funcionalidad permite a los usuarios móviles consultar la información más relevante de una historia médica de un paciente hospitalizado. Esta funcionalidad muestra la información más relevante por motivos de usabilidad, tomando en consideración las limitaciones inherentes a los dispositivos móviles. La Figura 4.29, muestra el diseño de la interfaz para la consulta de una historia médica a través de dispositivos móviles.

Figura 4.29: Interfaz para la consulta de una historia médica, módulo móvil.

4.3.2.7 Listar componentes de la historia médica

Los usuarios móviles acceden a esta funcionalidad desde la interfaz de consulta de una historia médica. Los usuarios doctor y enfermera tiene acceso a listar todas las ordenes médicas, evoluciones de enfermería, control de líquidos y signos vitales de una historia médica. Las Figuras 4.30 y 4.31 muestran esta funcionalidad para los casos de órdenes médicas y control de líquidos.



UCV CIENCIAS 2009
Sistema de Historias Médicas de Hospitalizaciones

Historia NH001 -> Ordenes médicas

Fecha	Hora	Responsable
<u>22-08-2009</u>	09:43:47 PM	Dr(a). Materano
<u>22-08-2009</u>	09:38:20 PM	Dr(a). Hernández

@ [Agregar orden](#)

@ [Volver atrás](#)

@ [Volver arriba](#)

@ [Salir](#)

© 2009 Manuel Valero

Figura 4.30: Interfaz que permite listar las ordenes médicas de una historia.



UCV CIENCIAS 2009
Sistema de Historias Médicas de Hospitalizaciones

Historia NH001 -> Control de líquidos

Fecha	Hora	Líquido
<u>04-09-2009</u>	11:30:16 AM	Profenid
<u>22-08-2009</u>	09:54:42 PM	Orina
<u>22-08-2009</u>	09:53:39 PM	HP

@ [Volver atrás](#)

@ [Volver arriba](#)

@ [Salir](#)

© 2009 Manuel Valero

Figura 4.31: Interfaz que permite listar el control de líquidos de una historia.

4.3.2.8 Agregar componentes de la historia médica

Esta funcionalidad permite agregar una nueva entrada de alguno de los cuatro componentes de una historia médica. Permite al usuario doctor agregar nuevas órdenes médicas a una historia de la cual sea medico tratante. Permite al usuario enfermera agregar nuevas evoluciones de enfermería, control de líquidos y lecturas de signos vitales a una historia médica. Cabe destacar que mientras algún usuario este realizando la modificación de una historia, ningún otro usuario podrá agregar hasta que el primer usuario termine. Es decir, la modificación de las historias se realiza de manera exclusiva para evitar problemas de inconsistencias en los datos. Las Figuras 4.32 y 4.33 muestran dos ejemplos de las interfaces diseñadas para este propósito.

UCV CIENCIAS 2009
Sistema de Historias Médicas de Hospitalizaciones

Ordenes médicas -> Agregar

Número de historia:
NH001

Fecha y hora:
22-10-2009 / 08:14:22 PM

Orden médica:

Evolución médica:

© 2009 Manuel Valero

Figura 4.32: Interfaz para agregar una orden médica.

UCV CIENCIAS 2009
Sistema de Historias Médicas de Hospitalizaciones

Control de líquidos -> Agregar

Número de historia:
NH001

Fecha y hora:
22-10-2009 / 08:15:12 PM

Tipo:

Modo:

Líquido:

Cantidad:
 CC

© 2009 Manuel Valero

Figura 4.33: Interfaz para agregar un control de líquido.

4.3.2.9 Consultar componentes de la historia médica

Los usuarios acceden a esta funcionalidad a través de la interfaz listar del componente respectivo de la historia médica. Esta funcionalidad permite a los usuarios móviles consultar la información detallada de los componentes de la historia médica. Las Figuras 4.34 y 4.35 muestran la interfaz para la consulta detallada de dos de los componentes de una historia médica.

UCV CIENCIAS 2009
Sistema de Historias Médicas de Hospitalizaciones

Evolución Enfermería -> Consulta de Evolución

Historia: NH002
Fecha: 31-08-2009
Hora: 07:06:18 PM
Descripción: Paciente Hemodinamicamente estable, se realizó toma de signos vitales y administración de medicamento indicado. Entrega kit post-operatorio
Responsable: Enf(a). Torres, Vanessa
© 2009 Manuel Valero

Figura 4.34: Interfaz para la consulta de una evolución de enfermería.

UCV CIENCIAS 2009
Sistema de Historias Médicas de Hospitalizaciones

Signos Vitales -> Consulta Signos Vitales

Historia: NH002
Fecha: 31-08-2009
Hora: 07:07:15 PM
Temperatura: 38.0 °C
Pulso: 86 por minuto
Respiración: 20 por minuto
Tensión Arterial: 130 - 70 mm Hg
Heces: No
Orina: Si
Responsable: Enf(a). Torres, Vanessa
© 2009 Manuel Valero

Figura 4.35: Interfaz para la consulta de una lectura de signos vitales.

4.4 Instalación de la aplicación

A continuación se describe el proceso de instalación de la aplicación y configuración de los componentes de software y hardware necesarios, para garantizar la correcta ejecución del sistema de gestión de historias médicas de hospitalizaciones, utilizando dispositivos móviles y tecnología Wi-Fi.

4.4.1 Configuración del servidor

A continuación se describe el proceso de configuración e instalación bajo la plataforma Microsoft Windows, de las herramientas necesarias para la configuración del equipo servidor:

- Descarga e instalación de JDK 6 actualización 14.
- Descarga, instalación y configuración de Apache Tomcat 6.0.
- Descarga e instalación de MySQL 5.1.
- Descarga y configuración de la librería JavaMail 1.4.2.

Instalación de JDK 6 actualización 14

El JDK 6 actualización 14 puede descargarse de manera gratuita en la página SDN²⁸ (Sun Developer Network) de Sun Microsystems. El JDK viene empaquetado con un programa instalador para Microsoft Windows, el cual guía al usuario a través de los pasos necesarios para completar la instalación.

Instalación y configuración de Apache Tomcat 6.0

Una vez que se ha completado el proceso de instalación del JDK en el equipo servidor, se debe descargar e instalar el contenedor de servlets y servidor Web Apache Tomcat 6.0. Este contenedor se puede descargar de manera gratuita de la página de AFS²⁹. La página tiene disponible un programa instalador para Microsoft Windows, que contiene todos los archivos necesarios para la correcta instalación del contenedor.

Se debe tomar en cuenta al momento de realizar la instalación, de indicarle al programa instalador la ruta donde se encuentra instalado el JDK. Otro punto importante a tomar en cuenta al momento de realizar la instalación, es la selección del directorio base del contenedor. Se recomienda seleccionar las opciones que vienen por defecto.

Luego que se ha completado el proceso de instalación de Apache Tomcat 6.0, se procede a crear la variable de entorno "JAVA_HOME" con la ubicación exacta dentro del disco duro, donde se instaló el JDK. Para la configuración de variables de entorno en Microsoft Windows, se debe acceder a las propiedades avanzadas del sistema a través del panel de control. La Figura 4.38 muestra un ejemplo de configuración de la variable de entorno "JAVA_HOME", en Microsoft Windows Vista.

²⁸ <http://java.sun.com/javase/downloads/index.jsp>

²⁹ <http://tomcat.apache.org/>

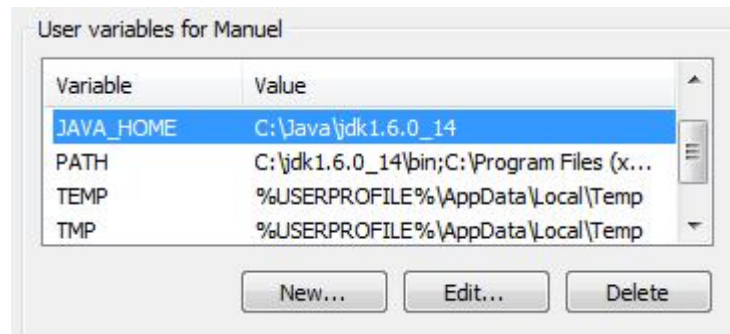


Figura 4.38: Ejemplo de configuración de una variable de entorno, Windows Vista.

Instalación de MySQL 5.1

El sistema manejador de base de datos relacionales MySQL 5.1, se puede descargar de manera gratuita de la página de MySQL³⁰. El proceso de instalación es bastante sencillo debido a que el servidor de base de datos cuenta con un programa instalador para Microsoft Windows. Se recomienda seleccionar las opciones por defecto.

Con el objetivo de permitir la ejecución de sentencias SQL (Structured Query Language) dentro del código Java de la aplicación, es necesaria la configuración del API (Application Programming Interface) para la conectividad con base de datos de Java, JDBC (Java Database Connectivity). Se debe descargar de la página de MySQL³¹ el MySQL Connector/J. Este conector es el controlador oficial para JDBC de MySQL y viene empaquetado en un archivo comprimido. Se debe extraer el archivo *mysql-connector-java-5.1.7-bin.jar* en la carpeta *lib* dentro del directorio base donde fue instalado Apache Tomcat 6.0. Luego se procede a modificar la variable de entorno "CLASSPATH" con el valor de la ruta completa dentro del disco duro, donde fue extraído el conector.

Instalación de la librería adicional JavaMail 1.4.2

Para la implementación de la aplicación se necesito algunas librerías adicionales a las que vienen incluidas dentro del JDK 6. Con la finalidad de implementar la funcionalidad de envío de correo electrónico automático dentro de la aplicación, se utilizó la librería adicional JavaMail 1.4.2. El API JavaMail proporciona una estructura de desarrollo independiente de plataforma y de protocolo para el desarrollo de aplicaciones que involucren el envío de correo electrónico. Esta librería se puede descargar de manera gratuita en la página de SDN³². La librería viene empaquetada en un archivo comprimido. Se debe extraer el archivo *mail.jar* y modificar la variable de entorno "CLASSPATH" con el valor de la ruta completa donde fue extraída la librería.

³⁰ <http://dev.mysql.com/downloads/mysql/5.1.html>

³¹ <http://dev.mysql.com/downloads/connector/j/5.1.html>

³² <http://java.sun.com/products/javamail/>

4.4.2 Instalación de la aplicación

El método más sencillo para instalar o desplegar una aplicación Web es a través de un archivo WAR (Web Application Archive). Un archivo WAR, es un archivo comprimido que contiene todos los componentes necesarios para la ejecución de una aplicación Web. Para desplegar un archivo WAR en Apache Tomcat 6.0, se debe ingresar al gestor de aplicaciones Web a través de la página principal por defecto <http://localhost:8080> y seleccionar la opción de despliegue de archivo WAR.

Finalmente el proceso de instalación de la aplicación se reduce a desplegar el archivo WAR en el contenedor de servlets y realizar la ejecución del archivo de instrucciones SQL para la creación de la estructura de la base de datos en el servidor MySQL 5.1.

5. Pruebas y resultados

En este capítulo, se describen las pruebas realizadas en el ambiente de pruebas que se muestra en la Figura 5.1. Este ambiente de pruebas consiste en un enrutador inalámbrico, el equipo servidor y el dispositivo móvil cliente, conectados entre sí, a través de una red de área local inalámbrica IEEE 802.11.

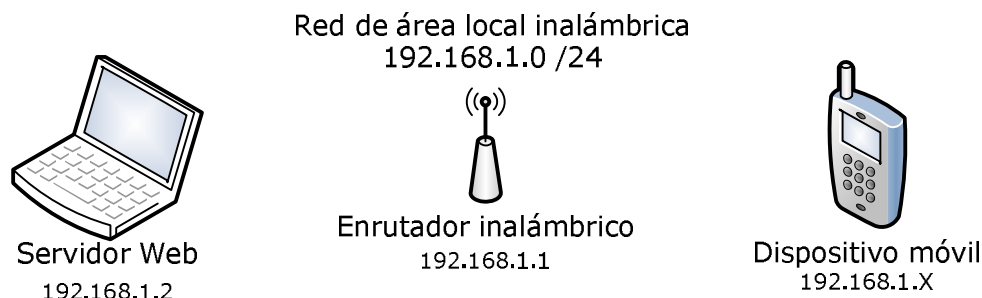


Figura 5.1: Ambiente de pruebas.

Las pruebas funcionales de un sistema permiten verificar que el sistema desarrollado satisface cada uno de los requerimientos funcionales establecidos. La etapa de pruebas de un sistema cobra gran importancia en el proceso de desarrollo. La realización de pruebas a nivel de sistema, engloba tanto los tipos de pruebas, como los tipos de requisitos que se pueden definir y probar con la ejecución del sistema.

A continuación se describen los diferentes tipos de pruebas que pueden realizarse sobre un sistema de software según [7]:

- Pruebas unitarias: este tipo de pruebas consiste en probar el correcto funcionamiento, en cuando a diseño y comportamiento, de cada uno de los componentes de código.
- Pruebas de integración: este tipo de pruebas comprueban la correcta integración de los componentes a través de sus interfaces.
- Pruebas de aceptación: este tipo de pruebas son realizadas con la finalidad de que los usuarios den el visto bueno definitivo del sistema.
- Pruebas de sistema: este tipo de pruebas verifican el sistema por completo, comprobando que los procesos de negocio se pueden realizar correctamente.

Al abordar la realización de pruebas de un sistema, se pueden identificar, a grandes rasgos, tres etapas claramente diferenciadas. La primera es el proceso de generación de casos de prueba a partir de los requerimientos. La segunda es la ejecución de los casos de prueba y la tercera es la comprobación de los resultados obtenidos.

5.1 Herramientas utilizadas durante el desarrollo de las pruebas

Para la creación del ambiente de pruebas se utilizaron los siguientes equipos: enrutador inalámbrico Linksys modelo WRT54G, computador portátil marca Dell modelo Studio 1537, *Smartphone* Nokia E71, simulador³³ de Blackberry Curve modelo 8520.

Con la finalidad de realizar las pruebas se utilizaron distintos tipos de navegadores Web: Internet Explorer 8.0, Mozilla Firefox 3.5, navegador Nokia basado en Safari y navegador Blackberry.

5.2 Desarrollo de las pruebas

A continuación se describen las pruebas unitarias realizadas al sistema de gestión de historias médicas de hospitalizaciones. Para ello se ejecutaron diferentes pruebas por cada una de las funcionalidades del sistema, definidas en el diagrama de casos de uso descrito en la etapa de diseño.

La Tabla 5.1, describe los casos de pruebas realizados y los resultados obtenidos para el módulo no móvil de la aplicación, específicamente las funcionalidades de gestión de cuentas de usuario y bitácora de uso.

Funcionalidad	Ejecución	Resultado Obtenido	Observaciones
Gestionar cuentas de usuario	Se tiene acceso a la gestión de cuentas de usuario del sistema.	Se muestra un listado de todas las cuenta de usuario del sistema.	Las cuentas de usuarios fueron listadas satisfactoriamente.
Agregar cuenta de usuario	Agregar una cuenta de usuario nueva en el sistema.	La cuenta de usuario es agregada satisfactoriamente en la base de datos del sistema.	Se muestra un mensaje que indica que la cuenta de usuario ha sido agregada satisfactoriamente.

Tabla 5.1: Desarrollo de pruebas, módulo no móvil.

³³Descargable desde: <http://na.blackberry.com/eng/developers/resources/simulators.jsp>

Funcionalidad	Ejecución	Resultado Obtenido	Observaciones
Agregar cuenta de usuario	Agregar una cuenta de usuario, seleccionando un login existente en el sistema.	La cuenta de usuario no puede ser agregada en la base de datos del sistema.	Se muestra un mensaje de error que indica que la cuenta de usuario ya existe.
Agregar cuenta de usuario	Agregar una cuenta de usuario, dejando campos vacíos.	La cuenta de usuario no puede ser agregada en la base de datos del sistema.	Se muestra un mensaje de error que indica que no pueden dejarse campos vacíos.
Consultar cuenta de usuario	Consultar los datos de una cuenta de usuario registrada en el sistema.	La información de la cuenta de usuario es consultada.	Se visualiza la información de la cuenta de usuario seleccionada.
Consultar cuenta de usuario	Consultar los datos de una cuenta de usuario no registrada.	La cuenta de usuario no puede ser consultada.	Se muestra un mensaje de error que indica que la cuenta de usuario no existe.
Modificar cuenta de usuario	Modificar los datos de una cuenta de usuario registrada en el sistema.	La cuenta de usuario es modificada satisfactoriamente.	Se muestra un mensaje que la cuenta ha sido modificada satisfactoriamente.
Modificar cuenta de usuario	Modificar los datos de una cuenta de usuario, dejando campos vacíos.	La cuenta de usuario no puede ser modificada.	Se muestra un mensaje de error que indica que no pueden dejarse campos vacíos.
Modificar cuenta de usuario	Modificar los datos de una cuenta de usuario, seleccionando un login existente.	La cuenta de usuario no puede ser modificada.	Se muestra un mensaje de error que indica que el login seleccionado ya se encuentra registrado.

Tabla 5.1 (cont.): Desarrollo de pruebas, módulo no móvil.

Funcionalidad	Ejecución	Resultado Obtenido	Observaciones
Eliminar cuenta de usuario	Eliminar una cuenta de usuario del sistema.	La información de la cuenta de usuario es eliminada de la base de datos del sistema.	Se muestra un mensaje indicando que la cuenta de usuario ha sido eliminada.
Eliminar cuenta de usuario	Eliminar una cuenta de usuario que tenga dependencia con otros datos del sistema.	La cuenta de usuario no puede ser eliminada del sistema.	Se muestra un mensaje indicando que la cuenta de usuario no puede ser eliminada, con el propósito de mantener la consistencia en la base de datos.
Consultar bitácora de uso	Consultar la información de las entradas de la bitácora de uso del sistema.	La información de la bitácora de uso es consultada.	Se visualiza las entradas de la bitácora, ordenadas descendientemente de acuerdo a la fecha y hora del registro.

Tabla 5.1 (cont.): Desarrollo de pruebas, módulo no móvil.

La Tabla 5.2, describe el desarrollo de pruebas y resultados obtenidos, para las funcionalidades de gestión de pacientes e historias médicas de hospitalizaciones del módulo no móvil.

Funcionalidad	Ejecución	Resultado Obtenido	Observaciones
Gestionar pacientes	Se tiene acceso a la gestión de pacientes.	Se muestra un listado de todos los pacientes registrados en la base de datos del sistema. Se muestran los accesos a las demás funcionalidades.	Los pacientes fueron listados satisfactoriamente.
Agregar paciente	Agregar un nuevo paciente en el sistema.	La información del paciente es agregada satisfactoriamente en la base de datos del sistema.	Se muestra un mensaje que la información del paciente ha sido agregada satisfactoriamente.

Tabla 5.2: Desarrollo de pruebas, módulo no móvil.

Funcionalidad	Ejecución	Resultado Obtenido	Observaciones
Agregar paciente	Agregar un nuevo paciente en el sistema, dejando campos vacíos.	La información del paciente no puede ser agregada a la base de datos del sistema.	Se muestra un mensaje de error indicando que no pueden dejarse campos vacíos.
Consultar paciente	Consultar los datos de un paciente registrado en el sistema.	La información del paciente es consultada.	Se visualiza la información del paciente seleccionado.
Consultar paciente	Consultar la información de un paciente no registrado en el sistema.	La información del paciente no puede ser consultada.	Se muestra un mensaje de error indicando que el paciente no ha sido registrado.
Modificar paciente	Modificar la información de un paciente registrado en el sistema.	La información del paciente es modificada satisfactoriamente.	Se muestra un mensaje indicando que la información del paciente ha sido modificada satisfactoriamente.
Modificar paciente	Modificar la información del paciente, dejando campos vacíos.	La información del paciente no puede ser modificada.	Se muestra un mensaje de error indicando que no pueden dejarse campos vacíos al modificar.

Tabla 5.2 (cont.): Desarrollo de pruebas, módulo no móvil.

Funcionalidad	Ejecución	Resultado Obtenido	Observaciones
Eliminar paciente	Eliminar la información de un paciente registrado en el sistema.	La información del paciente es eliminada de la base de datos del sistema.	Se muestra un mensaje indicando que la eliminación de la información del paciente ha sido eliminada satisfactoriamente.
Eliminar paciente	Eliminar la información de un paciente registrado en el sistema, que tenga dependencia con otros datos.	La información del paciente no puede ser eliminada del sistema.	Se muestra un mensaje de error, indicando que la información del paciente no puede ser eliminada, debido a que existe dependencia con otros datos.
Gestionar historias	Se tiene acceso a la gestión de historias médicas de hospitalizaciones.	Se muestra un listado de las historias médicas abiertas. Se muestran los accesos a las demás funcionalidades.	Las historias médicas abiertas son listadas satisfactoriamente.
Listar historias	Se lista las historias médicas según dos posibles estados: abiertas y cerradas.	Se muestra un listado de las historias médicas, según el estado seleccionado.	Se visualiza un listado de las historias médicas, según el estado seleccionado.
Agregar historia	Agregar la información de una historia médica, en el caso de una hospitalización de un paciente.	La información de la historia médica de hospitalización es agregada satisfactoriamente.	Se muestra un mensaje indicando que la historia médica ha sido creada satisfactoriamente.

Tabla 5.2 (cont.): Desarrollo de pruebas, módulo no móvil.

Funcionalidad	Ejecución	Resultado Obtenido	Observaciones
Agregar historia	Agregar la información de una historia médica de hospitalización, dejando campos vacíos.	La información de la historia médica no puede ser agregada.	Se muestra un mensaje de error, indicando que no pueden dejarse campos en blanco.
Agregar historia	Agregar la información de una historia médica de hospitalización, introduciendo una cédula de un paciente no registrado.	La información de la historia médica no puede ser agregada.	Se muestra un mensaje de error, indicando que la información del paciente no se encuentra registrada en el sistema.
Consultar historia	Consultar la información de una historia médica existente.	La información de la historia médica es consultada.	Se visualiza la información de la historia médica consultada.
Consultar historia	Consultar la información de una historia médica no existente.	La información de la historia médica no puede ser consultada.	Se muestra un mensaje de error, indicando que la historia médica no existe.
Modificar historia	Modificar la información de una historia médica.	La información de la historia médica es modificada.	Se muestra un mensaje indicando que la información de la historia médica ha sido modificada satisfactoriamente.

Tabla 5.2 (cont.): Desarrollo de pruebas, módulo no móvil.

Funcionalidad	Ejecución	Resultado Obtenido	Observaciones
Modificar historia	Modificar la información de una historia médica, dejando campos vacíos.	La información de la historia médica no puede ser modificada.	Se muestra un mensaje de error, indicando que no pueden dejarse campos vacíos a la hora de modificar.
Modificar historia	Modificar la información de una historia médica, introduciendo la cédula de un paciente no registrado.	La información de la historia médica no puede ser modificada.	Se muestra un mensaje de error, indicando que la información del paciente no se encuentra registrada en el sistema.
Cerrar historia	Cambiar el estado de una historia abierta, al estado cerrado.	La historia médica se cierra administrativamente.	Se muestra un mensaje indicando que la historia médica ha sido cerrada satisfactoriamente.

Tabla 5.2 (cont.): Desarrollo de pruebas, módulo no móvil.

La Tabla 5.3, describe el desarrollo de pruebas y resultados obtenidos, para las funcionalidades de autenticación, cambio de contraseña y solicitud de contraseña de una cuenta de usuario del módulo no móvil.

Funcionalidad	Ejecución	Resultado Obtenido	Observaciones
Autenticar usuario	Autenticar los datos de una cuenta de usuario.	El usuario está autorizado para acceder al sistema.	El usuario tiene acceso a las funcionalidades definidas para su tipo de usuario.

Tabla 5.3: Desarrollo de pruebas, módulo no móvil.

Funcionalidad	Ejecución	Resultado Obtenido	Observaciones
Autenticar usuario	Autenticar los datos de la cuenta de usuario, introduciendo un login o contraseña incorrectos.	El usuario no está autorizado para acceder al sistema.	Se muestra un mensaje de error, indicando que el login o contraseña son incorrectos.
Cambiar contraseña	Cambiar la contraseña de una cuenta de usuario registrada.	Se realiza el cambio de contraseña de la cuenta de usuario.	Se muestra un mensaje indicando que el cambio de la contraseña se ha realizado de manera exitosa.
Cambiar contraseña	Cambiar la contraseña de una cuenta de usuario, introduciendo una nueva contraseña menor de 6 caracteres.	No se realiza el cambio de contraseña de la cuenta de usuario.	Se muestra un mensaje de error, indicando que la longitud de la contraseña debe ser mínimo de 6 caracteres.
Cambiar contraseña	Cambiar la contraseña de una cuenta de usuario, introduciendo un login o contraseña incorrectos.	No se realiza el cambio de contraseña de la cuenta de usuario.	Se muestra un mensaje de error, indicando que debe introducirse un login y contraseña validos.

Tabla 5.3 (cont.): Desarrollo de pruebas, módulo no móvil.

Funcionalidad	Ejecución	Resultado Obtenido	Observaciones
Solicitar envío de contraseña	Solicitar el envío por correo electrónico de la contraseña de una cuenta de usuario.	El sistema genera una nueva contraseña y realiza el envío de la misma al correo electrónico registrado del usuario.	Se muestra un mensaje indicándole al usuario que la contraseña ha sido enviada al correo electrónico registrado.

Tabla 5.3 (cont.): Desarrollo de pruebas, módulo no móvil.

La Tabla 5.4, describe los casos de pruebas realizados y los resultados obtenidos, para el módulo móvil de la aplicación, específicamente las funcionalidades de autenticación de usuario, cambiar contraseña y solicitud de contraseña de una cuenta de usuario.

Funcionalidad	Ejecución	Resultado Obtenido	Observaciones
Autenticar usuario	Autenticar los datos de una cuenta de usuario.	El usuario está autorizado para acceder al sistema.	El usuario tiene acceso a las funcionalidades definidas para su tipo de usuario.
Autenticar usuario	Autenticar los datos de la cuenta de usuario, introduciendo un login o contraseña incorrectos.	El usuario no está autorizado para acceder al sistema.	Se muestra un mensaje de error, indicando que el login o contraseña son incorrectos.
Cambiar contraseña	Cambiar la contraseña de una cuenta de usuario registrada.	Se realiza el cambio de contraseña de la cuenta de usuario.	Se muestra un mensaje indicando que el cambio de la contraseña se ha realizado de manera exitosa.

Tabla 5.4: Desarrollo de pruebas, módulo móvil.

Funcionalidad	Ejecución	Resultado Obtenido	Observaciones
Cambiar contraseña	Cambiar la contraseña de una cuenta de usuario, introduciendo una nueva contraseña menor de 6 caracteres.	No se realiza el cambio de contraseña de la cuenta de usuario.	Se muestra un mensaje de error, indicando que la longitud de la contraseña debe ser mínimo de 6 caracteres.
Cambiar contraseña	Cambiar la contraseña de una cuenta de usuario, introduciendo un login o contraseña incorrectos.	No se realiza el cambio de contraseña de la cuenta de usuario.	Se muestra un mensaje de error, indicando que debe introducirse un login y contraseña validos.
Solicitar envío de contraseña	Solicitar el envío por correo electrónico de la contraseña de una cuenta de usuario.	El sistema genera una nueva contraseña y realiza el envío de la misma al correo electrónico registrado del usuario.	Se muestra un mensaje indicándole al usuario que la contraseña ha sido enviada al correo electrónico registrado.

Tabla 5.4 (cont.): Desarrollo de pruebas, módulo móvil.

La Tabla 5.5, describe el desarrollo de las pruebas y resultados obtenidos para las funcionalidades de gestión de historias médicas y la gestión de cada uno de los componentes de la misma a través del módulo móvil de la aplicación.

Funcionalidad	Ejecución	Resultado Obtenido	Observaciones
Listar historias asignadas	Listar las historias médicas abiertas que tenga asignadas el usuario.	Se muestra un listado de las historias médicas abiertas, que tenga asignadas el usuario.	Se visualiza un listado de las historias médicas abiertas que tenga asignadas el usuario.

Tabla 5.5: Desarrollo de pruebas, módulo móvil.

Funcionalidad	Ejecución	Resultado Obtenido	Observaciones
Buscar historia	Buscar una historia, según el número de historia.	Se realiza la consulta de la información de la historia médica.	Se visualiza la información de la historia médica consultada.
Buscar historia	Buscar historias médicas, según el número de habitación asignado.	Se muestra un listado de la(s) historia(s) abiertas, asignadas al número de habitación introducido.	El usuario puede realizar la consulta de una historia médica, seleccionando la historia del listado.
Buscar historia	Buscar una historia médica no registrada en el sistema.	La información de la historia médica no puede ser consultada.	Se muestra un mensaje de error, indicando que la historia médica no se encuentra registrada.
Consultar historia	Consultar la información de una historia médica existente.	La información de la historia médica es consultada.	Se visualiza la información de la historia médica consultada.
Listar ordenes médicas	Listar las órdenes médicas de una historia médica.	Se muestra un listado de las órdenes médicas de una historia médica de hospitalización.	Se visualiza un listado de órdenes médicas de una historia.
Consultar orden médica	Consultar la información detallada de una orden médica de una historia.	Se muestra la descripción detallada de una orden médica.	Se consulta la información detallada de una orden médica de una historia.

Tabla 5.5 (cont.): Desarrollo de pruebas, módulo móvil.

Funcionalidad	Ejecución	Resultado Obtenido	Observaciones
Agregar orden médica	Agregar una nueva orden médica a una historia.	Se agrega una nueva orden médica a una historia médica de un paciente hospitalizado.	Se muestra un mensaje indicando que la orden médica ha sido registrada satisfactoriamente.
Agregar orden médica	Agregar una nueva orden médica a una historia, dejando campos vacíos.	La información de la orden médica no puede ser agregada.	Se muestra un mensaje de error, indicando que no pueden dejarse campos vacíos.
Agregar orden médica	Agregar una nueva orden médica a una historia que está siendo modificada por otro usuario.	La información de la orden médica no puede ser agregada.	Se muestra un mensaje de error, indicando que la historia médica está siendo modificada por otro usuario.
Listar evoluciones de enfermería	Listar las evoluciones de enfermería de una historia médica.	Se muestra un listado de las evoluciones de enfermería de una historia médica de hospitalización.	Se visualiza un listado de las evoluciones de enfermería de una historia.
Consultar evolución de enfermería	Consultar la información detallada de una evolución de enfermería de una historia.	Se muestra la descripción detallada de una evolución de enfermería.	Se consulta la información de una evolución de enfermería.

Tabla 5.5 (cont.): Desarrollo de pruebas, módulo móvil.

Funcionalidad	Ejecución	Resultado Obtenido	Observaciones
Agregar evolución de enfermería	Agregar una nueva evolución de enfermería a una historia.	Se agrega una nueva descripción de evolución de enfermería a una historia médica.	Se muestra un mensaje indicando que la evolución de enfermería ha sido registrada satisfactoriamente.
Agregar evolución de enfermería	Agregar una nueva evolución de enfermería a una historia, dejando campos vacíos.	La información de la evolución de enfermería no puede ser agregada.	Se muestra un mensaje de error, indicando que no pueden dejar campos vacíos.
Agregar evolución de enfermería	Agregar una nueva evolución de enfermería a una historia médica que este siendo modificada por otro usuario.	La información de la evolución de enfermería no puede ser agregada.	Se muestra un mensaje de error, indicando que la historia médica está siendo modificada por otro usuario.
Listar control de líquidos	Listar las entradas de control de líquidos de una historia médica.	Se muestra un listado de las entradas de control de líquidos de una historia médica.	Se visualiza una lista de las entradas de control de líquidos de una historia.
Consultar control de líquido	Consultar un control de líquidos de una historia médica.	Se muestra la información de una entrada de control de líquidos de una historia.	Se consulta la información de una entrada de control de líquidos.

Tabla 5.5 (cont.): Desarrollo de pruebas, módulo móvil.

Funcionalidad	Ejecución	Resultado Obtenido	Observaciones
Agregar control de líquido	Agregar una nueva entrada de control de líquidos de una historia.	Se agrega la información de una nueva entrada de control de líquidos a una historia médica.	Se muestra un mensaje indicando que el control de líquido ha sido registrado satisfactoriamente.
Agregar control de líquidos	Agregar control de líquidos a una historia, dejando campos vacíos.	La información de control de líquidos no puede ser agregada.	Se muestra un mensaje de error, indicando que no se puede dejar campos vacíos al agregar.
Agregar control de líquidos	Agregar una nueva entrada de control de líquidos a una historia que está siendo modificada por otro usuario.	La información de control de líquidos no puede ser agregada.	Se muestra un mensaje de error, indicando que la historia médica está siendo modificada por otro usuario.
Listar signos vitales	Listar las lecturas de signos vitales del paciente de una historia médica.	Se muestra un listado de las lecturas de signos vitales de un paciente.	Se visualiza las lecturas de signos vitales de un paciente hospitalizado.
Consultar signos vitales	Consultar la lectura de signos vitales de un paciente hospitalizado.	Se muestra la información de una lectura de signos vitales de un paciente hospitalizado.	Se consulta la información de los signos vitales de un paciente hospitalizado.

Tabla 5.5 (cont.): Desarrollo de pruebas, módulo móvil.

Funcionalidad	Ejecución	Resultado Obtenido	Observaciones
Agregar signos vitales	Agregar una lectura de signos vitales de un paciente hospitalizado.	La lectura de signos vitales del paciente es registrada en el sistema.	Se muestra un mensaje indicando que los signos vitales fueron registrados.
Agregar signos vitales	Agregar una nueva lectura de signos de vitales de un paciente hospitalizado, dejando campos vacíos.	La lectura de signos vitales no es registrada en el sistema.	Se muestra un mensaje de error, indicando que no pueden dejarse campos vacíos al agregar.
Agregar signos vitales	Agregar una nueva lectura de signos vitales a una historia de un paciente hospitalizado, mientras la historia está siendo modificada por otro usuario.	La lectura de signos vitales no puede ser agregada en el sistema.	Se muestra un mensaje de error, indicando que la historia médica está siendo modificada por otro usuario.
Agregar signos vitales	Agregar una nueva lectura de signos vitales a una historia de un paciente hospitalizado, introduciendo tipos de datos no numéricos.	La lectura de signos vitales no puede ser agregada en el sistema.	Se muestra un mensaje de error, indicando que los valores de los signos vitales deben ser únicamente números.

Tabla 5.5 (cont.): Desarrollo de pruebas, módulo móvil.

6. Conclusiones

Hoy en día las tecnologías de información inalámbricas se están incorporando a todas las ramas del saber, en especial el campo de la medicina ha resultado muy favorecido. A través de este trabajo especial de grado, se pudo evidenciar la variedad de usos que los profesionales de la industria médica pueden darle a los dispositivos móviles, pueden utilizarlos para guardar y leer referencias medicas, libros de texto, revistas científicas, artículos; les permite conectarse a Internet para hacer cualquier consulta o investigación, consultar bases de datos de medicamentos para referencias de dosis, efectos, efectos secundarios; pueden realizar consultas y modificaciones al historial médico electrónico de los pacientes, llenar formularios de seguros; la información puede incluir desde la simple admisión, hasta datos completos como la evolución, signos vitales, exámenes de laboratorio y hasta imágenes de radiología.

La integración de dispositivos móviles para la gestión de historias médicas electrónicas conlleva múltiples beneficios tanto para el usuario como para la institución de atención medica, debido a que facilita el desempeño de las tareas necesarias para proporcionar una atención médica adecuada. Los médicos tratantes podrán tener acceso a la información de la historia independientemente del lugar donde se encuentren, inclusive desde el lugar donde estén prestando la atención médica. Esto se traduce en beneficios para el médico, debido a que facilita el proceso de toma de decisiones en situaciones críticas, y en beneficios para la institución al incrementar los niveles de atención, además de ayudar a disminuir la posible presencia de errores o demoras en la prestación del servicio.

El sistema de gestión de historias médicas desarrollado representó una solución efectiva, económica y portable, a los problemas inherentes de la gestión tradicional de historias médicas en el área de hospitalización de un centro de asistencia. Gracias al diseño de la solución planteada, la aplicación no requiere el uso de modelos o marcas específicas de dispositivos. Por lo tanto, la aplicación se adapta, de acuerdo a los recursos que posean los usuarios.

A través del sistema, los usuarios pueden realizar la gestión de la historia médica de un paciente hospitalizado. Pueden realizar el control de las ordenes médicas, evolución de enfermería, control de líquidos administrados/eliminados y el control de los signos vitales del paciente, lo que permite el control de la evolución del paciente y el monitoreo de su estado físico mientras se encuentra hospitalizado en un centro de atención médica.

A continuación se exponen las limitaciones que se presentaron a lo largo del desarrollo de este trabajo, así como también las limitaciones inherentes de la aplicación. Finalmente se plantean las recomendaciones y posibles trabajos futuros que podrían realizarse.

6.1 Limitaciones

Durante el desarrollo del sistema de gestión de historias médicas fueron encontradas las siguientes limitaciones:

- El sistema desarrollado comprende la gestión de historias médicas electrónicas del área de hospitalización utilizando dispositivos móviles, no se contempló la integración con un sistema de gestión electrónica existente.
- Debido a la falta de disponibilidad de dispositivos móviles de última generación, la elaboración de pruebas y resultados estuvo limitada a la utilización de un dispositivo móvil personal de tipo *Smartphone*, marca Nokia modelo E71, y la utilización de emuladores para teléfonos BlackBerry, específicamente el modelo BlackBerry Curve 8520.
- La solución planteada se encuentra definida para ser utilizada de forma óptima, por dispositivos móviles de última generación con tamaño de pantalla mínimo de 320x240 pixeles y que cuenten con un navegador de páginas Web integrado.

6.2 Recomendaciones y trabajos futuros

A continuación se plantean una serie de recomendaciones y posibles trabajos futuros con la finalidad de agregar nuevas funcionalidades al sistema de gestión de historias médicas de hospitalizaciones y fomentar el estudio del uso de tecnologías inalámbricas en el campo de la medicina.

- Se recomienda implementar la funcionalidad que permita la integración con sistemas electrónicos existentes de gestión de historias médicas.
- Se recomienda implementar diferentes funcionalidades que permitan la carga y consulta de resultados de laboratorios, funcionalidades de facturación, generación de reportes, exportación de datos e impresión de documentos.
- Tomando en cuenta la investigación realizada, se recomienda la implementación de mecanismos de seguridad adicionales a los implementados en la aplicación, e incorporación de nuevas tecnologías a

nivel de infraestructura de la red, con la finalidad de permitir que la aplicación pueda ser utilizada de manera segura a través de Internet. Por ejemplo: uso de certificados digitales o la configuración de una red VPN (Virtual Private Network).

Referencias Bibliográficas

- [1] A. Becerra et al. Las telecomunicaciones y la Movilidad en la sociedad de la información. Telefónica España. Febrero, 2005.
- [2] A. Carroll et al. The implementation of a Personal Digital Assistant (PDA) Based Patient Record and Charting System: Lessons Learned. Harvard Medical School. Noviembre, 2001.
- [3] A. Tanenbaum. Redes de computadores. 4ª Edición. Pearson, Prentice Hall. Diciembre, 2003.
- [4] IEEE Std. 802.11-1999. Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications. IEEE. Febrero, 1999.
- [5] IEEE Std. 802.11-2007. Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications. IEEE. Junio, 2007.
- [6] J. Fernández. Tipos de Dispositivos móviles. Departamento de ciencias de la computación. Universidad de Granada. Septiembre, 2004.
- [7] J. Gutiérrez et al. Implementación de pruebas del sistema. Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos. Universidad de Sevilla. 2007.
- [8] L. Bickley. Guía de Exploración Física e Historia Clínica. Novena Edición. Mc Graw-Hill. Octubre, 2007.
- [9] M. Al-Ubaydii. Smartphones Computing moving into Docs offices. IhealthBeat Magazine. Marzo, 2008.
- [10] M. Materano, G. Campos. Control de acceso a espacios físicos a través de dispositivos móviles y tecnología inalámbrica. T.E.G. Facultad de Ciencias UCV, 2007.
- [11] M. Palmer. Redes Informáticas, guía práctica. Thomson Learning. 2000.
- [12] M. Villapol. Redes de Área Local y personal inalámbricas 802.11. Lecturas de Docencia. Facultad de Ciencias UCV, 2006.
- [13] P. Faneite. Las computadoras en la medicina de hoy. Revista de Obstetricia y Ginecología de Venezuela v63 N.1. Caracas, Venezuela. Enero 2003.
- [14] Sun Microsystems, Inc. The Java EE Tutorial. Octubre, 2008.

- [15]** T. Husted et al. Struts in Action, building web applications with the leading Java framework. Manning Publications, 2003.
- [16]** W. Stallings. Comunicaciones y Redes de Computadores. 7ª Edición. Pearson, Prentice Hall. 2004.
- [17]** World Wide Web Consortium. Mobile Web Best Practices 1.0. Basic Guidelines. W3C Recommendation. Julio, 2008.

ANEXOS

Anexo C: Formato de la evolución de enfermería en el área de hospitalización de la Policlínica Metropolitana



Dirección Médica
Gerencia de Enfermería

Evolución de Enfermería

Nombre: _____ Pac. N.º _____ Fech. _____
 Ingreso: _____ Día Hosp: _____ Día P.O. _____ Med. Tratante _____
 Sexo: _____ Edad: _____ Pesa: _____ Talla: _____ Alergias: _____
 Antecedentes personales: _____

Diagnóstico Médico: _____

Fecha: _____

Escritura en bolígrafo negro, letra legible y cédulas fijas y fijas al inicio de cada reporte // No utilizar corrector líquido (pasador entre paréntesis y cédulas XHE) // No utilizar en azul y mayúsculas // Cierre su intervención brindándole, no deje líneas en blanco.

Formato actualizado por Gerencia y Cultura Corporativa, Abril 2008

Anexo D: Formato para el control de líquidos en el área de hospitalización de la Policlínica Metropolitana



**CONTROL DE LIQUIDOS
INGERIDOS Y ELIMINADOS**

	ADMINISTRADOS				ELIMINADOS		
	VIA ORAL		ENDOVENOSA		ORINA	OTROS	
	Tipo de Líquido	Cantidad	Tipo de Líquido	Cantidad		Vómito/Succ.	Cantidad
7 a.m.							
8 a.m.							
9 a.m.							
10 a.m.							
11 a.m.							
12 m.							
1 p.m.							
	SUB-TOTAL		+			+	
1 p.m.							
2 p.m.							
3 p.m.							
4 p.m.							
5 p.m.							
6 p.m.							
7 p.m.							
	SUB-TOTAL		+			+	
7 p.m.							
8 p.m.							
9 p.m.							
10 p.m.							
11 p.m.							
12 p.m.							
1 a.m.							
2 a.m.							
3 a.m.							
4 a.m.							
5 a.m.							
6 a.m.							
7 a.m.							
	SUB-TOTAL		+			+	
	TOTAL 24 HORAS						
TOTAL INGERIDOS			BALANCE			TOTAL ELIMINADOS	

Cod 801560

