



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE LA COMPUTACIÓN

“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN DE
PACIENTES CON DIABETES UTILIZANDO DISPOSITIVOS
MÓVILES”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN INGENIERÍA
(COMPUTACIÓN)

P R E S E N T A:

JORGE CARLOS REYES MAGAÑA

DIRECTOR DE TESIS:

M. EN C. GUSTAVO MÁRQUEZ FLORES

México, D.F.

2008.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A Dios por cuidarme y brindarme tantas oportunidades en la vida.

A mis Padres, Luis y Betty, por ser cómplices y participes de este proyecto, sin su apoyo nada de esto hubiera sido posible.

A mis hermanos: Luis, Erick y Daniel gracias por su cariño y palabras para no rendirme.

A mis amigos de Mérida y del D.F. gracias por convertirse en mi segunda familia.

A mi asesor de tesis, M. en C. Gustavo Márquez Flores, por permitirme trabajar con él y compartir su experiencia.

A mis sinodales: Dra. Hanna Oktaba, Dra. Amparo López, M. en C. Guadalupe Ibargüengoitia, y Dr. Javier Gómez, que con sus comentarios ayudaron a enriquecer esta tesis.

Índice

Introducción	7
Capítulo 1 Introducción a los dispositivos móviles.....	9
1.1 Historia.....	9
1.2 Evolución	11
1.3 Uso de celulares en México	13
1.4 Tecnología	13
1.4.1 Bluetooth	13
1.4.2 Java	14
1.4.3 MMS	14
1.5 Plataforma.....	15
1.5.1 Symbian OS.....	15
1.5.2 Flash Lite	16
1.5.3 Java Micro Edition.....	17
1.6 Aplicaciones	19
Capítulo 2 Diagnóstico de la diabetes y tratamiento.....	22
2.1 ¿Qué es la diabetes?.....	22
2.2 Clasificación.....	24
2.3 Causas	25
2.4 Diagnóstico.....	26
2.5 Complicaciones	27
2.6 Tratamiento.....	28
2.6.1 Tratamiento no médico.....	28
2.6.1.1 Dieta	28
2.6.1.2 Ejercicio o actividad física.....	28
2.6.1.3 Abandono de hábitos nocivos.....	28
2.6.2 Tratamiento médico.....	28
2.6.2.1 Tratamiento con insulina.....	28
2.6.2.2 Medicamentos ingeridos	29
2.7 Creciente mal.....	30
2.8 Impacto	31
Capítulo 3 Análisis de requerimientos para un sistema de tratamiento de diabetes mediante dispositivos móviles	33
3.1 Definición del problema	33
3.2 Propuesta del sistema	35
3.3 Diagrama general de casos de uso.....	36
3.4 Detalle de casos de uso	37
3.4.1 Caso de uso 1: Autenticar.....	37
3.4.2 Caso de uso 2: Administrar niveles de glucosa.....	38
3.4.2.1 Caso de uso 2.1: Guardar	39
3.4.2.2 Caso de uso 2.2: Consultar niveles de glucosa	41

3.4.2.2.1 Caso de uso 2.2.1: Generar promedio	42
3.4.2.2.2 Caso de uso 2.2.2: Buscar niveles	43
3.4.3 Caso de uso 3: Agregar niveles de insulina.....	44
3.4.4 Caso de uso 4: Agregar alimentación y dieta	45
3.4.5 Caso de uso 5: Agregar actividades y ejercicio.....	47
3.4.6 Caso de uso 6: Consultar médico virtualmente.....	48
3.4.7 Caso de uso 7: Consultar datos pacientes.....	50
3.4.8 Caso de uso 8: Consultar medicamentos	51
3.4.9 Caso de uso 9: Salir del sistema.....	53
3.5 Ventajas del modelo propuesto.....	54
3.6 Desventajas del modelo propuesto	54
Capítulo 4 Desarrollo del sistema.....	55
4.1 Análisis.....	55
4.2 Diseño	58
4.2.1 Modelo Vista Controlador.....	59
4.2.2 Patrón DAO (Data Access Object)	60
4.2.3 Clases de diseño	62
4.2.4 Diagrama de instalación.....	63
4.2.5 Diagrama de distribución.....	63
4.2.6 Diagrama de navegación.....	64
4.2.7 Diseño de la base de datos	65
4.3 Implementación	66
4.3.1 Configuraciones	66
4.3.1.1 CLDC (Connected Limited Device Configuration).....	67
4.3.2 Perfiles	68
4.3.2.1 MIDP	68
4.3.3 Scalable Vector Graphics	70
4.4 Intefaz del sistema.....	71
4.4.1 Interfaces para el paciente	72
4.4.2 Interfaces para el médico.....	73
Capítulo 5 Conclusiones	75
5.1 Conclusiones generales	75
5.2 Trabajo a futuro	76
Bibliografía	77
Anexo 1: Clases de diseño	80

Índice de tablas

Tabla 1.	Niveles de glucosa por glucemia capilar.....	26
Tabla 2.	Niveles de glucosa por glucemia plasmática venosa.....	27
Tabla 3.	Descripción caso de uso: Autenticar.....	37
Tabla 4.	Flujo de caso de uso: Autenticar.....	38
Tabla 5.	Excepciones de caso de uso: Autenticar.....	38
Tabla 6.	Descripción caso de uso: Administrar niveles de glucosa.....	38
Tabla 7.	Flujo de caso de uso: Administrar niveles de glucosa.....	39
Tabla 8.	Excepciones de caso de uso: Administrar niveles de glucosa.....	39
Tabla 9.	Descripción caso de uso: Guardar.....	39
Tabla 10.	Flujo de caso de uso: Guardar.....	40
Tabla 11.	Excepciones de caso de uso: Guardar.....	40
Tabla 12.	Descripción caso de uso: Consultar niveles de glucosa.....	41
Tabla 13.	Flujo de caso de uso: Consultar niveles de glucosa.....	41
Tabla 14.	Excepciones de caso de uso: Consultar niveles de glucosa.....	41
Tabla 15.	Descripción caso de uso: Generar promedio.....	42
Tabla 16.	Flujo de caso de uso: Generar promedio.....	42
Tabla 17.	Excepciones de caso de uso: Generar promedio.....	42
Tabla 18.	Descripción caso de uso: Buscar niveles.....	43
Tabla 19.	Flujo de caso de uso: Buscar niveles.....	43
Tabla 20.	Excepciones de caso de uso: Buscar niveles.....	43
Tabla 21.	Descripción caso de uso: Agregar niveles de insulina.....	44
Tabla 22.	Flujo de caso de uso: Agregar niveles de insulina.....	44
Tabla 23.	Excepciones de caso de uso: Agregar niveles de insulina.....	45
Tabla 24.	Descripción caso de uso: Agregar alimentación y dieta.....	46
Tabla 25.	Flujo de caso de uso: Agregar alimentación y dieta.....	46
Tabla 26.	Excepciones de caso de uso: Agregar alimentación y dieta.....	46
Tabla 27.	Descripción caso de uso: Agregar actividades y ejercicio.....	47
Tabla 28.	Flujo de caso de uso: Agregar actividades y ejercicio.....	47
Tabla 29.	Excepciones de caso de uso: Agregar actividades y ejercicio.....	48
Tabla 30.	Descripción caso de uso: Consultar médico virtualmente.....	48
Tabla 31.	Flujo de caso de uso: Consultar médico virtualmente.....	49
Tabla 32.	Excepciones de caso de uso: Consultar médico virtualmente.....	49
Tabla 33.	Descripción caso de uso: Consultar datos pacientes.....	50
Tabla 34.	Flujo de caso de uso: Consultar datos pacientes.....	50
Tabla 35.	Excepciones de caso de uso: Consultar datos paciente.....	51
Tabla 36.	Descripción caso de uso: Consultar medicamentos.....	51
Tabla 37.	Flujo de caso de uso: Consultar medicamentos.....	52
Tabla 38.	Excepciones de caso de uso: Consultar medicamentos.....	52
Tabla 39.	Descripción caso de uso: Salir del sistema.....	53
Tabla 40.	Flujo de caso de uso: Salir del sistema.....	53

Índice de figuras

Figura 1.	Dynatac 8000x	10
Figura 2.	Microtac.....	10
Figura 3.	Apple Newton	11
Figura 4.	Líneas celulares en México	13
Figura 5.	Arquitectura de Symbian OS	16
Figura 6.	Plataforma Java.....	18
Figura 7.	Plataforma de desarrollo para servicios	18
Figura 8.	Gmail desde un dispositivo móvil	19
Figura 9.	Clima en diferentes ciudades	20
Figura 10.	PDA's en medicina.....	20
Figura 11.	Control de pacientes	20
Figura 12.	GPS en una Palm	21
Figura 13.	Procesamiento de alimentos.....	23
Figura 14.	Células en situación normal	23
Figura 15.	Diabetes Mellitus Insulinodependiente	23
Figura 16.	Diabetes Mellitus No Insulinodependiente o Tipo 2.....	24
Figura 17.	Medidores de glucosa	34
Figura 18.	Diario de un paciente con diabetes	35
Figura 19.	Diagrama general de casos de uso.....	36
Figura 20.	Caso de uso: Autenticar.....	37
Figura 21.	Caso de uso. Administrar niveles de glucosa.....	38
Figura 22.	Caso de uso. Agregar niveles de insulina.....	44
Figura 23.	Caso de uso. Agregar alimentación y dieta.....	45
Figura 24.	Caso de uso. Agregar actividades y ejercicio	47
Figura 25.	Caso de uso. Consultar médico virtualmente.....	48
Figura 26.	Caso de uso. Consultar datos pacientes.....	50
Figura 27.	Caso de uso. Consultar medicamentos	51
Figura 28.	Caso de uso. Salir del sistema.....	53
Figura 29.	Clases de interfaz.....	56
Figura 30.	Clases de control.....	56
Figura 31.	Clases de entidad	56
Figura 32.	Paquete de herramientas.....	57
Figura 33.	Diagrama de componentes del modelo vista controlador	59
Figura 34.	Diagrama de clases para el patrón DAO.	60
Figura 35.	Diagrama de secuencia del patrón DAO	61
Figura 36.	Diagrama de instalación	63
Figura 37.	Diagrama de distribución	63
Figura 38.	Diagrama de navegación	64
Figura 39.	Diagrama del modelo físico	65
Figura 40.	Comparativos de máquinas virtuales.....	67
Figura 41.	Pantalla de iniciar sesión.....	71
Figura 42.	Pantalla de error al iniciar sesión.....	71
Figura 43.	Menú principal del paciente.....	72
Figura 44.	Pantalla para registrar niveles de glucosa	72
Figura 45.	Pantalla para registrar niveles de insulina.....	72
Figura 46.	Pantalla para registrar alimentos.....	72

Figura 45.	Pantalla para registrar niveles de insulina.....	72
Figura 46.	Pantalla para registrar alimentos.....	72
Figura 47.	Pantalla para registrar actividades y ejercicio.....	73
Figura 48.	Pantalla para enviar datos.....	73
Figura 49.	Pantalla para consultorio virtual.....	73
Figura 50.	Menú principal del médico.....	73
Figura 51.	Lista de pacientes.....	74
Figura 52.	Detalle de pacientes.....	74
Figura 53.	Lista de medicamentos.....	74
Figura 54.	Detalle de medicamentos.....	74

Introducción

El presente trabajo tiene como motivación la creación de un sistema que ayude a enfermos con diabetes al control de su enfermedad, usando un dispositivo muy común hoy en día como es el teléfono celular. En un principio este tipo de aparatos estaban disponibles sólo para personas con un poder adquisitivo alto, pero con el paso del tiempo su costo ha ido disminuyendo hasta el punto de ser casi una necesidad hoy en día y muchas personas ya cuentan con celulares para su uso en la vida diaria.

Con el paso del tiempo, no solamente los costos de los celulares ha ido disminuyendo sino que la tecnología disponible en los mismos ha ido en aumento y nuevas características se han ido añadiendo a los teléfonos celulares, de tal forma que su fin inicial de transmisión de voz se ha ido enriqueciendo con la transmisión de datos, multimedia, creación de lenguajes de programación capaces de ser soportados por los celulares, etc. De tal forma que aprovechando algunas de estas nuevas características, es posible la creación de aplicaciones que se ejecuten en los celulares, como es el caso que se presenta en este trabajo, el cual es de mucha ayuda en la vida del enfermo o del médico.

Dado que la diabetes es una enfermedad que requiere mucho auto cuidado como es: control de niveles de glucosa, insulina, dieta, etc. y un contacto frecuente con el médico, el propósito de este trabajo es presentar un modelo para el control de la diabetes a través de un teléfono celular. Es importante mencionar que la diabetes es una de las principales causas de muertes en México y es un grave problema de salud pública. La aplicación también sirve de apoyo para el médico que atiende al paciente diabético.

La tesis está organizada de la siguiente manera:

En el capítulo 1 tenemos el estado del arte de la telefonía celular, sus orígenes y evolución, así como las principales características disponibles hasta el momento del desarrollo del presente trabajo. También se muestran el tipo de aplicaciones desarrolladas para dispositivos móviles.

El segundo capítulo presenta las principales características de la diabetes, diagnóstico, sus complicaciones, los tratamientos de manera general, estadísticas de la situación en México y en el mundo.

En el capítulo 3 se presenta un análisis de los requerimientos para el desarrollo de la aplicación, con el diagrama de casos de uso general así como el detalle de cada uno de ellos.

El análisis, diseño e implementación para el desarrollo del sistema de control de diabetes se presenta en el capítulo 4. En dicho capítulo se pueden apreciar los diagramas de clase para el análisis y diseño, así como una descripción de la tecnología usada para la programación del sistema.

Finalmente en el capítulo 5 se muestran las conclusiones del presente trabajo así como trabajos a futuros que se relacionen con el tema de esta tesis.

Capítulo

1

Introducción a los dispositivos móviles

1.1 Historia

Durante los últimos años el desarrollo de las tecnologías inalámbricas han tenido gran impacto en el mundo moderno, sobre todo la tecnología referente a teléfonos celulares, Hoy podemos encontrar muchas variedades de teléfonos celulares con diferentes características: fotografía, video, tarjetas de expansión de memoria, conexión Bluetooth, entre muchas otras. Desde sus inicios en los años 70 han generado un impacto en las actividades diarias y se han convertido en una herramienta de uso común para cualquier persona, ya que ayuda a la resolución de muchos problemas por tener un medio de comunicación inmediato, lo cual hace sentir a las personas con más seguridad y confianza.

La telefonía celular es un sistema de telefonía totalmente inalámbrico en el cual los sonidos se convierten en señales electromagnéticas que viajan a través del aire y son enviadas por antenas o a través de satélites que realizan la transformación nuevamente en sonido de las señales recibidas, es decir, es diferente al teléfono convencional, ya que los teléfonos móviles usan simplemente señales de radio, pero utilizan dos frecuencias diferentes, una para hablar y otra para escuchar, logrando así una conversación normal.

Los inicios de la telefonía celular se remontan a los años 70's cuando Martín Cooper creó el primer radio teléfono en Estados Unidos mientras trabajaba para Motorola, pero fue hasta el año de 1979 cuando aparecieron los primeros modelos comerciales en Tokio Japón para la compañía NTT. En ese año se presentó al mundo el primer celular conocido como el DynaTac8000x el primero de los celulares fabricado por Motorola. Años después en el inicio de los 90's la misma empresa muestra su famoso modelo Microtac.



Figura 1. Dynatac 8000x



Figura 2. Microtac

Fue hasta el año de 1983 cuando el Dynatac obtuvo la licencia comercial y salió al mercado, teniendo el primer sistema celular que unía las ciudades de Washington y Baltimore.

El Dynatac, que se observa en la Figura 1 tenía un peso de 780 gramos y unas dimensiones 33 x 9 x 4.5 centímetros lo cual para la actualidad resulta muy contrastante a los modelos ligeros y pequeños que se pueden encontrar en el mercado. Dicho teléfono llevaba el nombre de “ladrillo” debido a sus características y a pesar de ello era considerado como un artículo de lujo y solamente accesible para personas con un alto poder adquisitivo, ya que costaba 3900 dólares.

Los científicos de los laboratorios Bell, teniendo como base los radioteléfonos, fueron quienes diseñaron el prototipo final de la telefonía móvil en el año de 1983. Dando así inicio a su crecimiento global, por lo que en pocos años el servicio se fue saturando y se tuvieron que idear nuevas formas de acceso múltiple al canal y transformar los sistemas analógicos a digitales.

Otros dispositivos inalámbricos que tienen un auge en la actualidad son los Personal Digital Assistants o mejor conocidos como las PDA'S, cuyos orígenes se remontan a un dispositivo creado por Apple en 1993 conocido como Newton, que esencialmente era una agenda electrónica que tenía un lápiz electrónico para escribir en la pantalla. Desafortunadamente este producto tenía problemas técnicos que impidieron su éxito en el mercado cuyo valor era de 1000 dólares. Posteriormente en el año de 1996 surgió el MessagePad 130.



Figura 3. Apple Newton

En marzo de 1996 llegaron las populares Palm al mercado, con sus modelos Pilot 1000 y 5000 que en poco tiempo lograron tener un gran éxito de ventas.

Microsoft tuvo intentos fallidos al intentar ingresar a este mercado, ya que el sistema operativo que intentaban posicionar para este tipo de dispositivos fue calificado por los críticos como un comprimido de su sistema Windows y lo había enlatado para dispositivos de mano.

Los Pocket PC fueron introducidos por la compañía Compaq y Casio, finalmente BlackBerry se lanzó en Norteamérica en enero de 1999, cuya plataforma está compuesta de una terminal avanzada de bolsillo y de peso ligero, así como por software y servicios.

1.2 Evolución

En la telefonía celular tenemos 2 tipos de comunicación: satelital y terrestre.

Comunicación satelital. Las estaciones se encuentran en los satélites que suelen ser de órbita baja y alcanzan prácticamente todo el planeta, pero su principal desventaja es el alto precio de las terminales y por supuesto de las llamadas.

En la telefonía móvil terrestre como su nombre lo indica utiliza estaciones terrestres, las cuales se encargan de monitorear cada teléfono encendido y pasar el control de una llamada en curso a otra estación, cada estación tiene un área de cobertura y las zonas de cobertura son hexágonos regulares o celdas, aunque en la práctica pueden tomar distintas formas debido a obstáculos o a la orografía cambiante de la celda. La evolución de la telefonía móvil terrestre ha llevado al desarrollo de las siguientes generaciones:

1ª generación

Hace su aparición en 1979.
Análogica y estrictamente de voz.
La calidad de los enlaces era baja.
La seguridad no existía.

2ª generación

Apareció hasta 1990.

Se caracterizó por ser digital

Utiliza protocolos de codificación mas sofisticados.

Tecnologías predominantes: GSM (Global System por Mobile Communications), IS-136, CD-MA (Code Division Multiple Access) y PDC (Personal Digital Communications).

Soportan velocidades de información más altas pero limitadas en comunicación por datos.

Se ofrecen servicios auxiliares como datos, fax y SMS (Short Message Service)

Generación 2.5

Nace en el 2001 y ofrece características adicionales como GPRS (General Packet Radio System), HSCSD (High Speed Circuit Switched), EDGE (Enhanced Data Rates for Global Evolution), entre otros.

3ª generación

Empieza a operar en el año 2002.

Es apta para aplicaciones multimedia y altas transmisiones de datos. Están enfocados para aplicaciones más allá de la voz como audio (mp3), video en movimiento, videoconferencia y acceso rápido a Internet.

Las tecnologías de esta generación son: UMTS (Universal Mobile Telephone Service), cdma2000, IMT-2000, ARIB[3GPP], UWC-136, entre otras.

4ª generación

Es un proyecto a largo plazo que promete ser 50 veces más rápido que la tercera generación, y se espera su comercialización hasta el año 2010. Se espera que tengan capacidad para transmitir datos con la misma rapidez que la fibra óptica, mejorando notablemente la transferencia de imágenes de alta calidad a través de una conexión sin hilos.

1.3 Uso de celulares en México

De acuerdo a la Comisión Federal de Comunicaciones (COFETEL) el crecimiento de usuarios de telefonía celular, en México, ha ido en aumento como se puede apreciar en la siguiente gráfica:

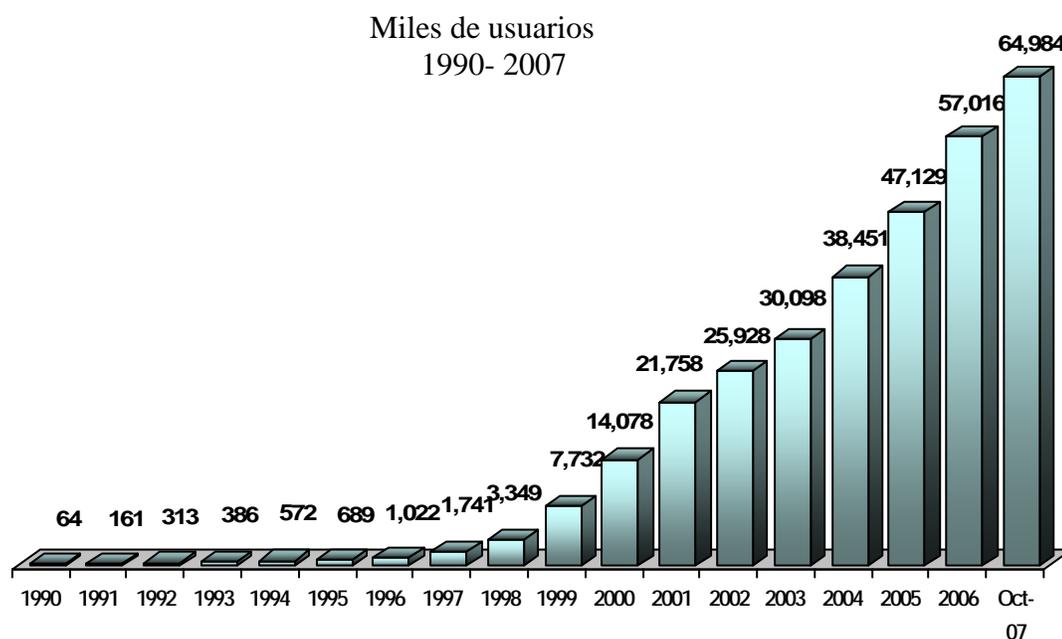


Figura 4. Líneas celulares en México ^[1]

1.4 Tecnología

Los teléfonos celulares cuentan con diferentes tecnologías que ofrecen una gama de servicios que no se limitan únicamente a conversaciones de voz. Las principales se presentan a continuación:

1.4.1 Bluetooth

Es una nueva tecnología que elimina los cables usados para conectar dispositivos digitales, utiliza un enlace de radio de corto alcance y bajo costo. La mayoría de los teléfonos en la actualidad, aunque realmente sólo los de mayor costo, cuentan con esta tecnología que facilita la transferencia de datos a sus computadoras personales, como pueden ser fotos, videos, mp3, acceder a Internet, efectuar una integración con redes locales, etc. Algunos dispositivos de manos libres utilizan Bluetooth para su comunicación con los teléfonos celulares.

Para establecer una conexión, basta colocar dos dispositivos equipados con Bluetooth a una distancia hasta de 10 metros uno del otro. Y como la tecnología Bluetooth utiliza un enlace de radio, no es ni siquiera necesario tener una conexión en línea para establecer la comunicación.

Las posibilidades de conectividad inalámbrica que la tecnología Bluetooth proporciona son prácticamente ilimitadas.

1.4.2 Java

La tecnología Java consiste en un lenguaje de programación y en una plataforma de software que puede ejecutarse en varios sistemas operativos, y gracias a ella los usuarios tienen la posibilidad de descargar herramientas de administración, aplicaciones relacionadas a viajes, herramientas de información y juegos interactivos.

Para navegar por Internet en un celular, se puede utilizar el navegador WAP (Wireless Application Protocol). Las posibilidades ofrecidas por la tecnología Java son prácticamente ilimitadas.

Tradicionalmente, los teléfonos venían con un conjunto limitado de aplicaciones preinstaladas, como una agenda, un reloj y unos cuantos juegos. La tecnología Java está modificando radicalmente esta situación. Esta tecnología permite a los usuarios hacer descargas nuevas de aplicaciones para sus teléfonos.

1.4.3 MMS

Servicio de mensajes multimedia (Multimedia Messaging Service). Es parecido al servicio de mensajes cortos (SMS -Short Message Service). La tecnología MMS permite al usuario del teléfono celular enriquecer sus mensajes incorporando sonido, imágenes y otros contenidos elaborados, transformándolos en mensajes visuales y sonoros personalizados. Pero con este tipo de mensajes no solamente se enriquece el contenido de los mensajes, sino que también es posible enviar mensajes a correo electrónico y viceversa. Una ventaja del MMS es que los mensajes se toman como una sola entrada donde se aprecian todos los elementos del mensaje, (sonido, imágenes, etc.) y no como un simple mensaje plano de texto con varios archivos adjuntos.

De la misma manera que SMS, MMS es un estándar abierto, y los mensajes MMS pueden ser enviados por medio de protocolos y redes existentes.

1.5 Plataforma

Existen diferentes plataformas o sistemas operativos para los dispositivos, a continuación se presentan los más importantes.

1.5.1 Symbian OS

Symbian OS es el sistema operativo abierto, avanzado y licenciado por uno de los fabricantes más grandes de teléfonos celulares a nivel mundial. Está diseñado para los requerimientos específicos de los teléfonos de generación 2.5 y 3. Combina el poder del ambiente de aplicaciones integradas con la telefonía celular, brindando servicios de datos avanzados para el mercado.

Symbian OS soporta un amplio rango de dispositivos con diferentes interfaces de usuario.

Las características de este sistema operativo se resumen a continuación (Symbian OS v9.3):

- Seguridad de la plataforma. Posee mecanismos de defensa basados en otorgar y monitorear las capacidades de las aplicaciones. Infraestructura para permitir a las aplicaciones el tener almacenes de datos protegidos.
- Soporte a Java. Soporta los últimos estándares inalámbricos de Java.
- Soporte para hardware. Se tiene soporte para las últimas arquitecturas de CPU, periféricos y tipos de memoria externas e internas.
- Capacidades completas para mensajes.
- Características ricas para multimedia.
- Gráficos avanzados.
- Soporte para la comunicación de protocolos.
- Optimizado para teléfonos celulares.
- Amplia suite de servicios de aplicación.
- Soporte internacional. Soporta el Unicode Standard Version 3.0
- Sincronización de datos menos compleja.
- Amplio conjunto de opciones para desarrollar en Symbian OS.

La arquitectura de Sistema operativo Symbian se puede ver en la siguiente gráfica.

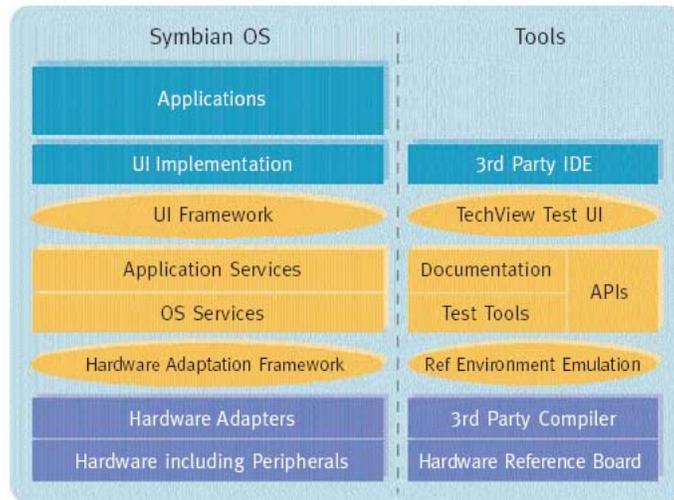


Figura 5. Arquitectura de Symbian OS ^[2]

1.5.2 Flash Lite

Macromedia Flash Lite es una versión de Macromedia Flash desarrollada específicamente para teléfonos móviles. Permite utilizar las funciones y características de Flash con la potencia y las configuraciones de los teléfonos móviles presentes en el mercado actual. Existen dos versiones de Flash Lite disponibles: Flash Lite 1.0 y Flash Lite 1.1. Flash Lite consta de las siguientes funciones:

El motor de representación principal manipula la presentación en pantalla de vectores y mapas de bits.

El intérprete de ActionScript Flash Lite admite la versión del lenguaje ActionScript utilizado en Flash Player 4, incluidos muchos comandos específicos de móviles, como la obtención de información de la hora y fecha del dispositivo.

Flash Lite admite los campos de texto estáticos, dinámicos y de entrada. Es posible utilizar las fuentes disponibles en el dispositivo o incorporar los datos de fuente en el archivo SWF, el cual es un formato de archivos de gráficos vectoriales creado por Adobe.

Ambas versiones de Flash Lite admiten los formatos de audio del dispositivo (como, por ejemplo, MIDI o MFi). Flash Lite 1.1 también admite el formato de audio estándar de Flash.

Flash Lite 1.1 posee conectividad en red, ya que puede cargar datos externos y archivos SWF, además de comandos y propiedades para funciones de conectividad.

Flash Lite también permite acceder a varias funciones y comandos del sistema utilizando los cuadros de diálogo de entrada estándar del dispositivo, como la posibilidad de iniciar llamadas de teléfono y enviar mensajes SMS, obtener información sobre las funciones de la plataforma y la entrada de datos del usuario.

Flash Lite 1.0 y Flash Lite 1.1 se pueden utilizar en muchos dispositivos móviles disponibles en diferentes regiones geográficas y mercados. Algunos de estos dispositivos están disponibles en todos los países, otros, sin embargo, sólo lo están en unas determinadas regiones o con empresas proveedoras específicas de este servicio.

1.5.3 Java Micro Edition

La plataforma Java Micro Edition es una colección de tecnologías y especificaciones para crear una plataforma que satisfaga los requerimientos para dispositivos móviles.

Java ME (Micro Edition) fue originalmente creado con el objeto de resolver las limitaciones asociadas con la construcción de aplicaciones para dispositivos pequeños.

Para este propósito, Sun definió los elementos básicos para la tecnología Java ME de tal forma que cupiera en un ambiente tan limitado y que sea posible crear aplicaciones corriendo en dispositivos pequeños con memoria limitada, pantalla pequeña y poco rendimiento de pila.

La tecnología Java ME está basada en 3 elementos:

- Una configuración que provee el conjunto básico de bibliotecas y la capacidad de una máquina virtual para un rango amplio de dispositivos.
- Un perfil que es un conjunto de APIs que soportan un conjunto más limitado de dispositivos.
- Un paquete opcional que es un conjunto de API's de tecnología específica.

A través del tiempo la plataforma Java ME ha sido dividida en 2 configuraciones base, una para dispositivos móviles pequeños y la otra dirigida a dispositivos móviles con más capacidades como los Smartphones o teléfonos inteligentes.

La configuración para dispositivos pequeños es llamada Connected Limited Device Profile (CLDC) y la otra para dispositivos con mayores capacidades es llamada Connected Device Profile (CDC).

La siguiente figura representa una vista de los componentes de la tecnología de Java ME y de la forma con que se relaciona con las otras tecnologías de Java.

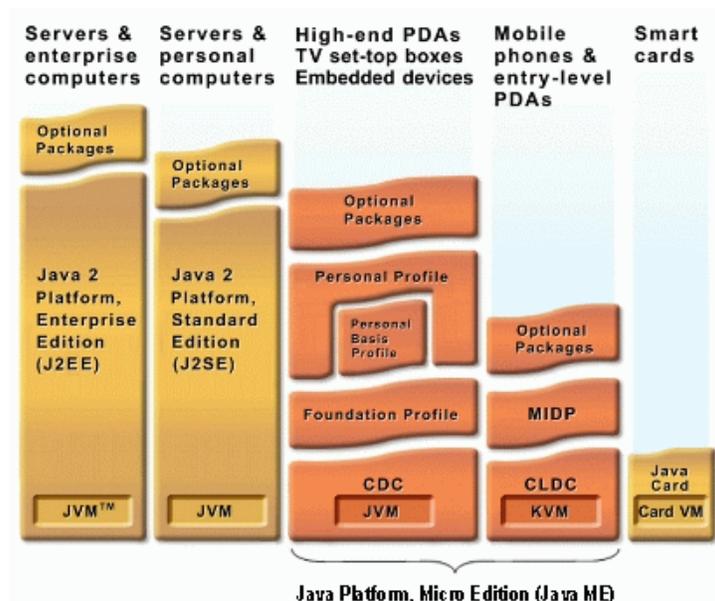


Figura 6. Plataforma Java ^[3]

El diseño de la plataforma Java ME, cubre desde dispositivos pequeños y limitados con conexión intermitente de red, a los dispositivos con mayores capacidades con conexión en línea todo el tiempo, hace flexible y capaz de soportar las necesidades de servicios cubriendo todos los canales para la movilidad. El diseño básico hace que las (aplicaciones) sean fácilmente portables entre las diferentes configuraciones y perfiles.

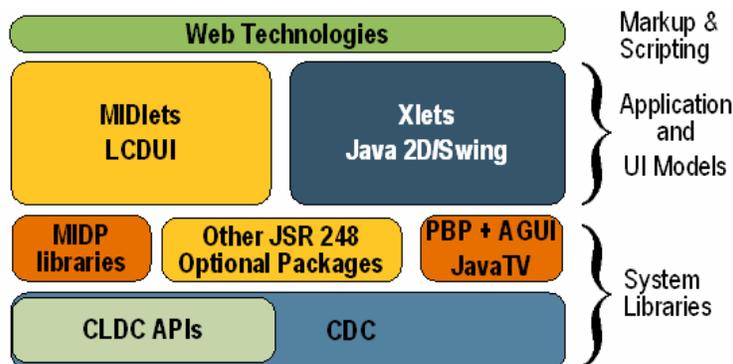


Figura 7. Plataforma de desarrollo para servicios ^[3]

1.6 Aplicaciones

En la actualidad existen muchas aplicaciones para dispositivos móviles, y a continuación se presentan unos cuantos ejemplos para dar una idea de la versatilidad que se puede lograr con ellos.

Mensajes de correo electrónico

Gmail es el servicio de correo electrónico que ofrece Google y para dispositivos móviles nos presenta una opción de poder leer el correo electrónico desde un celular, al igual que contestar los correos electrónicos recibidos. También permite visualizar los archivos adjuntos que se reciban, como por ejemplo: fotografías, documentos de Microsoft Word y archivos en formato pdf.

Uno de los requisitos para poder hacer uso de este servicio, es tener una máquina virtual de Java.



Figura 8. Gmail desde un dispositivo móvil ^[4]

Aplicaciones para revisar el clima, como se aprecia en la siguiente imagen:



Figura 9. Clima en diferentes ciudades ^[5]

Aplicaciones en PDA's para la industria farmacéutica o médica

Cada día se hace más común el uso de este tipo de dispositivos en el área médica, como ejemplo se puede tener la base de datos de medicamentos para saber las dosificaciones adecuadas o las contraindicaciones. También el uso de Internet para subir imágenes de varios síntomas para un diagnóstico o una segunda opinión con algún otro médico.



Figura 10. PDA's en medicina



Figura 11. Control de pacientes

Servicios GPPS en Palms que ayudan a saber la localización exacta por medio de un mapa visible en la pantalla del dispositivo. Se puede llevar en el vehículo para desplazarse con seguridad en una ciudad desconocida.



Figura 12. GPS en una Palm

Desafortunadamente la mayoría de las aplicaciones presentadas anteriormente y las disponibles en Internet, por medio de descargas con validez de tiempo limitado, están en otros idiomas, generalmente en inglés. De aquí la importancia de impulsar el desarrollo de aplicaciones en español y de esta forma mantenerse a la vanguardia respecto a las aplicaciones desarrolladas en otras partes del mundo, aprovechando todo lo que la tecnología brinda el día de hoy.

Capítulo

2

Diagnóstico de la diabetes y tratamiento

En este capítulo se presentan una explicación de lo que es la diabetes, así como los tratamientos que se encuentran en la actualidad para combatirla, la situación de la enfermedad en el mundo y principalmente en México, país en el cual es la primera causa de muerte. Las complicaciones que se pueden dar debido a la enfermedad, de tal forma que podamos entender mejor la problemática en salud que vive la sociedad mexicana lo cual es la principal motivación de este trabajo.

2.1 ¿Qué es la diabetes?

La Diabetes Mellitus es un grupo de enfermedades metabólicas de base genética que se caracteriza básicamente por la hiperglucemia¹. La Asociación Norteamericana de Diabetes (ADA), define la diabetes como un “Grupo de enfermedades metabólicas que se caracterizan por hiperglucemia, debida a defectos en la secreción de insulina, su acción o ambas a la vez” [7].

Los alimentos ingeridos se convierten en glucosa, que proporciona la energía para realizar las actividades cotidianas. Para aprovechar mejor la glucosa, el cuerpo necesita de una hormona llamada insulina, que se fabrica en el páncreas, un órgano cercano al estómago.

Todas las células del cuerpo necesitan glucosa para vivir, pero la glucosa no puede penetrar en las células sin la intervención de la insulina. La insulina se produce en las células Beta, que están ubicadas en el extremo del páncreas.

Por ejemplo, cuando comemos un pedazo de pan, una vez digerido se convierte en glucosa. La glucosa circula a través de la corriente sanguínea para alimentar a cada célula

¹ Hiperglucemia significa cantidad excesiva de glucosa en la sangre.

del cuerpo. La presencia de glucosa estimula las células Beta del páncreas para liberar insulina. La insulina llega hasta cada célula y actúa como una llave en sus receptores, con el fin de abrir sus puertas y dejar a la glucosa entrar. Si no hay insulina o los receptores de las células no funcionan, la glucosa no puede penetrar en las células, y la persona afectada sufrirá de carencias de nutrientes.

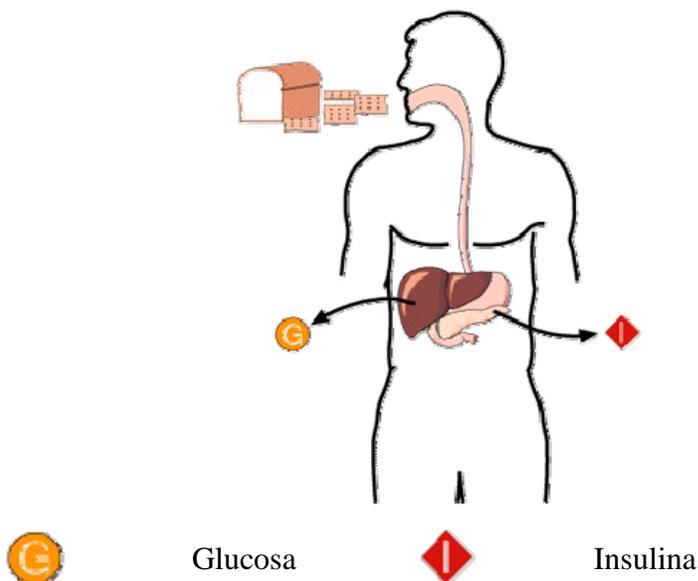


Figura 1. Procesamiento de alimentos^[6]

Las siguientes imágenes muestran lo que ocurre en las células de los tejidos en presencia de glucosa, en las diferentes situaciones metabólicas:



Figura 2. Células en situación normal^[6]

Cuando la insulina se acopla en los receptores de insulina de las células, la glucosa puede penetrar a través de sus membranas y utilizarse.

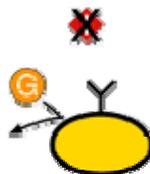


Figura 3. Diabetes Mellitus Insulinodependiente^[6]

Cuando el páncreas no produce insulina, la glucosa no puede penetrar en las células del cuerpo y utilizarse. Esta es la llamada Diabetes Mellitus Insulinodependiente, o Tipo 1.

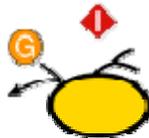


Figura 4. Diabetes Mellitus No Insulinodependiente o Tipo 2^[1]

Cuando los receptores de insulina de las células del cuerpo no funcionan, la insulina no puede acoplarse a ellos y la glucosa no puede penetrar en las células del cuerpo y utilizarse. Esta es la llamada Diabetes Mellitus No Insulinodependiente, o Tipo 2 [6].

Como se mencionó anteriormente existen 2 tipos de diabetes, y se describen a continuación de una manera más amplia.

2.2 Clasificación

Emitida en 1997 el Expert Comité on the Diagnosis and Clasification of Diabetes Mellitus, estableció una clasificación de la diabetes y la divide en 2 tipos principales: tipo 1 y tipo 2, sin considerar edad de inicio:

1. **Diabetes mellitus tipo 1**
2. **Diabetes mellitus tipo 2**
3. Diabetes mellitus gestacional
4. Otros tipos específicos de diabetes mellitus

La diabetes mellitus tipo 1 se presenta con mayor frecuencia en personas jóvenes en el grupo de edad de 10 a 14 años, aunque algunas veces se presenta en adultos, su inicio por lo general es brusco y es de mayor severidad, prácticamente no existe insulina circulante, así que inyecciones diarias de insulina son necesarias [8]. Entre 5 y 10 por ciento de todos los casos conocidos de diabetes son del tipo I.

La Diabetes mellitus tipo 2 constituye un grupo heterogéneo que incluye a las variantes leves de la diabetes que se presenta de manera predominante en los adultos y en ocasiones en jóvenes y niños sobre todo cuando son obesos. Ocurre generalmente después de los 35 a 40 años de edad, su evolución es lenta, en la mayoría de los casos su presentación no es severa, su control es de mayor facilidad con tratamiento farmacológico y no farmacológico con dieta y ejercicio [9]. Entre 90 y 95 por ciento de los casos de diabetes son del tipo 2.

Este padecimiento se desarrolla cuando el cuerpo no produce la cantidad suficiente de insulina, o no puede usarla adecuadamente. Cuando no puede usar su propia insulina, se

dice que tiene resistencia a la insulina. Este problema con la insulina hace que el nivel de glucosa en la sangre aumente en forma anormal, o dicho de otra manera, es el trastorno metabólico crónico que resulta de defectos en la secreción pancreática de insulina y la acción de ésta en los tejidos periféricos [10].

2.3 *Causas*

Al parecer existe un fuerte factor hereditario que predispone hacia ambos tipos de diabetes. Sin embargo, como ocurre con muchos factores hereditarios la presencia de factores ambientales puede proveer las condiciones adecuadas para que esta predisposición se manifieste o por el contrario puede ayudar a evitar que la condición se produzca.

Las personas con las siguientes características tienen mayor probabilidad de desarrollar diabetes mellitus:

- Sobrepeso u obesidad
- Hipertensión arterial o mejor conocida como presión sanguínea alta.
- Niveles de colesterol mayor a 200 mg/dl
- Triglicéridos mayor a 250 mg/dl
- Mujeres con antecedentes de hijos macrosómicos (peso al nacimiento mayor de 4 kg) o haber cursado diabetes durante su embarazo, llamado diabetes gestacional
- Sujetos con infecciones cutáneas recurrentes [11].
- Si bien la diabetes tipo 2 se produce en todas las razas, es más común en los indígenas norteamericanos, hispanos, afro norteamericanos y asiáticos norteamericanos [10].
- Tipo de alimentación.
- Falta de actividad física.
- Consumo de alcohol
- Consumo de tabaco[12]

2.4 Diagnóstico

Para detectar que una persona tiene diabetes, la metodología médica se basa principalmente en la identificación de los síntomas característicos de la enfermedad, los cuales se mencionan a continuación:

- Polidipsia que significa mucha sed.
- Poliuria o exceso de orina
- Pérdida de peso inexplicable.
- Polifagia. Comer en exceso.
- Astenia o decaimiento y flojera.
- Prurito vulvar. Comezón en los órganos genitales externos de la mujer producida por el exceso de azúcar.
- Balanitis. Inflamación en el glande [13]

Y por pruebas de laboratorio, así mismo la enfermedad es frecuentemente identificada cuando las complicaciones ya están presentes.

Por aceptabilidad, bajo costo y sencillez la glucosa plasmática (glucosa medida mediante una toma de sangre en la vena) es la prueba de elección para el diagnóstico de diabetes mellitus.

A continuación se presenta un cuadro donde se indican los diferentes niveles de glucosa en la sangre para la detección de diabetes mellitus [14].

Prueba de Detección	Valor	Resultado
Glucemia capilar ² de ayuno (El paciente no ha comido o bebido alimentos en las últimas 8 horas)	60mg/dl a 99mg/dl	Normal
	100mg/dl a 125 mg/dl	Probable Alteración de la glucemia de ayuno
Glucemia Capilar Casual (El paciente comió o bebió alimentos en las últimas 8 horas)	126 mg/dl o mayor	Probable Diabetes Mellitus
	Menor de 140 mg/dl	Normal
	De 140 mg/dl a 199 mg/dl	Anormal
	200 mg/dl o Mayor	Probable Diabetes Mellitus

Tabla 1. Niveles de glucosa por glucemia capilar.

² La Glucosa capilar se refiere a glucosa medida mediante una punción en el dedo.

Prueba de Detección	Valor	Resultado
Glucemia Plasmática ³ Venosa en ayuno (El paciente no ha comido o bebido alimentos en las últimas 8 horas)	60mg/dl a 99mg/dl	Normal
	100mg/dl a 125 mg/dl	Probable Alteración de la glucemia de ayuno
	126 mg/dl o mayor	Probable Diabetes Mellitus
Glucemia Plasmática Venosa Casual (El paciente comió o bebió alimentos en las últimas 8 horas)	Menor de 140 mg/dl	Normal
	De 140 mg/dl a 199 mg/dl	Anormal
	200 mg/dl o Mayor	Probable Diabetes Mellitus

Tabla 2. Niveles de glucosa por glucemia plasmática venosa.

2.5 Complicaciones

Fundamentalmente existen dos tipos de complicaciones: agudas y crónicas. En las primeras, se pueden presentar casos de hipoglucemia, cetoacidosis diabética (se produce cuando los niveles de azúcar son demasiado altos. Esto puede ocurrir debido a una enfermedad, por inyectarse poca insulina o hacer poco ejercicio. El organismo comienza a utilizar las grasas almacenadas como fuente de energía y se producen cuerpos cetónicos) y coma hiperosmolar (pérdida de conciencia debido a niveles de glucosa demasiado altos en sangre y que requiere un tratamiento de emergencia. Los enfermos que presentan esta condición son generalmente ancianos y están debilitados por la pérdida de peso y de fluidos). A diferencia de las complicaciones crónicas, esta complicación se desarrolla en cuestión de horas, y pone en peligro la vida del paciente, por lo que se considera una urgencia médica [20].

En el caso de las complicaciones crónicas, las manifestaciones tardías se correlacionan con la duración del estado diabético en la diabetes tipo 1, hasta el 40% de las pacientes desarrollan enfermedad renal en etapa terminal, comparadas con el 20% de los de tipo 2, después de 15 años de duración. Las manifestaciones clínicas tardías de la diabetes incluyen diversos cambios patológicos, los cuales afectan vasos sanguíneos pequeños y grandes, pares craneales y nervios periféricos, piel y cristalinus oculares. Estas lesiones ocasionan hipertensión, insuficiencia renal, ceguera, catarata, neuropatías autonómicas y periféricas, amputaciones de las extremidades inferiores, infarto al miocardio y eventos vasculares cerebrales como las principales causas de muerte [15].

³ Nivel de glucosa en el plasma sanguíneo

2.6 Tratamiento

Se presentan principalmente dos aspectos básicos del tratamiento, que son el médico y no médico [16].

2.6.1 Tratamiento no médico

2.6.1.1 Dieta

La dieta se considera un pilar fundamental del tratamiento de la diabetes tipo 2, e indispensable en el tipo 1. Persigue básicamente 2 objetivos:

- Alcanzar y/o obtener el peso ideal normal.
- Conseguir niveles normales de glucosa.

Se debe de tomar en consideración la necesidad de fomentar la cultura del auto cuidado en la alimentación, la capacitación, para que cada enfermo pueda realizar las adaptaciones ante cambios inesperados e inevitables de la alimentación durante sus actividades diarias. Es importante asumir o aceptar las indicaciones del plan alimentario.

2.6.1.2 Ejercicio o actividad física

El ejercicio físico es un recurso auxiliar importante en la atención del diabético, con un mayor beneficio cuando el programa se diseña en base a la condición física previa, motivación e intereses de cada paciente, que a parte de todos los beneficios metabólicos adecuados mejora la sensación de bienestar y calidad de vida.

2.6.1.3 Abandono de hábitos nocivos

Algunos de estos hábitos son el tabaquismo, alcoholismo, así mismo es de suma importancia el manejo adecuado del estrés emocional.

2.6.2 Tratamiento médico

Cada paciente con diabetes mellitus debe tener una evaluación individualizada para definir una adecuada selección del medicamento.

2.6.2.1 Tratamiento con insulina

El tratamiento con insulina es una necesidad médica en todos los pacientes con diabetes mellitus tipo 1 y para numerosos pacientes con diabetes mellitus tipo 2, que no

pueden alcanzar sus objetivos de glucosa en sangre con alimentación, ejercicio y tabletas orales, en estos pacientes se continua con el tratamiento alimentario y ejercicio agregando la administración de inyecciones de insulina.

Existen 5 preparaciones de insulina:

- Insulina de acción ultrarrápida.
- Insulina de acción rápida
- Insulina de acción intermedia
- Insulina de acción prolongada
- Insulinas mezcladas (acción ultrarrápida mas acción intermedia, acción rápida mas acción intermedia).

Todos los pacientes con Diabetes Mellitus tipo 1 deben iniciar su tratamiento médico con inyecciones de insulina.

Con base en la evolución natural de la Diabetes Mellitus tipo 2, muchos pacientes requerirán un tratamiento con inyecciones de insulina, en algún momento de su evolución. La mayoría de los pacientes con diabetes tipo 2, necesitan continuar con sus medicamentos orales mas inyecciones de insulina, en otros pacientes se debe suspender el tratamiento oral y solo administrar inyecciones de insulina [19].

2.6.2.2 Medicamentos ingeridos

Este tratamiento debe estar enfocado a corregir los defectos en el organismo que han desencadenado el desarrollo de la diabetes mellitus, estos defectos son:

1. Disminución de la producción de insulina por el páncreas.
2. Resistencia a la acción de la insulina, ya que la insulina facilita la entrada de la glucosa en los músculos y el tejido graso (para producir energía), tanto el músculo como el tejido graso son resistentes a su acción y no permiten la entrada de glucosa, produciendo una disminución de energía en el paciente y un aumento de la glucosa en la sangre.
3. Incremento de la producción de glucosa por el hígado, este incremento también se produce por una resistencia a la acción de la insulina, en personas sin diabetes cuando hacen un ayuno, el hígado produce glucosa para evitar una hipoglucemia (baja de azúcar), pero en personas con diabetes a pesar de no hacer un ayuno, el hígado produce más azúcar.

Para establecer un tratamiento correcto, es muy importante saber cuál es la causa principal del descontrol de la glucosa.

Los fármacos se dividen básicamente en los siguientes grupos [8]: hipoglucemiantes orales (glibenclamida), inhibidores de alfa glucosidasa (acarbosa), sensibilizadores a la insulina (metformina, piogilitazonas), todos los fármacos se pueden usar solos o en combinación.

2.7 Creciente mal

Cuanto más se conozca sobre diabetes mejor será el control que se tenga sobre ella. El paciente diabético, desde el momento del diagnóstico y durante toda su vida, tiene que realizar una tarea compleja y laboriosa de autocuidado de su enfermedad, que precisa de unos conocimientos y adiestramientos específicos. La educación diabetológica es la base que sustenta todas las intervenciones terapéuticas y constituye un instrumento imprescindible para conseguir un control óptimo de todos los factores de riesgo.

A continuación se presentan unos puntos guía para la educación diabetológica:

- Debe de proporcionar los conocimientos, las habilidades y la motivación necesarios para generar una actitud de corresponsabilidad y autocuidado de diabetes.
- Educar no es solo transmitir conocimientos, sino intentar modificar actitudes, estilos de vida.
- Debe proporcionarse a todos los diabéticos, con independencia de sus características y modalidades terapéuticas.
- En términos de eficiencia, es preferible que la mayoría de los diabéticos reciban el programa de educación básico a que un pequeño porcentaje de ellos reciba de manera extensa y reiterada un programa mucho más complejo.
- El programa educativo se ha de adaptar a la edad, el nivel cultural, el tipo de diabetes y la clase de tratamiento evitando barreras de idioma y promoviendo la participación activa de cada individuo.
- Debe iniciarse en el mismo momento del diagnóstico, aprovechando la mayor receptividad y la necesidad del paciente.
- Los efectos de la educación disminuyen con el tiempo. Es necesario realizar una labor continua de información.

La educación individual es el método fundamental y el más eficaz. Permite establecer una relación mucho más estrecha con el educador.

Implementar pautas de autocontrol ayuda a promover la responsabilidad y la autonomía del diabético en el tratamiento y vigilancia de su enfermedad. Además de proporcionar información al médico para tomar decisiones terapéuticas. La realización de autoanálisis periódicos es un componente, pero no el único, del autocontrol; es necesario educar al paciente en la regulación del peso, la dieta, el autoexamen de los pies, o de la presión arterial, cuando es pertinente [17]

2.8 *Impacto*

2.8.1 *En el mundo*

De acuerdo a la Federación Mexicana de la Diabetes [18] en el mundo se tienen las siguientes cifras con respecto a las personas con diabetes mellitus:

- En la actualidad hay más de 190 millones de personas con diabetes en todo el mundo.
- Los pronósticos indican que esta cifra crecerá hasta alcanzar los 330 millones en el año 2025, debido principalmente al crecimiento y al envejecimiento de la población, la urbanización, los hábitos alimenticios poco saludables y la vida sedentaria.

Para 2025, se espera que el número de personas con diabetes:

- Al menos se duplique en África, en el Mediterráneo oriental y Oriente Medio así como en el Sudeste asiático.
- Aumente en casi 20% en Europa, en 50% en América del Norte, en 85% en América del Sur y Central y en un 75% en la región del Pacífico Occidental.

Al menos 50% de todas las personas con diabetes no están conscientes de que la padece y en algunos países esta cifra podría llegar hasta el 80.6%.

2.8.2 *En México*

Según la Federación Mexicana de la Diabetes, las estadísticas en México son las siguientes:

La población en México de personas con diabetes fluctúa entre los 6.5 y los 10 millones (la mayor frecuencia nacional de 10.7% se encuentra en personas entre 20 y 69 años). De este gran total, 2 millones de personas no han sido diagnosticadas.

- Dos de cada tres mexicanos tienen sobrepeso u obesidad.
- México ocupa el noveno lugar de diabetes en el mundo.
- 13 de cada 100 muertes en México son provocadas por la diabetes.
- En 2004 murieron 15 mil personas más que en el año 2000 a consecuencia de las complicaciones de la diabetes (como reflejo de los problemas ocasionados por el envejecimiento poblacional y la falta de un diagnóstico oportuno).

A pesar de que la diabetes puede ser diagnosticada fácilmente y de que existen cada vez más tratamientos disponibles para ayudar a las personas con diabetes a mantener bajo

control sus niveles de glucosa, las consecuencias del mal control y la mortalidad por diabetes continúan en aumento.

Capítulo

3

Análisis de requerimientos para un sistema de tratamiento de diabetes mediante dispositivos móviles

El objetivo de este capítulo, es presentar los requerimientos de un sistema de cómputo para un dispositivo móvil o celular que ayude a los pacientes con diabetes al control de los niveles de glucosa en la sangre. El sistema también ayudará al médico a tener un contacto más cercano con los pacientes, debido a que puede tener acceso a la información de los mismos así como tener acceso desde su teléfono a una base de datos con los principales medicamentos utilizados en el tratamiento de esta enfermedad.

3.1 Definición del problema

Como se mencionó en el capítulo 2, el tratamiento de la diabetes es un proceso continuo y largo que muchas veces acompaña toda la vida del paciente. Esto porque se requiere medir continuamente, los niveles de glucosa en la sangre, los niveles suministrados de insulina y medicamentos orales suministrados. Los niveles de glucosa en la sangre varían generalmente, de acuerdo a la edad del paciente, actividad física, alimentación y dieta.

Sin embargo la ventaja de este tratamiento de mediciones y monitoreo, es que en la mayoría de los casos, los pacientes pueden ellos mismos medir el nivel de glucosa en su sangre y de acuerdo a los resultados y juicio del médico, pueden alterar su nivel de glucosa en la sangre y tratamiento, sin necesidad de ir al doctor.

En el mercado existen diversos aparatos para medir el nivel de glucosa en la sangre. Sin embargo, el paciente debe llevar un registro diario y manual de los niveles y visitar al doctor. Y por otra parte, en el mercado no existe un sistema de control de cantidad de insulina suministrada, alimentos consumidos, medicamentos orales suministrados, etc. para un paciente con diabetes.

A continuación se presentan algunos de los dispositivos para medir la glucosa, que se encuentran disponibles en el mercado. Estos dispositivos funcionan, en términos generales, colocando una gota de sangre obtenida de la yema de un dedo (aunque algunos medidores permiten pruebas en sitios alternativos, es decir que se puede extraer una pequeña gota de otra parte del cuerpo, como el antebrazo), mediante un instrumento de punción, en unas tiras reactivas que son insertadas en el dispositivo. Posteriormente el dispositivo muestra en su pantalla la cantidad de glucosa en la sangre. Los dispositivos miden desde 10 mg/dl hasta 600 mg/dl.



Figura 1. Medidores de glucosa [21]

El control de los niveles de glucosa en la sangre brinda al paciente y al proveedor de atención médica (médico) información sobre varios aspectos del cuidado de la diabetes. Por ejemplo, los niveles de glucosa en la sangre revelan [22]:

- De qué forma la dieta, las actividades y el plan de ejercicios afectan los niveles de glucosa
- De qué forma la enfermedad o el estrés afectan los niveles de glucosa
- Si el nivel de glucosa es muy alto o muy bajo
- Si el plan de medicación está funcionando

Con esta información el paciente y el médico podrán tomar decisiones sobre cambios al tipo de medicación que recibe.

Verificar los niveles de glucosa en la sangre ayuda a tener un panorama claro en el control de la diabetes.

Se recomienda a los pacientes con diabetes llevar un diario de glucosa que puede ayudarlos tanto a ellos como al médico, observar tendencias en sus niveles de glucosa. El diario, se recomienda que contenga los siguientes datos:

- Fecha y hora de la toma de sangre
- El resultado de la prueba
- Medicamentos orales

- Tipo y cantidad de insulina
- Actividades regulares
- Diferencia en sus actividades o dieta
- Cualquier síntoma que experimente

El siguiente es un ejemplo de diario del paciente.

Fecha	Antes del Desayuno	Después del Desayuno	Antes del Almuerzo	Después del Almuerzo	Antes de la Cena	Después de la Cena	Hora de acostarse	Comentarios
9/17	106				118		138	
9/18	112		130				198	Cena con amigos
9/19	141				89		126	Clase de gimnasia en la tarde
9/20	109							
9/21								
9/22								
9/23								

Figura 2. Diario de un paciente con diabetes ^[22]

Los pacientes con diabetes deben de tomar una actitud de alerta respecto a sus niveles de glucosa, ya que lo importante es determinar las horas en que su nivel puede ser muy alto o muy bajo. Esta información puede ayudar al médico y al paciente a tomar decisiones sobre los medicamentos, dieta, y actividades. Lo que al final ayudará a tener el mejor control posible de la diabetes.

3.2 Propuesta del sistema

Siendo uno de los principales problemas de la diabetes, el control del nivel de la glucosa en la sangre, así como de la cantidad de insulina inyectada, alimentos y dieta consumidos para obtener los niveles normales, como se puede apreciar en el diario de diabetes (Figura 18) que se mencionó en la sección anterior, se propone un sistema de cómputo para un dispositivo móvil que ayude a los pacientes con diabetes al control de los niveles de glucosa en la sangre. Es decir, desarrollar un diario en forma electrónica en un dispositivo móvil con las ventajas que ofrece éste. Esta información además de ser almacenada en la memoria del celular podrá ser transmitida a un servidor donde se almacenará para su consulta por el médico y tomar alguna decisión sobre la evolución del tratamiento.

El paciente diabético debe tener una comunicación constante con el médico, por lo tanto se propone que no solamente pueda enviar la información al servidor sino que tenga una retroalimentación del doctor, en dado caso que su tratamiento requiera de un ajuste, o algún comentario que se considere pertinente.

El sistema también será de apoyo para el médico ya que podrá tener acceso a los datos de los pacientes, donde podrá ver los principales datos del paciente seleccionado, para que de una manera remota pueda acceder a la información sin la necesidad de tener una computadora cerca, simplemente con su teléfono celular. Se propone un catálogo de los principales medicamentos para el tratamiento de la diabetes, de tal forma que si el

médico no tiene su vademécum¹ a la mano, pueda saber la información relevante del medicamento sobre el que tiene duda.

3.3 Diagrama general de casos de uso

En base a las características del sistema mencionadas en la sección anterior se presenta el diagrama general de casos de uso.

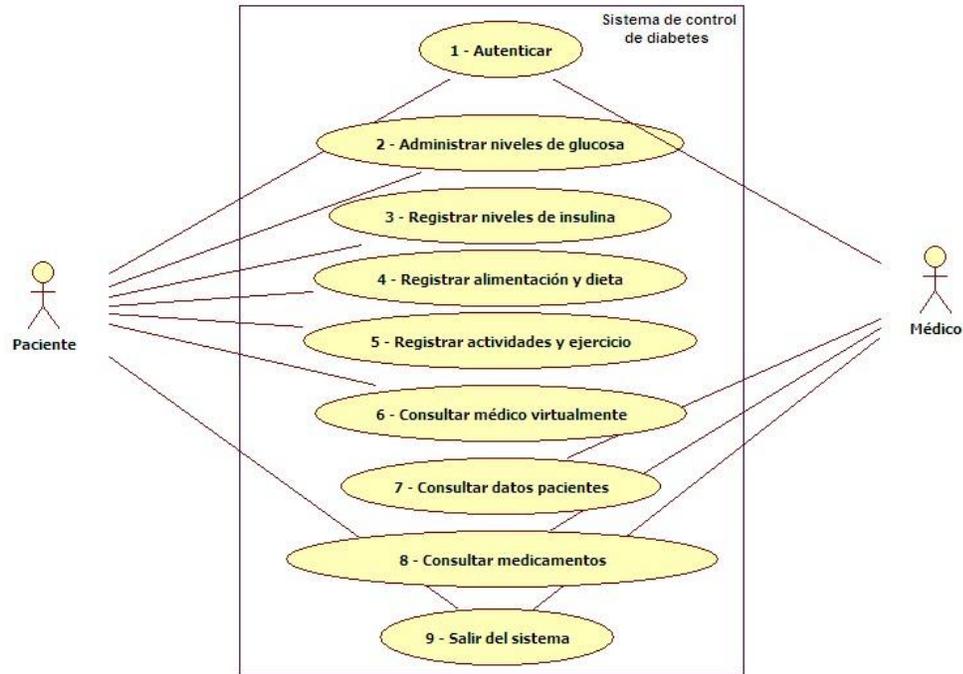


Figura 3. Diagrama general de casos de uso

¹ Catálogo de medicinas disponibles en un determinado país. Estas pueden estar catalogadas por principios activos o por especialidades

3.4 Detalle de casos de uso

En esta sección se detallarán cada uno de los casos de uso visibles en el diagrama general, así como los subcasos cuando sea necesario.

3.4.1 Caso de uso 1: Autenticar

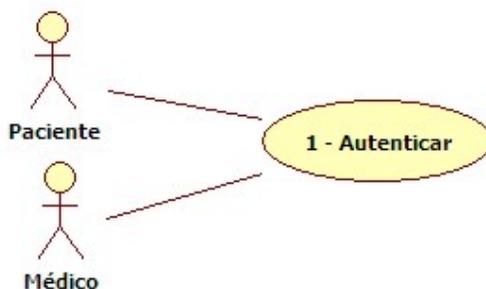


Figura 4. Caso de uso: Autenticar

<i>Actor</i>	Paciente, Médico
<i>Descripción</i>	Tanto el paciente como el médico, deben de introducir su nombre de usuario y contraseña para poder entrar al sistema.
<i>Precondiciones</i>	El sistema debe de estar instalado en las aplicaciones Java del celular. El usuario debe de ejecutar la aplicación desde su celular, dentro del menú que contiene las aplicaciones Java. El usuario desea realizar alguna acción en el sistema. El usuario debe de tener un nombre y contraseña correctos.
<i>Poscondiciones</i>	El usuario está registrado y dentro del sistema. El sistema presenta el menú dependiendo del usuario que se haya registrado al sistema.
<i>Subcaso</i>	Ninguno

Tabla 1. Descripción caso de uso: Autenticar

Actor		Sistema		Excepción
Paso	Acción	Paso	Acción	
		1	La aplicación muestra en la pantalla del celular los campos para escribir el nombre y la contraseña	
2	El usuario introduce su nombre y contraseña en los campos correspondientes			
3	Selecciona la opción: Listo	4	Valida nombre y contraseña	E1,E2

		5	Muestra el menú correspondiente a cada tipo de usuario, ya sea el médico o el paciente.
--	--	---	---

Tabla 2. Flujo de caso de uso: Autenticar

Excepciones

Identificador	Nombre	Acción
E1	Nombre incorrecto o nulo.	El sistema indica el error en el nombre y permite nuevamente su introducción.
E2	Contraseña incorrecta o nula.	El sistema indica el error en la contraseña y permite nuevamente su introducción.

Tabla 3. Excepciones de caso de uso: Autenticar

3.4.2 Caso de uso 2: Administrar niveles de glucosa

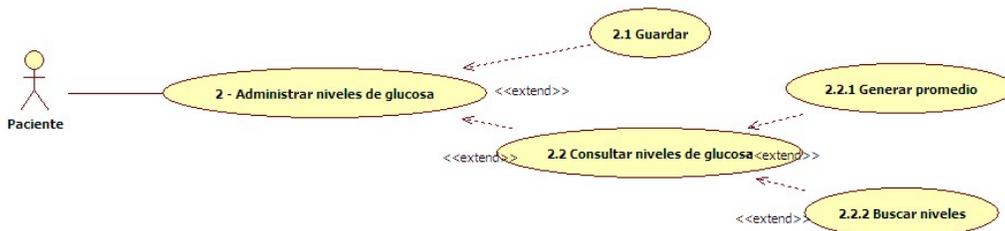


Figura 5. Caso de uso. Administrar niveles de glucosa

<i>Actor</i>	Paciente
<i>Descripción</i>	El paciente realizará diferentes operaciones sobre los niveles de glucosa que se ha medido.
<i>Precondiciones</i>	El paciente desea informarse o almacenar información relacionada con sus niveles de glucosa.
<i>Poscondición</i>	Se han almacenado los niveles de glucosa o se tiene información de los mismos.
<i>Subcaso</i>	Guardar y Consultar niveles de glucosa

Tabla 4. Descripción caso de uso: Administrar niveles de glucosa

Actor		Sistema		Excepción
Paso	Acción	Paso	Acción	
1	El paciente selecciona la opción de Niveles de glucosa	2	Se presenta la pantalla con los campos para introducir la información de los niveles de glucosa.	
3	Selecciona del Menú la	4	El sistema ejecuta la acción	E1

opción deseada. seleccionada por el paciente.

Tabla 5. Flujo de caso de uso: Administrar niveles de glucosa

Excepciones

Identificador	Nombre	Acción
E1	No se puede completar la tarea requerida.	El sistema indica que no es posible llevar a cabo la tarea.

Tabla 6. Excepciones de caso de uso: Administrar niveles de glucosa

3.4.2.1 Caso de uso 2.1: Guardar

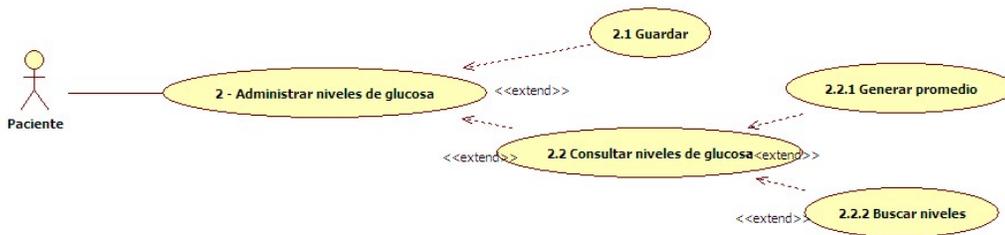


Figura 21. Caso de uso. Administrar niveles de glucosa

<i>Actor</i>	Paciente
<i>Descripción</i>	El paciente almacenará los niveles de glucosa que se ha medido durante el día, utilizando algún dispositivo para tal fin.
<i>Precondiciones</i>	El paciente debe tener los niveles de glucosa que se ha medido durante el día. El paciente debe de autenticarse en el sistema.
<i>Poscondición</i>	Se han almacenado los niveles de glucosa del paciente.
<i>Subcaso</i>	Ninguno

Tabla 7. Descripción caso de uso: Guardar

Actor		Sistema		Excepción
Paso	Acción	Paso	Acción	
1	El paciente entra a la opción de Niveles de glucosa	2	Se presenta la pantalla con los campos para introducir la información.	
3	Introduce los niveles de glucosa en los campos correspondientes.			E1
4	Indica la aceptación de los datos.			E2
5	Selecciona: Transferir datos	6	El sistema pregunta si se desea comunicar con el servidor.	E3,E4
7	El usuario indica su respuesta	8	El sistema almacena los niveles de glucosa en el	E5,E6

Tabla 8. Flujo de caso de uso: Guardar

Excepciones

Identificador	Nombre	Acción
E1	Introduce caracteres inválidos en los campos a almacenar.	El sistema no permite capturar caracteres inválidos.
E2	El paciente cancela la operación.	Los datos no se almacenan.
E3	El paciente indica que no desea comunicarse con el servidor.	La operación es cancelada y se regresa al menú principal.
E4	No hay información de los niveles de glucosa.	El sistema indica que no hay información de los niveles de glucosa y presenta un mensaje de error.
E5	El servidor no está disponible	Se presenta en pantalla un mensaje indicando que el servidor no está disponible en ese momento.
E6	La base de datos no está disponible	El sistema muestra en pantalla indicando el error y los datos no son almacenados.

Tabla 9. Excepciones de caso de uso: Guardar

3.4.2.2 Caso de uso 2.2: Consultar niveles de glucosa

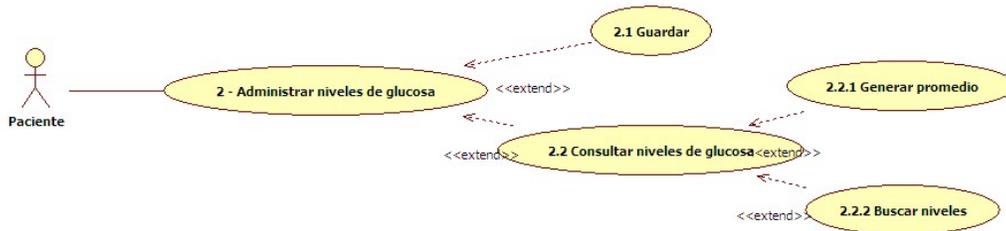


Figura 21. Caso de uso. Administrar niveles de glucosa

<i>Actor</i>	Paciente
<i>Descripción</i>	El paciente consultará los niveles de glucosa que ha almacenado previamente en el celular.
<i>Precondiciones</i>	El usuario deberá tener registrados niveles de glucosa en el celular para poder consultarlos. El usuario debe de autenticarse en el sistema.
<i>Poscondición</i>	Se ha informado de los niveles almacenados.
<i>Subcaso</i>	Generar promedio y Buscar niveles.

Tabla 10. Descripción caso de uso: Consultar niveles de glucosa

Actor		Sistema		
Paso	Acción	Paso	Acción	Excepción
1	El paciente entra a la opción de Niveles de glucosa			
2	Selecciona del menú la opción de: Listado	3	Se presenta la pantalla con la lista de los niveles, ordenados por fecha.	E1

Tabla 11. Flujo de caso de uso: Consultar niveles de glucosa

Excepciones

Identificador	Nombre	Acción
E1	No existen datos almacenados previamente en el celular.	El sistema manda un mensaje indicando que no existen registros almacenados para los niveles de glucosa.

Tabla 12. Excepciones de caso de uso: Consultar niveles de glucosa

3.4.2.2.1 Caso de uso 2.2.1: Generar promedio

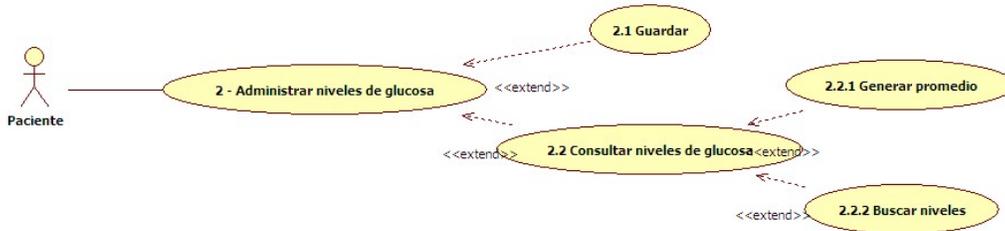


Figura 21. Caso de uso. Administrar niveles de glucosa

Actor	Paciente
Descripción	El paciente genera el promedio, ya sea de los últimos 7 o 15 días, de sus niveles de glucosa almacenados en el celular.
Precondiciones	El usuario deberá tener registrados niveles de glucosa en el celular para poder promediarlos. El usuario debe de autenticarse en el sistema.
Poscondición	Se ha informado al paciente del promedio de glucosa solicitado.
Subcaso	Ninguno

Tabla 13. Descripción caso de uso: Generar promedio

Actor		Sistema		Excepción
Paso	Acción	Paso	Acción	
1	El usuario entra a la opción de Niveles de glucosa			
2	Selecciona del menú la opción de: Promedio de 7 días o promedio de 15 días	3	Se presenta la pantalla con el promedio seleccionado.	E1, E2

Tabla 14. Flujo de caso de uso: Generar promedio

Excepciones

Identificador	Nombre	Acción
E1	No hay lecturas de glucosa almacenadas en el celular	El sistema manda un mensaje indicando que no existen registros almacenados para generar el promedio.
E2	No existen suficientes lecturas de niveles de glucosa para generar el promedio seleccionado.	El sistema genera el promedio con los datos disponibles.

Tabla 15. Excepciones de caso de uso: Generar promedio

3.4.2.2.2 Caso de uso 2.2.2: Buscar niveles

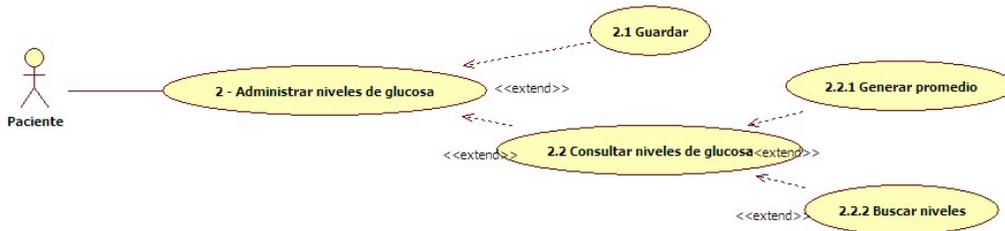


Figura 21. Caso de uso. Administrar niveles de glucosa

<i>Actor</i>	Paciente
<i>Descripción</i>	El paciente desea consultar las lecturas de los niveles de glucosa para una fecha específica.
<i>Precondiciones</i>	El paciente deberá tener registrados niveles de glucosa en el celular. El paciente debe de autenticarse en el sistema.
<i>Poscondición</i>	Se ha informado al paciente de los niveles de glucosa para la fecha solicitada.
<i>Subcaso</i>	Ninguno.

Tabla 16. Descripción caso de uso: Buscar niveles

Actor		Sistema		
Paso	Acción	Paso	Acción	Excepción
1	El paciente entra a la opción de: Niveles de glucosa			
2	Selecciona del menú la opción de: Ir a fecha.	3	El sistema solicita la fecha para la cual desea las lecturas.	E1
4	Selecciona Listo	5	El sistema muestra las lecturas de los niveles de glucosa para la fecha dada.	E2

Tabla 17. Flujo de caso de uso: Buscar niveles

Excepciones

Identificador	Nombre	Acción
E1	Introduce una fecha inválida.	El sistema le impide continuar hasta que introduzca una fecha válida.
E2	No existen lecturas para la fecha especificada.	El sistema manda un mensaje de error indicando que no existen lecturas para esa fecha.

Tabla 18. Excepciones de caso de uso: Buscar niveles

3.4.3 Caso de uso 3: Agregar niveles de insulina

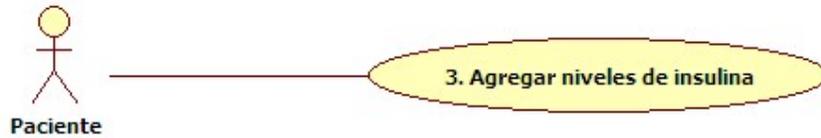


Figura 6. Caso de uso. Agregar niveles de insulina

<i>Actor</i>	Paciente
<i>Descripción</i>	El paciente almacenará los niveles de insulina que se ha aplicado durante el día.
<i>Precondiciones</i>	El paciente debe tener los niveles de insulina que se ha aplicado durante el día.
<i>Poscondición</i>	Se han almacenado los niveles de insulina del paciente.
<i>Subcaso</i>	Ninguno

Tabla 19. Descripción caso de uso: Agregar niveles de insulina

Actor		Sistema		Excepción
Paso	Acción	Paso	Acción	
1	El paciente entra a la opción de: Niveles de insulina	2	Se presenta la pantalla con los campos para introducir la información.	
3	Indica la hora en la cual se registrarán los niveles.			
4	Introduce los niveles de insulina en los campos correspondientes.			E1
5	Selecciona: Listo			E2
6	Selecciona: Transferir datos	7	El sistema pregunta si se desea comunicar con el servidor.	E3,E4
8	El usuario indica su respuesta	9	El sistema almacena los niveles de insulina en el servidor.	E5,E6

Tabla 20. Flujo de caso de uso: Agregar niveles de insulina

Excepciones

Identificador	Nombre	Acción
E1	Introduce caracteres inválidos en los	El sistema no permite

	campos a almacenar.	continuar hasta que se introduzcan caracteres válidos.
E2	El paciente cancela la operación.	Los datos no se almacenan.
E3	El paciente indica que no desea comunicarse con el servidor.	La operación es cancelada y se regresa al menú principal.
E4	No hay información de los niveles de insulina.	El sistema indica que no hay información de los niveles de insulina y presenta un mensaje de error.
E5	El servidor no está disponible	Se presenta en pantalla un mensaje indicando que el servidor no esta disponible en ese momento.
E6	La base de datos no está disponible	El sistema muestra en pantalla indicando el error y los datos no son almacenados.

Tabla 21. Excepciones de caso de uso: Agregar niveles de insulina

3.4.4 Caso de uso 4: Agregar alimentación y dieta



Figura 7. Caso de uso. Agregar alimentación y dieta

<i>Actor</i>	Paciente
<i>Descripción</i>	El paciente almacenará la información de alimentación que ha llevado durante el día de tal forma que sean del conocimiento del médico y poder tomar decisiones en caso de ser necesarias. Esta opción se utiliza cuando el paciente considera que ha comido algo diferente a lo que generalmente ingiere o a lo que indica su dieta.
<i>Precondiciones</i>	El paciente debe tener la información de lo que se ha comido durante el día.
<i>Poscondición</i>	Se ha almacenado la información de alimentación del paciente.
<i>Subcaso</i>	Ninguno

Tabla 22. Descripción caso de uso: Agregar alimentación y dieta

Actor		Sistema		Excepción
Paso	Acción	Paso	Acción	

1	El paciente selecciona del menú principal: Alimentos.	2	Se presenta la pantalla con los campos para introducir la información.	
3	Introduce la información en los campos correspondientes.			
4	Selecciona Listo			E1
5	Selecciona: Transferir datos	6	El sistema pregunta si se desea comunicar con el servidor.	E2,E3
7	El usuario indica su respuesta	8	El sistema almacena la información en el servidor.	E4,E5

Tabla 23. Flujo de caso de uso: Agregar alimentación y dieta

Excepciones

Identificador	Nombre	Acción
E1	El usuario cancela la operación.	Los datos no se almacenan.
E2	El paciente indica que no desea comunicarse con el servidor.	La operación es cancelada y se regresa al menú principal.
E3	No hay información de la alimentación y dieta.	El sistema indica que no hay información suficiente y presenta un mensaje de error.
E4	El servidor no está disponible	Se presenta en pantalla un mensaje indicando que el servidor no está disponible en ese momento.
E5	La base de datos no está disponible	El sistema muestra en pantalla indicando el error y los datos no son almacenados.

Tabla 24. Excepciones de caso de uso: Agregar alimentación y dieta

3.4.5 Caso de uso 5: Agregar actividades y ejercicio



Figura 8. Caso de uso. Agregar actividades y ejercicio

<i>Actor</i>	Paciente
<i>Descripción</i>	El paciente almacenará la información de actividades y ejercicios que ha realizado durante el día de tal forma que sean del conocimiento del médico y poder tomar decisiones en caso de ser necesarias. Esta opción se usará cuando el paciente considere que ha realizado actividades físicas extras que le hayan provocado un malestar.
<i>Precondiciones</i>	El paciente debe tener la información de las actividades extras realizadas durante el día.
<i>Poscondición</i>	Se ha almacenado la información de actividades y ejercicios del paciente.
<i>Subcaso</i>	Ninguno

Tabla 25. Descripción caso de uso: Agregar actividades y ejercicio

Actor		Sistema		Excepción
Paso	Acción	Paso	Acción	
1	El paciente selecciona del menú principal: Actividades y ejercicio.	2	Se presenta la pantalla con los campos para introducir la información.	
3	Introduce la información en los campos correspondientes.			
4	Selecciona: Listo			
5	Selecciona: Transferir datos	6	El sistema pregunta si se desea comunicar con el servidor.	E1 E2,E3
7	El usuario indica su respuesta	8	El sistema almacena la información en el servidor.	E4,E5

Tabla 26. Flujo de caso de uso: Agregar actividades y ejercicio

Excepciones

Identificador	Nombre	Acción
E1	El usuario cancela la operación.	Los datos no se almacenan.

E2	El paciente indica que no desea comunicarse con el servidor.	La operación es cancelada y se regresa al menú principal.
E3	No hay información de las actividades y ejercicio.	El sistema indica que no hay información suficiente y presenta un mensaje de error.
E4	El servidor no está disponible	Se presenta en pantalla un mensaje indicando que el servidor no esta disponible en ese momento.
E5	La base de datos no está disponible	El sistema muestra en pantalla indicando el error y los datos no son almacenados.

Tabla 27. Excepciones de caso de uso: Agregar actividades y ejercicio

3.4.6 Caso de uso 6: Consultar médico virtualmente



Figura 9. Caso de uso. Consultar médico virtualmente

<i>Actor</i>	Paciente
<i>Descripción</i>	El paciente consulta el tratamiento indicado por el medico (medicamentos recetados) así como información adicional (anotaciones especiales) hechas por el doctor.
<i>Precondiciones</i>	El paciente se debe de haber autenticado en el sistema.
<i>Poscondición</i>	Tiene conocimiento de cambios en su medicación así como de información adicional en caso que el médico aprecie algo anormal en la información que ha sido transmitida y almacenada en el servidor.
<i>Subcaso</i>	Ninguno

Tabla 28. Descripción caso de uso: Consultar médico virtualmente

Actor		Sistema		Excepción
Paso	Acción	Paso	Acción	
1	El paciente selecciona del menú principal: Consultorio virtual.	2	El sistema pregunta si se desea comunicar con el servidor.	E1,E2,E3
3	El paciente indica su respuesta	4	El sistema realiza el envío de datos.	

		5	Se despliega en la pantalla del celular la información del tratamiento indicado por el médico y las anotaciones.	E4
--	--	---	--	----

Tabla 29. Flujo de caso de uso: Consultar médico virtualmente

Excepciones

Identificador	Nombre	Acción
E1	El paciente indica que no desea comunicarse con el servidor.	La operación es cancelada y se regresa al menú principal.
E2	La base de datos no está disponible.	Se muestra un error indicando que la base de datos no está disponible para la consulta.
E3	El servidor no se encuentra disponible	Se indica que ha habido un error en la comunicación con el servidor.
E4	No hay información del tratamiento.	El sistema indica que no hay tratamiento registrado y presenta la pantalla en blanco.

Tabla 30. Excepciones de caso de uso: Consultar médico virtualmente

3.4.7 Caso de uso 7: Consultar datos pacientes



Figura 10. Caso de uso. Consultar datos pacientes

<i>Actor</i>	Médico
<i>Descripción</i>	El médico se informa de los datos clínicos de sus pacientes.
<i>Precondiciones</i>	El médico debe estar autenticado en el sistema.
<i>Poscondición</i>	Se tendrá la información médica de los pacientes que están almacenados en la base de datos del servidor.
<i>Subcaso</i>	Ninguno

Tabla 31. Descripción caso de uso: Consultar datos pacientes

Actor		Sistema		Excepción
Paso	Acción	Paso	Acción	
1	El médico selecciona del menú principal: Pacientes.	2	El sistema pregunta si se desea comunicar con el servidor.	E1,E2,E3
3	El médico indica su respuesta	4	El sistema realiza el envío de petición y regresa la lista de los pacientes.	
5	Selecciona el paciente a consultar.			
6	Elije la opción de: Ver detalle.	7	El sistema pregunta si se desea comunicar con el servidor.	E1,E2,E3, E4
8	El médico indica su respuesta	9	Los datos del paciente son mostrados en la pantalla del celular.	

Tabla 32. Flujo de caso de uso: Consultar datos pacientes

Excepciones

Identificador	Nombre	Acción
---------------	--------	--------

E1	El médico indica que no desea comunicarse con el servidor.	La operación es cancelada y se regresa al menú principal.
E2	La base de datos no está disponible.	Se muestra un error indicando que la base de datos no está disponible para su consulta.
E3	El servidor no se encuentra disponible	Se indica que ha habido un error en la comunicación con el servidor.
E4	No hay información del tratamiento para el paciente seleccionado.	El sistema indica que no hay información del paciente y presenta un mensaje de error.

Tabla 33. Excepciones de caso de uso: Consultar datos paciente

3.4.8 Caso de uso 8: Consultar medicamentos



Figura 11. Caso de uso. Consultar medicamentos

<i>Actor</i>	Médico
<i>Descripción</i>	El médico podrá tener conocimiento de los medicamentos que existen para tratar la diabetes en dado caso que existiera alguna nueva modalidad de un nuevo medicamento, por ejemplo recientemente ha surgido la insulina inalada. Esta información puede estar disponible para el médico tan pronto como su enfermera o asistente registre los datos en el servidor.
<i>Precondiciones</i>	El médico debe estar autenticado en el sistema.
<i>Poscondición</i>	El médico se ha informado de los principales medicamentos recetados para la diabetes.
<i>Subcaso</i>	Ninguno

Tabla 34. Descripción caso de uso: Consultar medicamentos

Actor		Sistema		Excepción
Paso	Acción	Paso	Acción	
1	El usuario selecciona del menú principal: Consultar medicinas.	2	El sistema pregunta si se desea comunicar con el servidor.	E1,E2,E3
3	El médico indica su	4	El sistema realiza el envío de	

5	respuesta Selecciona el medicamento a consultar.		petición y regresa la lista de los medicamentos.	
6	Elije la opción de: Ver detalle.	7	El sistema pregunta si se desea comunicar con el servidor.	E1,E2,E3, E4
8	El médico indica su respuesta	9	Los datos del medicamento son mostrados en la pantalla del celular.	

Tabla 35. Flujo de caso de uso: Consultar medicamentos

Excepciones

Identificador	Nombre	Acción
E1	El médico indica que no desea comunicarse con el servidor.	La operación es cancelada y se regresa al menú principal.
E2	La base de datos no está disponible.	Se muestra un error indicando que la base de datos no está disponible para su consulta.
E3	El servidor no se encuentra disponible	Se indica que ha habido un error en la comunicación con el servidor.
E4	No hay información del tratamiento para el medicamento seleccionado.	El sistema indica que no hay información del medicamento y presenta un mensaje de error.

Tabla 36. Excepciones de caso de uso: Consultar medicamentos

3.4.9 Caso de uso 9: Salir del sistema

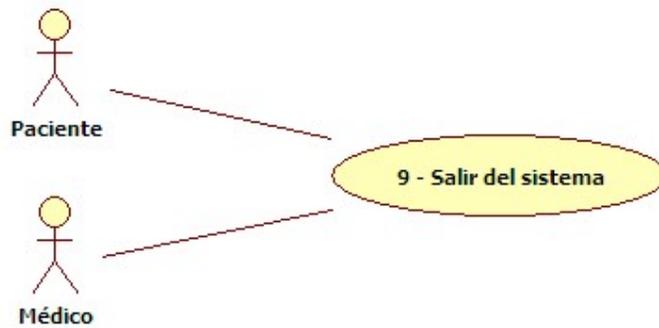


Figura 12. Caso de uso. Salir del sistema

<i>Actor</i>	Paciente, Médico
<i>Descripción</i>	El usuario ha terminado sus tareas dentro del sistema y requiere salir del mismo.
<i>Precondiciones</i>	No se requiere hacer tareas dentro del sistema.
<i>Poscondición</i>	El usuario se encuentra en fuera del sistema.
<i>Subcaso</i>	Ninguno

Tabla 37. Descripción caso de uso: Salir del sistema

<i>ACTOR</i>		<i>SISTEMA</i>		Excepción
Paso	Acción	Paso	Acción	
1	El usuario selecciona del menú principal: Salir	2	Se regresa al menú de las aplicaciones Java del celular.	

Tabla 38. Flujo de caso de uso: Salir del sistema

3.5 Ventajas del modelo propuesto

El desarrollar el sistema en un dispositivo móvil, permite:

- Por ser pequeño y móvil acompaña al paciente a cualquier lugar, y puede registrar así su diario en cualquier lugar fuera de casa. Es decir, el control que se lleva, es más dinámico que un diario que se lleva simplemente sólo en papel.
- Registrar en un formato establecido los niveles de glucosa, insulina, etc.
- Tener una respuesta inmediata del doctor al recibir la información de los niveles registrados.
- Puede llegar información oportuna del médico
- Cambiar de tratamiento de manera oportuna.
- Que no se pierdan los registros.

3.6 Desventajas del modelo propuesto

- El tamaño de la pantalla en los dispositivos móviles dificulta su lectura sobre todo para pacientes con edad avanzada.
- La comunicación con el servidor generalmente requiere de uso de tiempo aire o saldo del dispositivo móvil, si el celular no cuenta con WiFi tendría que hacer uso de su línea para la transmisión de datos.
- Las personas con edad avanzada generalmente se oponen a la tecnología y puede ser que no usen el sistema por miedo o ignorancia.
- Costo del celular, restringido para personas de escasos recursos y que padecen la enfermedad.

Capítulo 4

Desarrollo del sistema

En este capítulo se especifican el análisis, diseño e implementación del sistema de control de diabetes. Se mencionan también las herramientas usadas y la tecnología aplicada para el desarrollo del sistema.

4.1 Análisis

Durante esta etapa del desarrollo, se analizan los requisitos que se describieron en el capítulo anterior, refinándolos y estructurándolos. El objetivo de hacerlo es conseguir una comprensión más precisa de los requisitos y una descripción de los mismos que sea fácil de mantener y que ayude a estructurar el sistema entero.

Un modelo de análisis puede considerarse como una primera aproximación al modelo de diseño, y es por tanto una entrada fundamental cuando se da forma al sistema de diseño y en la implementación. Esto se debe a que debería ser más fácil de mantener el sistema en su conjunto y no sólo la descripción de sus requisitos [23].

A continuación se presentan las clases identificadas para cada uno de los paquetes del sistema, se dividieron en 3 paquetes principales: Interfaz, Control y Entidad. Hay otro paquete de herramientas que se usó para la declaración de ciertos elementos constantes en todo el sistema y para su mejor organización la clase se colocó en un paquete separado.

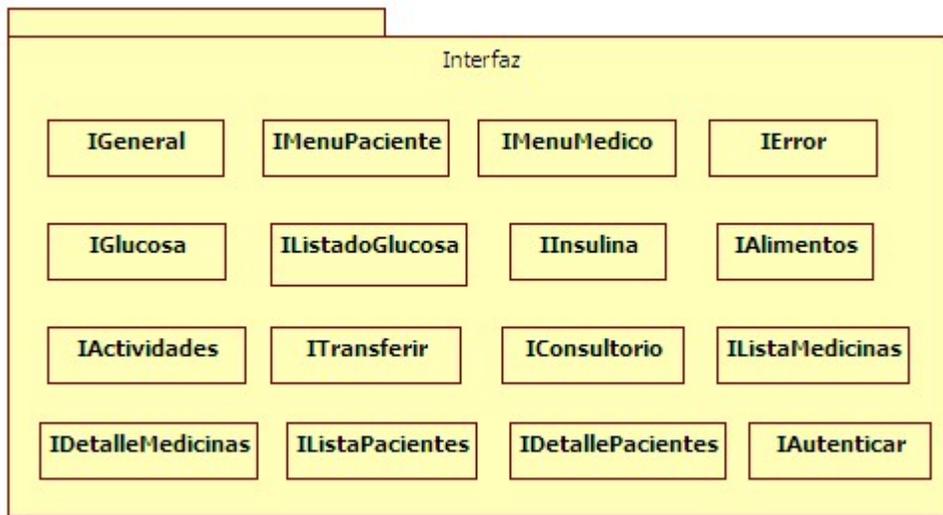


Figura 1. Clases de interfaz.

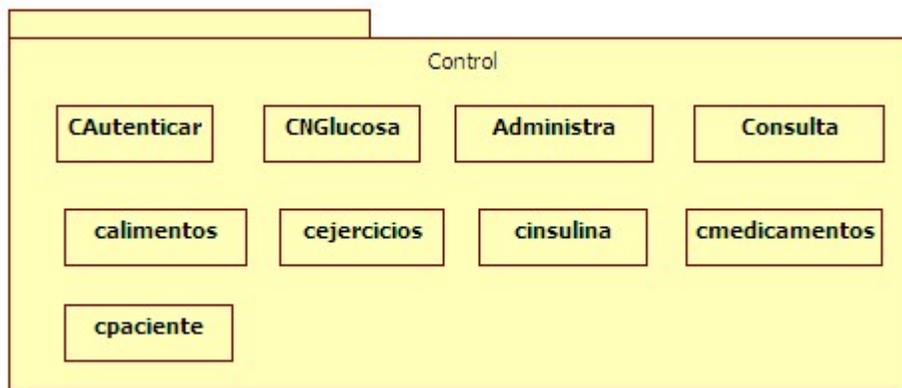


Figura 2. Clases de control

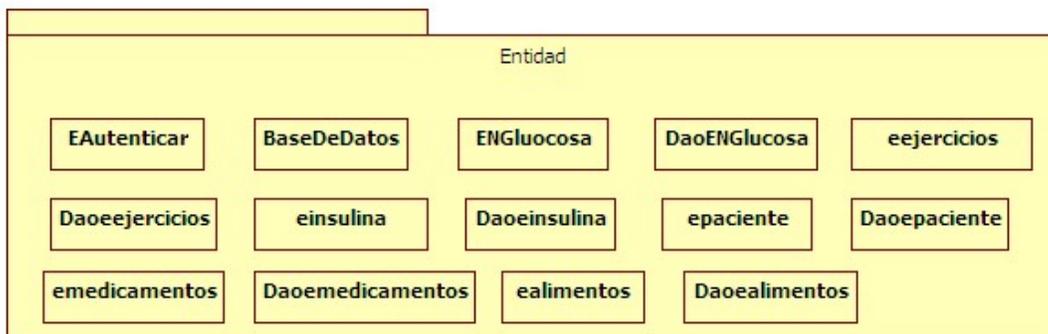


Figura 3. Clases de entidad

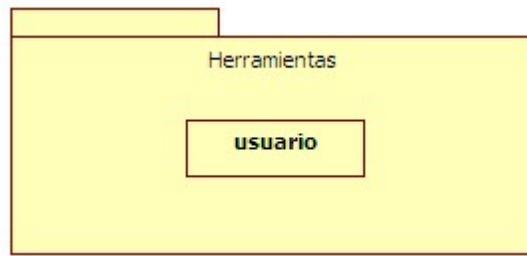


Figura 4. Paquete de herramientas

4.2 Diseño

En esta etapa del desarrollo de software se modela el sistema y se encuentra su forma (incluida la arquitectura) para que soporte todos los requisitos. Una entrada fundamental en el diseño es el resultado del análisis. El modelo del análisis proporciona una comprensión detallada de los requisitos.

Los propósitos del diseño son:

- Adquirir una comprensión en profundidad de los aspectos relacionados con los requisitos no funcionales y restricciones relacionadas con los lenguajes de programación, componentes reutilizables, sistemas operativos, etc.
- Crear una entrada apropiada y un punto de partida para actividades de implementación subsiguientes capturando los requisitos o subsistemas individuales, interfaces y clases.
- Ser capaces de descomponer los trabajos de implementación en partes más manejables teniendo en cuenta la posible concurrencia. [24]

Se utilizaron patrones de diseño para el sistema de control de diabetes, la idea de un patrón es desarrollar una forma estandarizada de representar soluciones generales para problemas comunes en el desarrollo de software. Existen algunas ventajas si aplicamos patrones:

- Existe documentación formal acerca de las ventajas y desventajas de las opciones de desarrollo.
- Los patrones de diseño proporcionan un lenguaje común. Esto hace que la comunicación entre los desarrolladores sea más sencilla.
- Se pueden relacionar patrones unos con otros, de tal forma que los desarrolladores pueden ver fácilmente que patrón pertenece a otro, en un proyecto.

Los patrones de diseño proveen una manera efectiva de compartir experiencia a través de la comunidad de programadores orientada a objetos y representa un paso importante en la evolución de la abstracción y reusabilidad del software

Existen cuatro tipos de patrones de diseño:

- Creación. Para la creación de objetos.
- Comportamiento. Coordinan la interacción funcional entre los objetos.
- Estructurales. Manejan las relaciones estáticas y estructurales entre los objetos.
- Sistema. Usados para manejar la interacción a nivel de sistema. [25]

4.2.1 Modelo Vista Controlador

La arquitectura del diseño para el sistema de control de diabetes será proporcionada por el patrón conocido como el Modelo Vista Controlador el cual se describe a continuación:

El propósito del modelo vista controlador (MVC) es dividir a un sistema en 3 partes lógicas haciendo más fácil de modificar o adaptar cada parte. Es un patrón que fomenta el encapsulamiento. Los principios de la buena programación orientada a objetos recomiendan que se definan elementos en términos de su interfaz (la forma en que interactúan con el mundo exterior, otros objetos, componentes o sistemas) e implementación (la forma en que mantienen el estado y su función internamente). El MVC soporta todo lo anterior, ya que explícitamente descompone las responsabilidades de los elementos en:

Modelo: El estado del elemento y los medios para cambiar el estado.

Vista: La representación del elemento (visual o no visual)

Controlador: La funcionalidad del control del elemento, mapeando acciones de la vista a su impacto en el modelo.

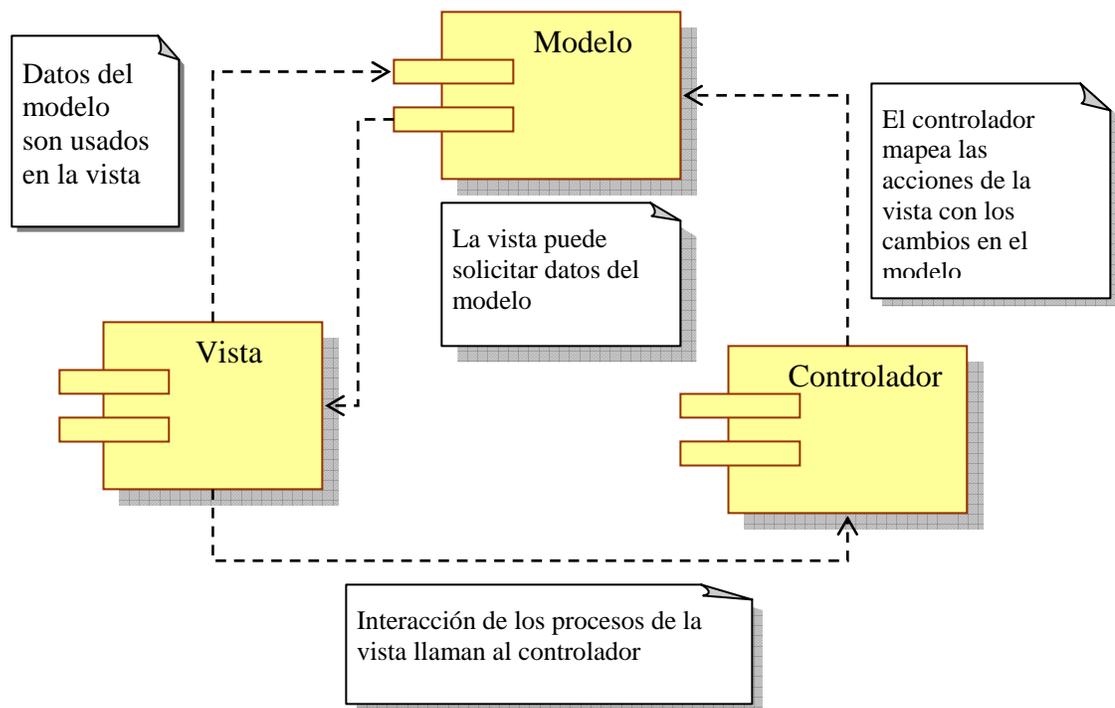


Figura 5. Diagrama de componentes del modelo vista controlador

Implementar el patrón MVC requiere los siguientes componentes:

Modelo: Contiene una o más clases que son responsables de mantener el modelo de datos. El estado del modelo es almacenado en atributos y la implementación en métodos.

Vista: Las clases e interfaces de la vista ofrecen una representación de los datos en el modelo. La vista puede consistir en interfaces gráficas de usuario o GUI por sus siglas en inglés aunque no necesariamente. El componente de la vista también mantiene una referencia al modelo para recuperar datos, pero no para cambiarlos.

Controlador: Este componente maneja los cambios al modelo. Mantiene una referencia al componente del modelo que es el responsable de llevar a cabo el cambio, mientras que el controlador llama a uno o más métodos de actualización. Las peticiones de actualización deben venir del componente de la vista.

El patrón MVC ofrece una excelente manera de hacer un sistema flexible y adaptable en una variedad de nuevas situaciones. [26]

En base al MVC se definieron varios paquetes correspondientes a cada una de las partes de ese patrón. Para el modelo tenemos el paquete de Entidad, para la vista el paquete Interfaz y finalmente para el control tenemos un paquete que lleva el mismo nombre.

4.2.2 Patrón DAO (Data Access Object)

Dentro del paquete Entidad que es el que hace todos los accesos a la base de datos, utilizamos el patrón DAO, que se describe a continuación:

El patrón DAO se usa para abstraer y encapsular todos los accesos a las fuentes de datos. Las DAO manejan las conexiones con las fuentes de datos para obtener y almacenar los datos y ocultan completamente los detalles de las implementaciones de dichas fuentes a sus clientes. Debido a que la interfaz utilizada por las DAO con sus clientes no cambia cuando las fuentes de datos lo hacen, permite a las DAO adaptarse a los diferentes esquemas de almacenamiento sin afectar a sus clientes o componentes de negocio.

Esencialmente las DAO actúan como un intermediador entre los componentes y las fuentes de datos.

En la siguiente figura se muestra el diagrama de clases con las relaciones para el patrón DAO.

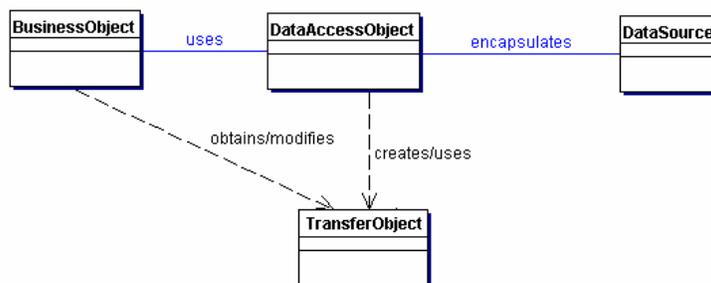


Figura 6. Diagrama de clases para el patrón DAO.

Las responsabilidades de cada una de estas clases para este patrón se muestran en el siguiente diagrama de secuencia:

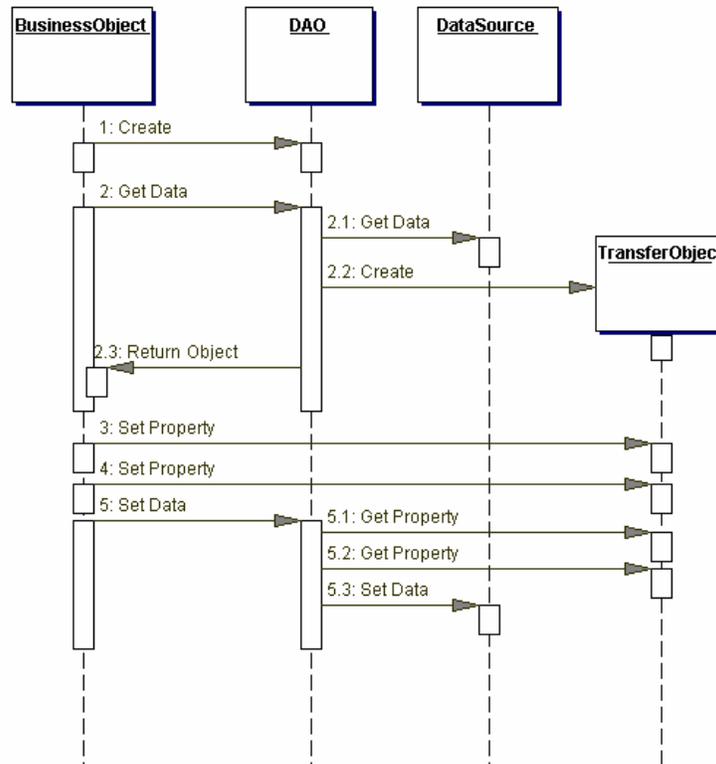


Figura 7. Diagrama de secuencia del patrón DAO

- **BusinessObject** u objeto de negocio. Este es el objeto que requiere acceso a los datos para obtener o almacenar datos. Un objeto de negocio puede ser implementado por un “bean” de sesión, un “bean” de entidad o algún otro objeto de java.
- **DataAccessObjet (DAO)** u objeto de acceso a datos. Es el objeto primario de este patrón. Abstrae la implementación del acceso a datos para los objetos de negocio con el fin de tener un acceso transparente a las fuentes de datos. El objeto de negocio también delega la carga y almacenamiento de datos al DAO.
- **DataSource** o fuente de datos. Representa la implementación de la fuente de datos. Una fuente de datos puede ser una base de datos como un RDMBS, OODBMS, repositorio de XML, sistema de archivos planos, etc. Una fuente de datos puede también ser otro sistema, servicio o algún tipo de repositorio.
- **TransferObject** u objeto de transferencia. Representa un objeto de transferencia de datos. DAO usa el objeto de transferencia para regresar datos al cliente, asimismo reciben datos del cliente en un objeto para actualizarlos en la fuente de datos [27].

4.2.3 Clases de diseño

A continuación se presentan los diagramas de las clases de diseño para cada uno de los casos de uso de la aplicación. En dichos diagramas, se muestran las relaciones entre las diferentes clases. Para el caso de uso “Salir del sistema” no se presenta diagrama de clases.

Para garantizar la calidad de la aplicación, se usó también el Modelo Vista Controlador. Para el manejo de datos dentro del celular, esto es en el caso de uso: iniciar sesión y Administrar niveles de glucosa. En este último se verán 2 diagramas de clases del diseño, uno empleado en el servidor y otro en el dispositivo móvil.

Los diagramas de clases del diseño se encuentran en el Anexo 1, para su mejor legibilidad se encuentran en forma horizontal.

4.2.4 Diagrama de instalación

El sistema de control de diabetes tendría una distribución cliente servidor como se muestra en la figura 36.

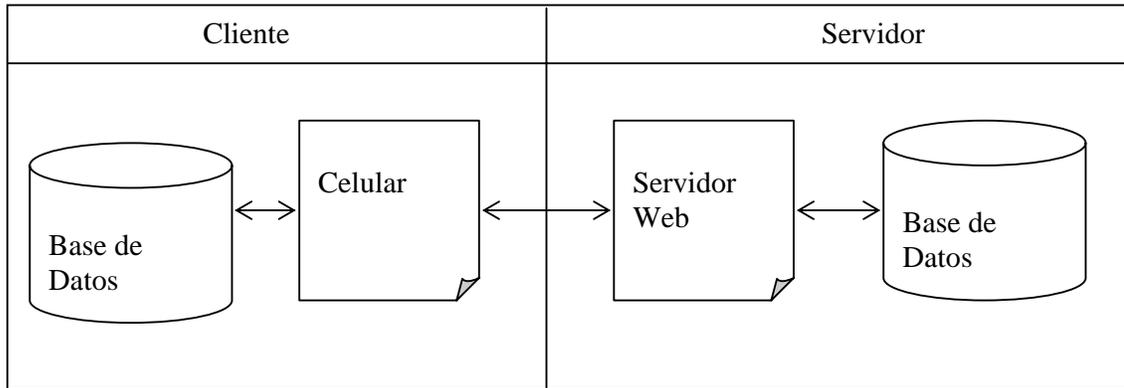


Figura 8. Diagrama de instalación

4.2.5 Diagrama de distribución

De acuerdo al diagrama de instalación presentado en la sección anterior se define en el siguiente diagrama la distribución los elementos del sistema.

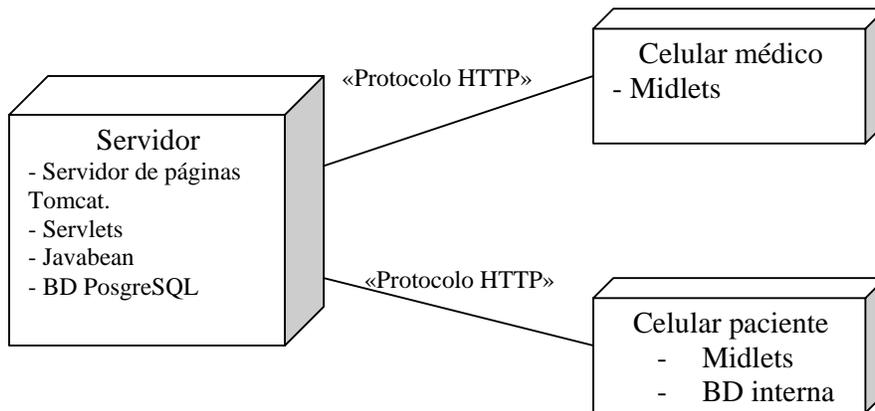


Figura 9. Diagrama de distribución

4.2.6 Diagrama de navegación

Algunos objetos del diseño tienen estados controlados, lo que significa que sus estados determinan su comportamiento cuando reciben un mensaje. En estos casos es significativa la utilización de diagramas de estado de navegación para describir las diferentes transiciones de estado de un objeto de diseño.

En la figura 38 se aprecia el diagrama de estados para el sistema de control de diabetes y en dicho diagrama se engloban a ambos usuarios, tanto el paciente como el médico.

Se tiene señalados los estados de inicio y fin, aunque es posible terminar con la sesión desde cualquier punto de la aplicación con presionar el botón de colgar en el celular.

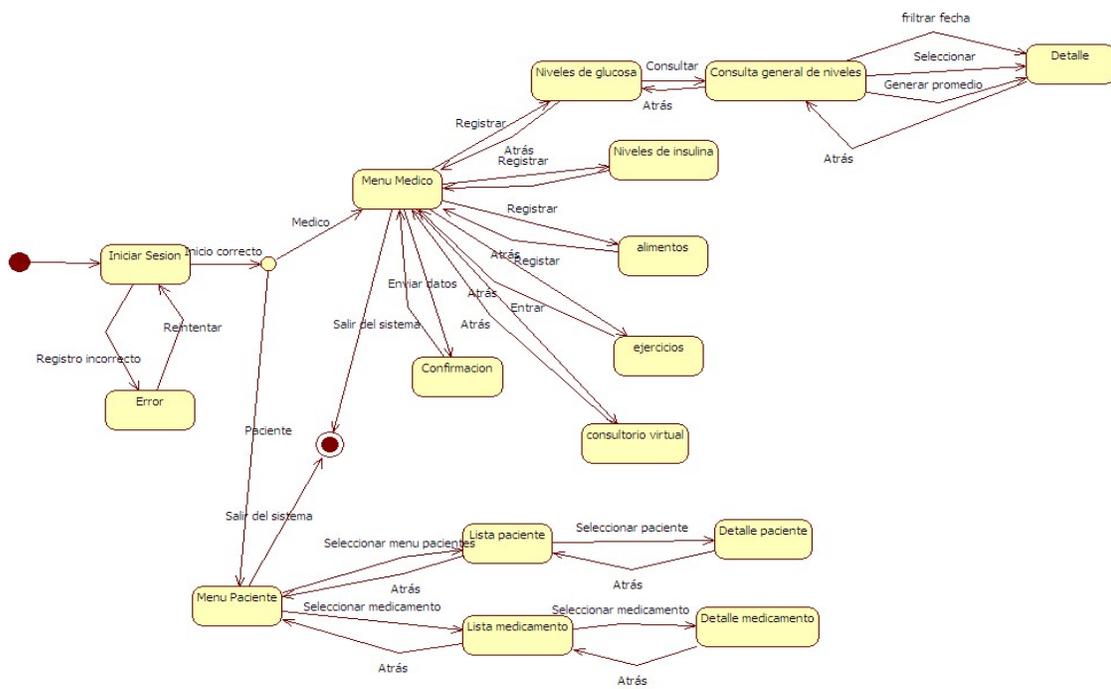


Figura 10. Diagrama de navegación

4.2.7 Diseño de la base de datos

A continuación se presenta el modelo físico de la base de datos, mostrando los campos de cada tabla, así como las llaves primarias y foráneas.

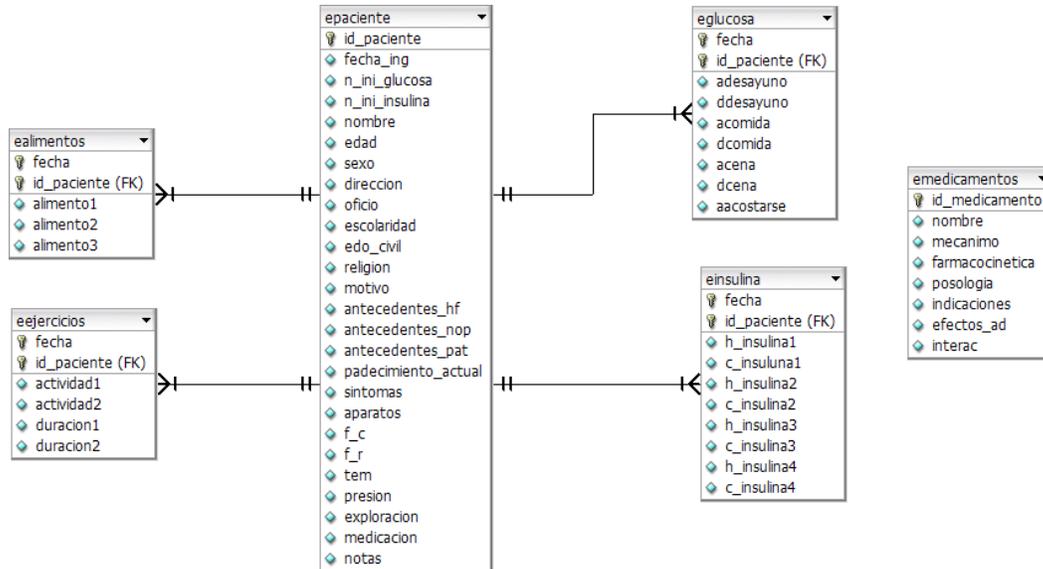


Figura 11. Diagrama del modelo físico

El manejador de base de datos seleccionado para el sistema fue PostgreSQL. Este es un sistema manejador de base de datos objeto-relacional que soporta SQL y accesible con protocolos estándar. Sus características objeto-relacional lo hacen ideal para manejar datos biomédicos más que otros sistemas manejadores de base de datos relacional, y está completamente disponible a la comunidad ya que está desarrollado bajo la filosofía de código libre. [28]

Asimismo, se seleccionó este manejador porque cuenta con las siguientes ventajas:

- No existe un costo de la licencia por el uso del manejador.
- Excelente soporte.
- Diseñado para tener un costo bajo de mantenimiento.
- Confiabilidad y estabilidad.
- El código fuente está disponible para hacerle los cambios necesarios, sin costo alguno, en dado caso que se necesite alguna característica adicional con la que no se cuente en la versión por defecto.
- Disponible para casi para todas las variantes de UNIX (34 plataformas) y compatibilidad con Windows.
- Diseñado para ambientes de grandes volúmenes de información.

- Existen diseñadores y administradores de bases de datos gratuitos disponibles en la red. [29]

4.3 Implementación

La plataforma de desarrollo usada para la implementación de la aplicación fue J2ME, *Java 2 Platform Micro Edition de SUN Microsystems*. Ofrece un ambiente robusto y flexible para aplicaciones corriendo en dispositivos móviles, incluye interfaces de usuario flexibles, seguridad robusta, protocolos de red, soporte para aplicaciones que se encuentren en red y también para las que no. Las aplicaciones basadas en J2ME son portables en muchos dispositivos [30].

El J2ME es un conjunto reducido de las clases disponibles en el J2SE (Java 2 Platform, Standard Edition) que a su vez es un subconjunto del J2EE (Java 2 Platform, Enterprise Edition).

El tipo de aplicación que se desarrolló está basada en el perfil *MIDP* versión 2.1, el cual es una especificación de Java ampliamente utilizada en los teléfonos celulares y dispositivos móviles para desarrollar aplicaciones (MIDlets).

Para desarrollar la aplicación y verla funcionar, se utilizará el ambiente *NetBeans 5.5* también de SUN Microsystems, con el *plugin de mobility pack* compatible para dicha versión de *Netbeans*, el cual permite crear aplicaciones bajo el perfil MIDP, además de compilar y ejecutar las aplicaciones en un emulador de un dispositivo móvil.

En las secciones siguientes se presentan tanto las configuraciones y perfiles existentes, así como una descripción de cada uno de ellos.

4.3.1 Configuraciones

Una configuración es una especificación de características que cubre una gama de equipos con características similares, en ella se definen las clases mínimas que esos equipos pueden usar. Define los requerimientos de la máquina virtual (VM Virtual Machine: intérprete de java) y de las clases principales. Para J2ME existen dos configuraciones: CLDC y CDC. Sun ha desarrollado dos máquinas virtuales: KVM (KB-Virtual Machine) y CVM (Compact Virtual Machine) para estas dos configuraciones: CLDC y CDC respectivamente.

La configuración CLDC es la que nos interesa, por ser más común para teléfonos celulares y se describe a continuación:

4.3.1.1 CLDC (Connected Limited Device Configuration)

Es una configuración que cubre las necesidades de aparatos pequeños con limitadas posibilidades en cuanto a interfaz de usuario, poder de procesamiento, memoria, etc.

Esta configuración posee la K Virtual Machine, un intérprete de Java preparado para micro-procesadores de 16 y 32 bits RISC/CISC con tan solo unos pocos cientos de Kb de memoria.

La máquina virtual para CLDC soporta un subconjunto de funcionalidad de J2SE además de incorporar una funcionalidad propia tal y como se aprecia en el siguiente diagrama:

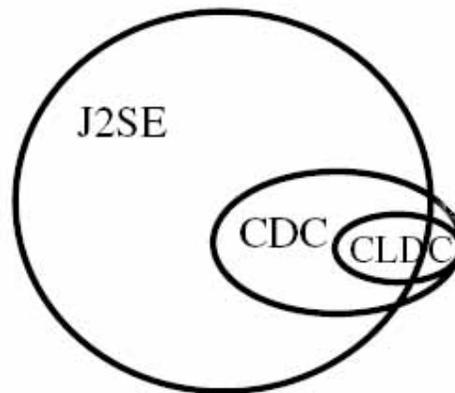


Figura 12. Comparativos de máquinas virtuales.

La versión del CLDC que se usa para el sistema de control de diabetes es la 1.1 y sus principales diferencias respecto a la anterior 1.0 se muestran a continuación:

- Se añade soporte para operaciones en punto flotante, permitiendo el uso de todos los byte codes asociados al mismo.
- Se añaden las clases *Float* y *Double*.
- Se añaden métodos para la gestión de operaciones en punto flotante a otras bibliotecas.
- Se añade soporte para referencias débiles
- Se han rediseñado las clases *Calendar*, *Date* y *TimeZone* para adecuarse mejor a J2SE
- El manejo del error se ha mejorado y se ha añadido una nueva clase de error, *NoClassDefFoundError*
- En CLDC 1.1, los objetos *Thread* tienen nombre con los subprocesos en J2SE. Se ha introducido el método *Thread.getName()* y la clase *Threadclass* incorpora nuevos constructores heredados de J2SE.
- Se han cambiado bibliotecas y se han corregido algunos defectos, entre los que se incluyen los siguientes métodos y campos:
 - *Boolean.TRUE* y *Boolean.FALSE*
 - *Date.toString()*
 - *Random.nextInt(int n)*
 - *String.intern()*
 - *String.equalsIgnoreCase()*
 - *Thread.interrupt()*

- Se ha elevado el mínimo de memoria necesaria de 160 a 192 KB, debido principalmente a la adición de funcionalidad de punto flotante.
- Se ha mejorado y actualizado la especificación.
- Se ha detallado la especificación del verificador de byte code para CLDC (CLDC Byte Code Typechecker Specification) [31]

CLDC proporciona los aspectos básicos para ejecutar Java en pequeños dispositivos, no obstante para la realización de una aplicación real, no nos sirve de mucho ya que su funcionalidad es más bien escasa. CLDC no tiene clases que nos permitan interactuar con los usuarios, con el entorno de nuestra aplicación, con otras aplicaciones a través de la red o de poder acceder a dispositivos de almacenamiento. Esto es debido a que CLDC está concebido para que sea la base sobre la que se asienten, aquellos “perfiles” que si nos van a proporcionar las funcionalidades que la aplicación va a necesitar.

4.3.2 Perfiles

Un *perfil* es una especificación de una API de java que funciona en conjunción con la capa de configuración. Añaden nuevas clases a las que venían con la configuración.

Existen muchos perfiles, pero los más importantes en referencia a J2ME son Personal Profile, Foundation Profile y *MID* Profile (Mobile Information Device Profile). Usaremos en el desarrollo del sistema el perfil MIDP que se describe a continuación.

4.3.2.1 MIDP

MIDP es el acrónimo de *Perfil para Dispositivos de Información Móvil* (Mobile Information Device Profile) y nos proporciona un perfil que se apoya en CLDC explicado anteriormente y que nos va a proporcionar los paquetes y clases necesarios para el desarrollo de nuestras aplicaciones.

MIDP está orientado principalmente a teléfonos móviles, aunque ya existe una implementación para PalmOS versión 3.5 y superiores, por lo que también se puede utilizar en equipos PDA's con estas características.

MIDP está diseñado para trabajar sobre CLDC (Connected Limited Device Configuration) v1.0, v1.1 y probablemente en nuevas revisiones.

Los paquetes que contiene son:

Propios de MIDP

- `javax.microedition.midlet`: Se ocupa del ciclo de vida de la aplicación.

- javax.microedition.lcdui: Interfaz de usuario.
- javax.microedition.rms: Sistema de mantenimiento de registros (Record Management System) Usado para guardar información.
- javax.microedition.io: Clases para usar redes.
- javax.microedition.ui: Interfaz de usuario.
- javax.microedition.lcdui.game: Clases para el desarrollo de juegos con un alto contenido.
- javax.microedition.media. Soporte de sonido
- javax.microedition.media.control
- javax.microedition.pki. Usado para la validación de certificados en las conexiones seguras. [32]

Propios del CLDC

- java.lang: clases de lenguaje.
- java.util: clases de utilidades.
- java.io : Entrada y salida.

4.3.3 Scalable Vector Graphics

En el desarrollo se usó el paquete opcional SVG API 1.0 que trae soporte para imágenes SVG que dan un mejor realce a las aplicaciones, el menú fue desarrollado con este tipo de imágenes, para permitir la interacción con el usuario, y hacer más rica la aplicación. A continuación se hace una descripción general de este tipo de imágenes.

SVG es el acrónimo de *Scalable Vector Graphics* por sus siglas en inglés, como su nombre lo indica son imágenes vectoriales, que describen gráficos en 2D que sean interactivos y animados. Está basado en XML que resultó de un esfuerzo realizado por el World Wide Web Consortium (W3C's).

En un principio varias empresas, entre las cuales se encontraban Adobe, Corel, Apple, Macromedia, etc., comenzaron a trabajar en SVG 1.0 y a finales del 2001 lograron una especificación completa.

SVG incluyen las formas básicas disponibles en los sistemas de dibujo, como son líneas, polilíneas, polígonos, rectángulos, círculos y elipses, y también soporta curvas de Bezier cuadráticas y cúbicas, al igual que arcos elípticos. Cada uno de estos objetos gráficos tiene características diferentes pero comparten transformaciones y características de estilo. También ofrecen características de gráficos avanzados, como son rellenos sólidos o rellenos de gradientes, transparencias, filtros, etc. Es importante señalar que estos efectos son independientes de la resolución de la pantalla del cliente por ser imágenes vectoriales.

Debido a que está basado en XML se pueden agrupar estos objetos gráficos y organizarlos jerárquicamente.

Aunque SVG tiene capacidades avanzadas en 2D va más allá de únicamente imágenes estáticas, ya que tiene características que le proporcionan dinamismo y animación. Por defecto SVG ejecuta las animaciones linealmente con una interpolación igual entre cada valor especificado.

Los trabajos en el desarrollo de SVG 1.0 siguen evolucionando, la primera especificación es un documento de 800 páginas. La versión 1.1 ofrece las mismas características que la 1.0 pero separa la especificación en módulos diferentes en lo que cada uno cubre diferentes funcionalidades. De la versión 1.1 se desprenden 2 nuevos perfiles, el SVG Basic y SVG Tiny, el primero tiene como objetivo los dispositivos móviles (PDA's) con el procesamiento suficiente para poder ejecutar las características más avanzadas de SVG, sin embargo el SVG Tiny está enfocado a dispositivos menos poderosos y un poco más restrictivos como los teléfonos celulares. El último perfil mencionado es el que se usó en el menú de la aplicación. [33]

4.4 Intefaz del sistema

En esta sección se presentan una serie de imágenes ejemplificando el uso de la aplicación. La primera pantalla que se presenta es el inicio de sesión y es común a los dos tipos de usuario con los que cuenta el sistema.



Figura 13. Pantalla de iniciar sesión.

Cuando la autenticación es incorrecta, se presenta un mensaje de error y se regresa automáticamente a la pantalla de iniciar sesión. En caso contrario se presenta el menú correspondiente al tipo de usuario que haya ingresado al sistema.



Figura 14. Pantalla de error al iniciar sesión.

4.4.1 Interfaces para el paciente

Primero comenzaremos con las pantallas para el paciente.

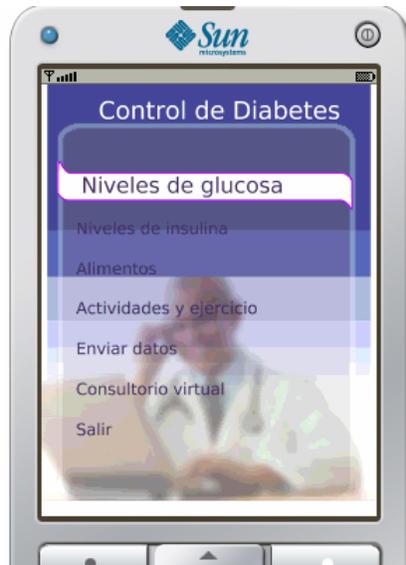


Figura 15. Menú principal del paciente

Para cada uno de los elementos de este menú se presentan las siguientes pantallas:



Figura 16. Pantalla para registrar niveles de glucosa

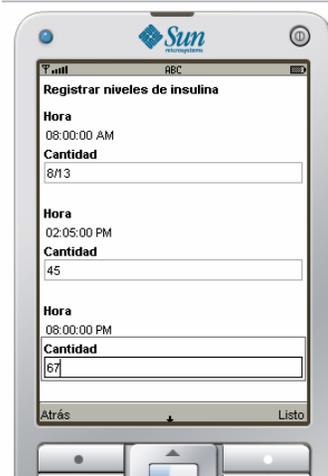


Figura 17. Pantalla para registrar niveles de insulina

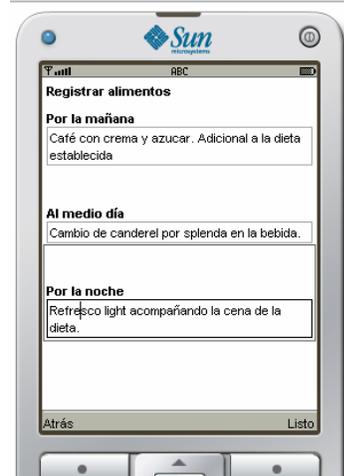


Figura 18. Pantalla para registrar alimentos



Figura 19. Pantalla para registrar actividades y ejercicio

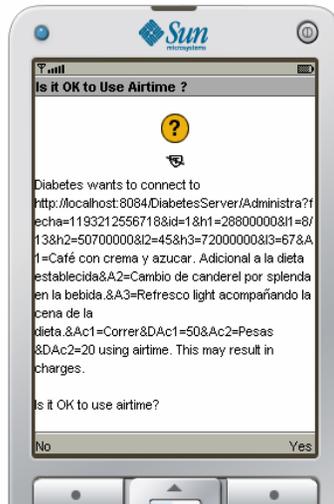


Figura 20. Pantalla para enviar datos

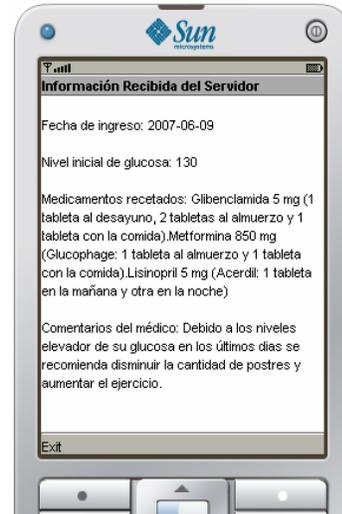


Figura 21. Pantalla para consultorio virtual

4.4.2 Interfaces para el médico

Cuando el usuario autenticado es el médico el menú que se presenta es el siguiente:



Figura 22. Menú principal del médico

Las pantallas relacionadas con cada opción del menú son las siguientes, en ambos casos se tiene que seleccionar el paciente o medicamento que se desea consultar para que posteriormente se pueda acceder al detalle de cada uno de ellos.

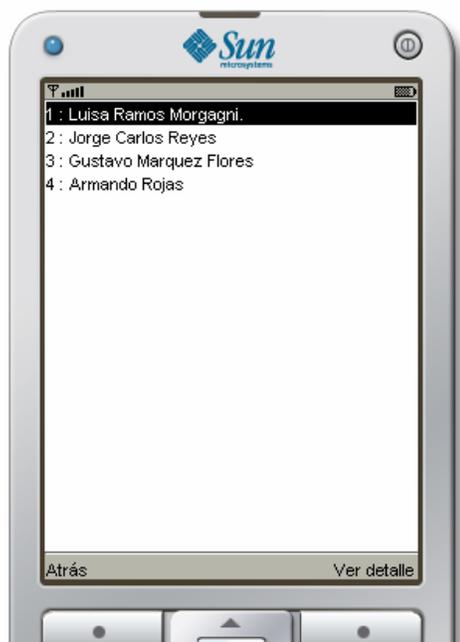


Figura 23. Lista de pacientes

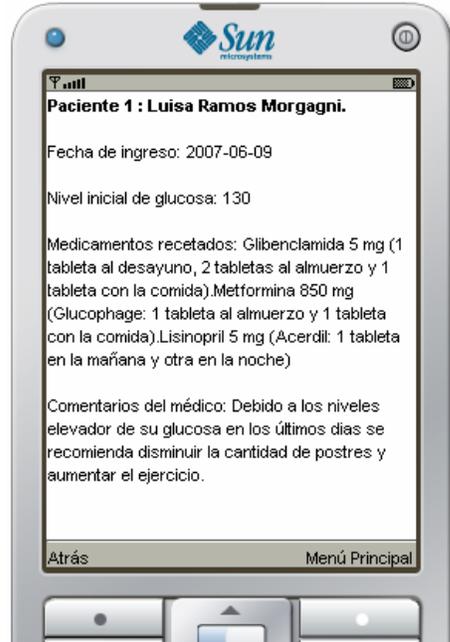


Figura 24. Detalle de pacientes

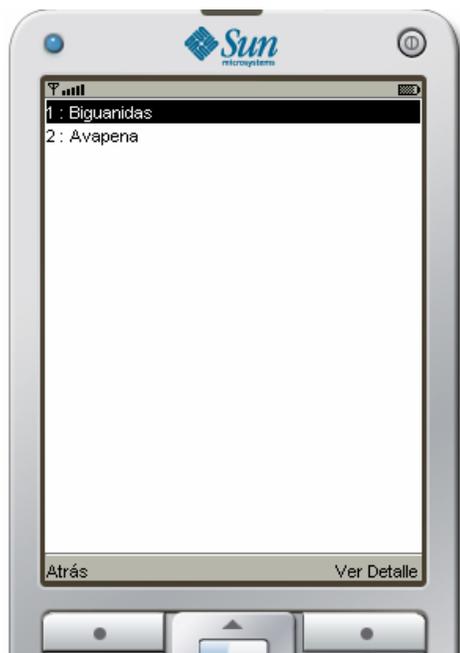


Figura 25. Lista de medicamentos

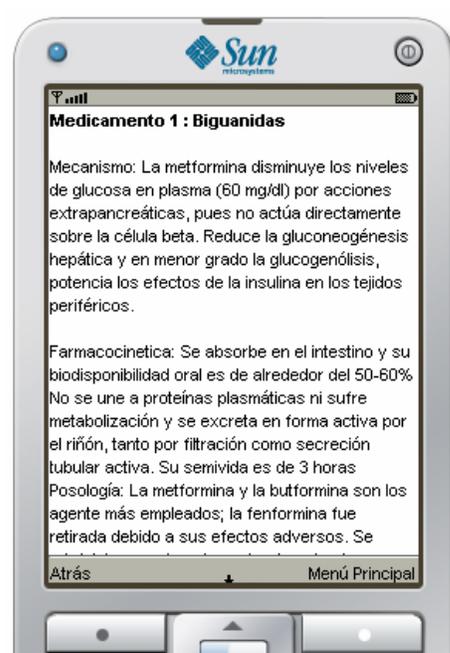


Figura 26. Detalle de medicamentos

Capítulo 5

Conclusiones

Como última parte de este trabajo de investigación se presentan en este capítulo las conclusiones generales así como el trabajo a futuro que se puede realizar en esta misma área.

5.1 Conclusiones generales

La aplicación desarrollada tiene como principal objetivo ayudar a las personas con diabetes a mantener un mejor control de su enfermedad, y en este trabajo se presenta un modelo de la aplicación que puede ayudar a este fin. Como se mencionó en los capítulos anteriores, la diabetes es una enfermedad incurable pero si se lleva un buen control, el paciente puede vivir muchos años. Con la aplicación se pretende crear conciencia en el paciente, ya que al estar registrando día con día sus niveles de glucosa, alimentos, insulina etc., lo hace estar más pendiente de su salud y si no tiene cuidado puede ver las consecuencias en sus niveles elevados. No todos los pacientes requieren el mismo tipo de cuidado y no todos por ejemplo necesitan medirse sus niveles de glucosa exactamente en los tiempos que se muestran en la aplicación (antes del desayuno, después del desayuno, etc.), la idea es que esta aplicación se pueda configurar dependiendo del tipo de paciente. Algunos pacientes podrían no necesitar medirse glucosa tan frecuentemente, en estos casos únicamente le serviría para estar en contacto con el médico, mediante la opción de consultorio virtual.

Es importante considerar que si el paciente no está dispuesto a responsabilizarse de su salud el sistema tampoco es una solución para su enfermedad. Sólo es una herramienta que ayuda a un mejor control de la enfermedad.

Una ventaja de haber usado Java en el desarrollo, es que al final tenemos una herramienta gratuita disponible para cualquier persona y sobre todo que funciona en teléfonos celulares. En la actualidad pocas personas no cuentan con este tipo de tecnología. También es importante señalar que los celulares del mercado ya cuentan con el J2ME y el

perfil MIDP precargado porque las aplicaciones que traen por defecto usan ese tipo de tecnología y sobre todo a precios accesibles, por lo tanto no se necesita un teléfono de grandes características para poder usar la aplicación.

Las opciones que se presentan para el médico no sólo presentan un apoyo para el tratamiento de los pacientes con diabetes, puede ser aplicado para pacientes en general ya que se puede ver el expediente de cualquier tipo de paciente desde el celular. Lo mismo sucede en la consulta de medicamentos, para este caso se alimentó la base de datos con registros correspondientes a medicinas que ayuden en el tratamiento de diabetes a manera de ejemplo, sin embargo no está limitado para este tipo de medicamentos ya que los campos de la base de datos de la tabla correspondiente es genérica para recibir cualquier tipo de información.

5.2 Trabajo a futuro

El sistema desarrollado únicamente es para el acceso a los datos desde un teléfono celular, el paciente puede almacenar, enviar y consultar la información más importante para él. Igualmente el médico puede consultar cierta información pero falta por desarrollar la parte del cliente Web, para que de esta forma se pueda tener acceso desde una computadora con Internet. Ya que cuando el paciente visite al médico para su control, es necesario almacenar ciertos datos relativos a la consulta pero esto ya no se haría con un celular sino desde una computadora personal. El sistema ya está preparado para este desarrollo, porque los paquetes ya están diseñados así como las clases de cada una de ellas, sin embargo queda fuera del alcance de esta tesis porque está enfocada principalmente para dispositivos móviles. Otra mejora para el sistema sería el manejo de estadísticas que muestren los niveles de glucosa y causarían un mayor impacto en el paciente al ver de manera gráfica los niveles registrados. Igualmente sería ideal tener un módulo de alertas médicas que el médico pueda enviar directamente al celular de un paciente cuando lo considere necesario.

Este tipo de aplicaciones también se puede enfocar a otro tipo de enfermedades que necesiten de un control continuo para mejorar la calidad de vida del paciente.

Bibliografía

[1]

http://www.cft.gob.mx/wb2/COFETEL/COFE_Telefonia_Movil_Usuarios_1990__2005

[2] <http://www.symbian.com/files/rx/file7999.pdf>

[3] <http://java.sun.com/javame/technology/index.jsp>

[4] http://www.google.com/intl/es_es/mobile/gmail/#utm_source=en-cpp-g4mc-gmhp&utm_medium=cpp&utm_campaign=en

[5] <http://www.opera.com/products/mobile/platform/>

[6] http://www.uned.es/pea-nutricion-y-dietetica-I/guia/diabetes/que_es.htm

[7] Sánchez Corona, Mónica; “Identificación de factores de riesgo modificables para diabetes mellitus tipo 2 en adolescentes”, Tesis para obtener el título en la especialidad de medicina familiar, Asesor: Dr. Rodolfo Arvizu Iglesias, UNAM, México D.F., 2006, p. 7

[8] Fuentes Hernández, Modesto; “Diabetes Mellitus Tipo 2: Impacto del diagnóstico y posibilidades de intervención psicológica”, Tesina para obtener el grado de Licenciado en Psicología, Asesor: Mtra. Asunción Valenzuela Cota, UNAM, Mexico D.F., 2006, p. 11-13

[9] Clintic, J.; “Como es poder dentro. Como funciona el cuerpo humano 3”. México. Ciencia y tecnología. 1988. citada en Fuentes Hernández, Modesto; “Diabetes Mellitus Tipo 2: Impacto del diagnóstico y posibilidades de intervención psicológica”, Tesina para obtener el grado de Licenciado en Psicología, Asesor: Mtra. Asunción Valenzuela Cota, UNAM, Mexico D.F., 2006, p. 12

[10] Gil Perez, Ramiro; “Prevalencia de sobrepeso y obesidad en el paciente con Diabetes Mellitus tipo 2”, Tesis para obtener el diploma de: Especialista en Medicina Familiar, Asesor: Dr. Jaime Francisco Castillo Díaz. UNAM, Ocotlán Jalisco, 2007, p. 3

[11] Vázquez F. (2002) Sintiéndome bien con la diabetes. México. Intersistemas, citado en Fuentes Hernández, Modesto; “Diabetes Mellitus Tipo 2: Impacto del diagnóstico y posibilidades de intervención psicológica”, Tesina para obtener el grado de Licenciado en Psicología, Asesor: Mtra. Asunción Valenzuela Cota, UNAM, Mexico D.F., 2006, p. 11-13

[12] López Carmona J.M.; Ariza Andraca, C.R.; Rodríguez Moctezuma J.R.; Munguía Miranda C.; “Construcción y validación inicial de un instrumento para medir el estilo de vida en pacientes con diabetes mellitus tipo 2”. Salud Pública de México / vol. 45 no. 4 julio- agosto de 2003 citado en Berrecil Solis, Manuel; “Comparación entre el nivel de conocimientos sobre diabetes mellitus tipo 2 y el estado control de los pacientes con diabetes mellitus tipo 2”, Tesis para obtener el diploma de Especialista en Medicina Familiar, Asesor: Dr. Francisco Javier Novelo Loria. UNAM, Mérida Yucatán, 2007, p. 12.

[13] Tierney, L. (2003). Diabetes Mellitus e hipoglucemia. Diagnóstico y tratamiento. México. Manual Moderno. 38ª Edición. Citado en Fuentes Hernández, Modesto; “Diabetes Mellitus Tipo 2: Impacto del diagnóstico y posibilidades de intervención psicológica”, Tesina para obtener el grado de Licenciado en Psicología, Asesor: Mtra. Asunción Valenzuela Cota, UNAM, México D.F., 2006, p. 15

[14] Diagnóstico y Tratamiento moderno (2003). 38ª Edición. Manual Moderno. Citado en Fuentes Hernández, Modesto; “Diabetes Mellitus Tipo 2: Impacto del diagnóstico y posibilidades de intervención psicológica”, Tesina para obtener el grado de Licenciado en Psicología, Asesor: Mtra. Asunción Valenzuela Cota, UNAM, México D.F., 2006, p. 14.

[15] Papada, M.A. et al, (2003). Guía clínica para el diagnóstico y tratamiento de la diabetes mellitus. Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social. IMSS. 41,527-540 Citada en Fuentes Hernández, Modesto; “Diabetes Mellitus Tipo 2: Impacto del diagnóstico y posibilidades de intervención psicológica”, Tesina para obtener el grado de Licenciado en Psicología, Asesor: Mtra. Asunción Valenzuela Cota, UNAM, México D.F., 2006, p. 14.

[16] Mc. Phee, S.J. (2003) Diabetes mellitus e hipoglucemia. Diagnostico y Tratamiento. México. Manual Moderno. 38ª. Edición. Citado en Fuentes Hernández, Modesto; “Diabetes Mellitus Tipo 2: Impacto del diagnóstico y posibilidades de intervención psicológica”, Tesina para obtener el grado de Licenciado en Psicología, Asesor: Mtra. Asunción Valenzuela Cota, UNAM, México D.F., 2006, p. 16.

[17] Berrecil Solís, Manuel; “Comparación entre el nivel de conocimientos sobre diabetes mellitus tipo 2 y el estado control de los pacientes con diabetes mellitus tipo 2”, Tesis para obtener el diploma de Especialista en Medicina Familiar, Asesor: Dr. Francisco Javier Novelo Loria. UNAM, Mérida Yucatán, 2007, p. 9-10.

[18] www.fmdiabetes.com

[19] <http://www.msd.com.mx/msdmexico/patients/diabetes/tratamientos2.html>

[20] http://www.iqb.es/d_mellitus/paciente/diccio/diccio3.htm

[21] http://www.accu-chek.com.mx/mx/rewrite/content/es_MX/4.1:10/article/ACCM_general_article_3668.htm

[22] Susan M. Renda, “Control de glucosa en la sangre: un panorama claro de su diabetes. Folleto para el paciente”. Insulin Journal. Vol.1 Num. 4 (2006). 182-184

[23] Jacobson Ivar; Booch Grady; Rumbaugh James, “El proceso unificado de desarrollo de software”, Pearson Addison Wesley, Madrid España 2005, p. 165-176

[24] Jacobson Ivar; Booch Grady; Rumbaugh James, Op. Cit., p. 205-212

[25] Stelting Sthepen; Maasen Olav, “Applied Java Patterns”, Prentice Hall, Palo Alto California USA 2002, p. XV – XXI

[26] Stelting Sthepen; Maasen Olav, Op. Cit., p. 209 – 213

[27] <http://java.sun.com/blueprints/corej2eepatterns/Patterns/DataAccessObject.html>

[28] Cavalleri M.; Prudentino R.; Pozzoli U; Reni G., “A set of tools for building PostgreSQL distributed databases in biomedical environment”, Proceedings of the 22nd Annual EMBS International Conference, IEEE (2002) p. 540 – 544.

[29] <http://java.sun.com/javame/index.jsp>

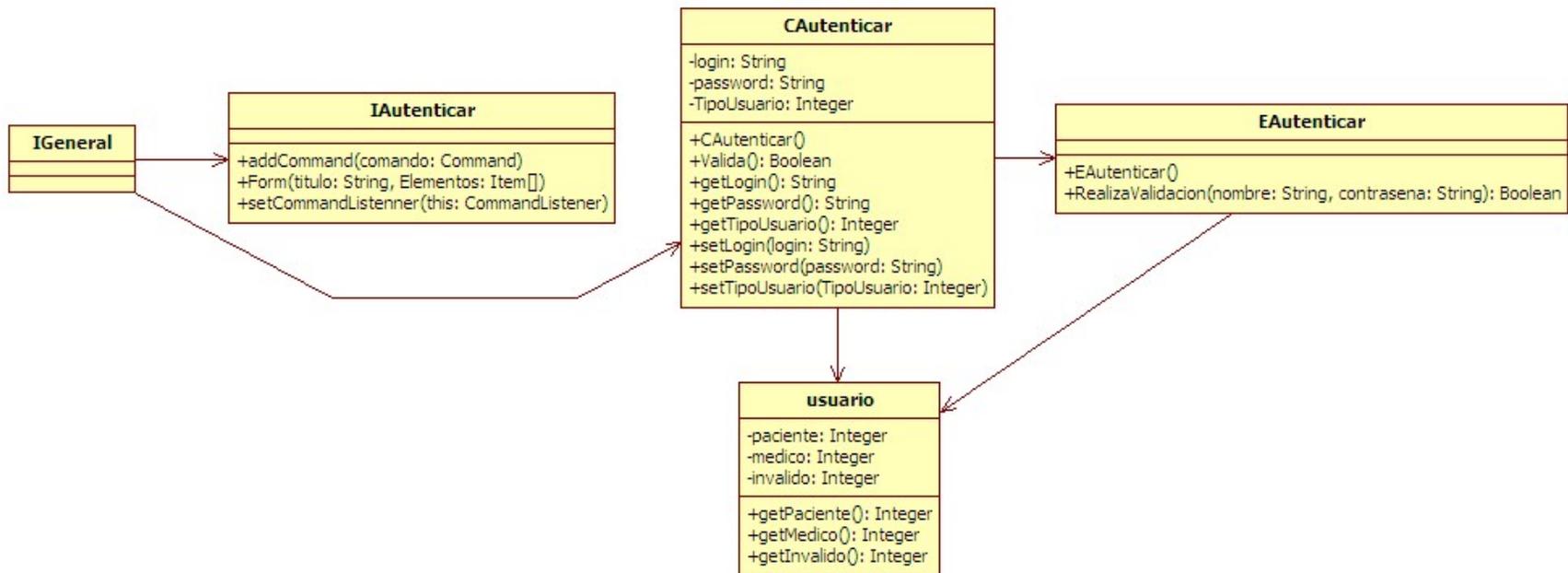
[30] <http://www.postgresql.org/about/advantages>

[31] http://grasia.fdi.ucm.es/j2me/_J2METech/CLDC.html

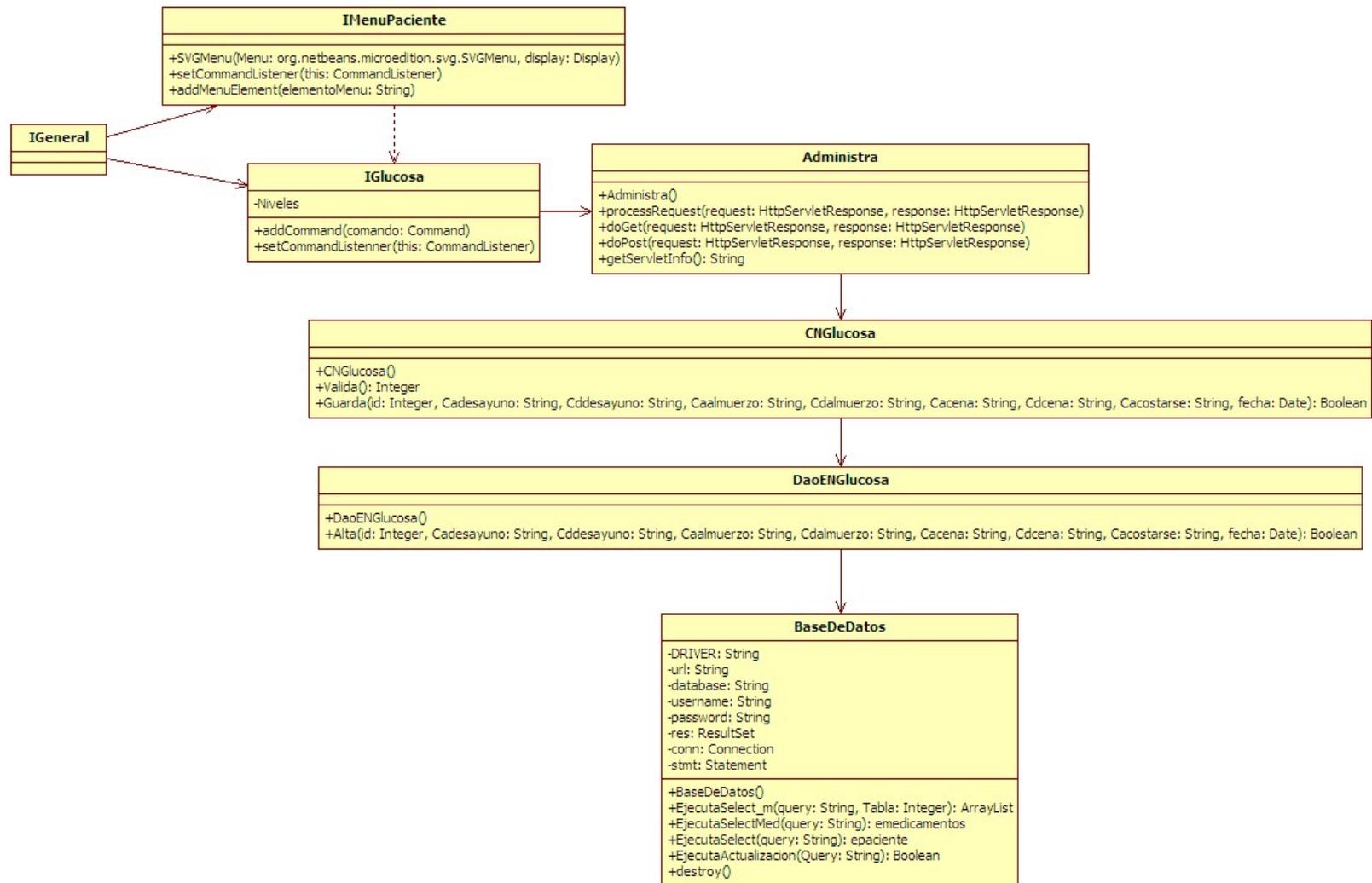
[32] JSR 118 Expert Group, “Mobile Information Device Profile for Java 2 Micro Edition Version 2.1”, Mobile Information Device Profile Specification, Sun Microsystems, Inc. and Motorola, Inc. 2006. p. 42- 458

[33] Quint Antoine; “Scalable Vector Graphics”, Multimedia IEEE. Vol. 10 No. 3 (2003), p. 99-102

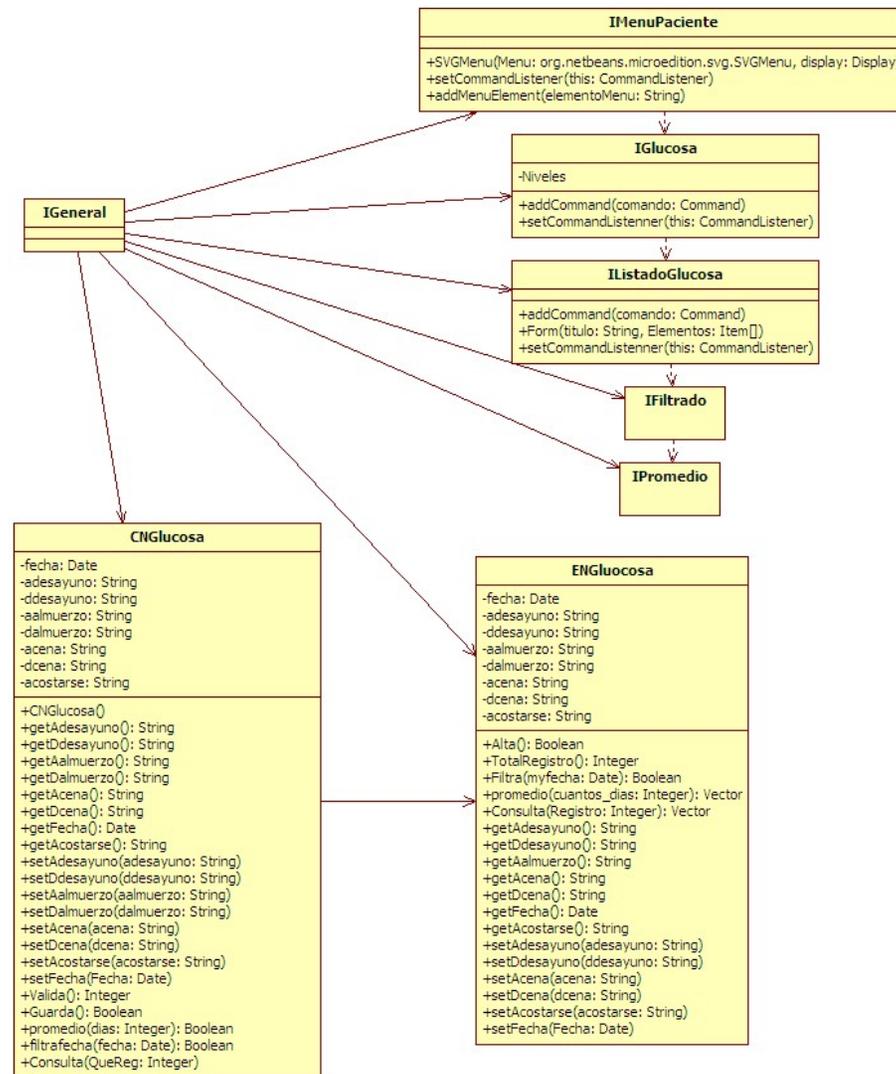
Anexo 1: Clases de diseño



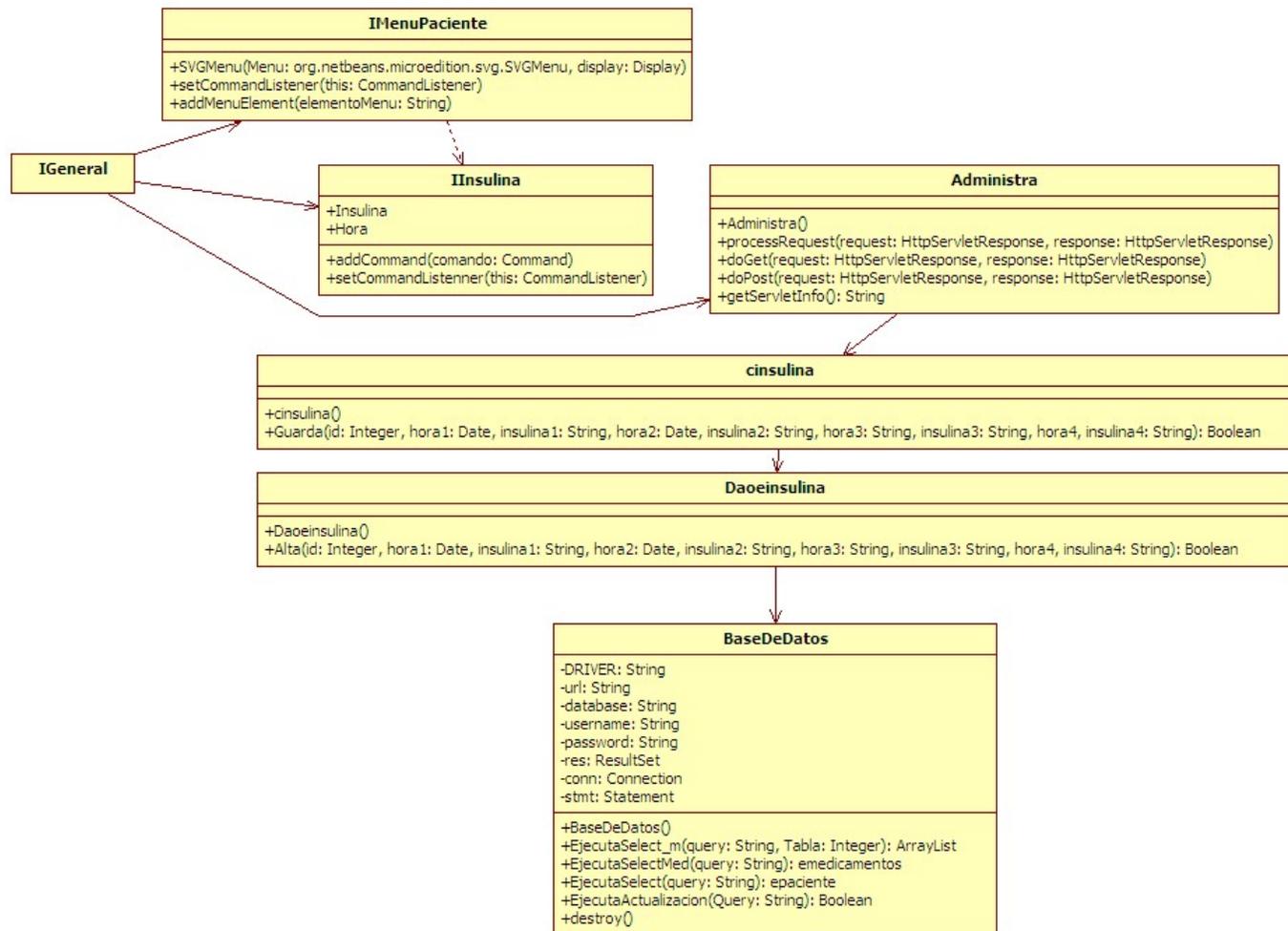
Clases de diseño para el caso de uso iniciar sesión



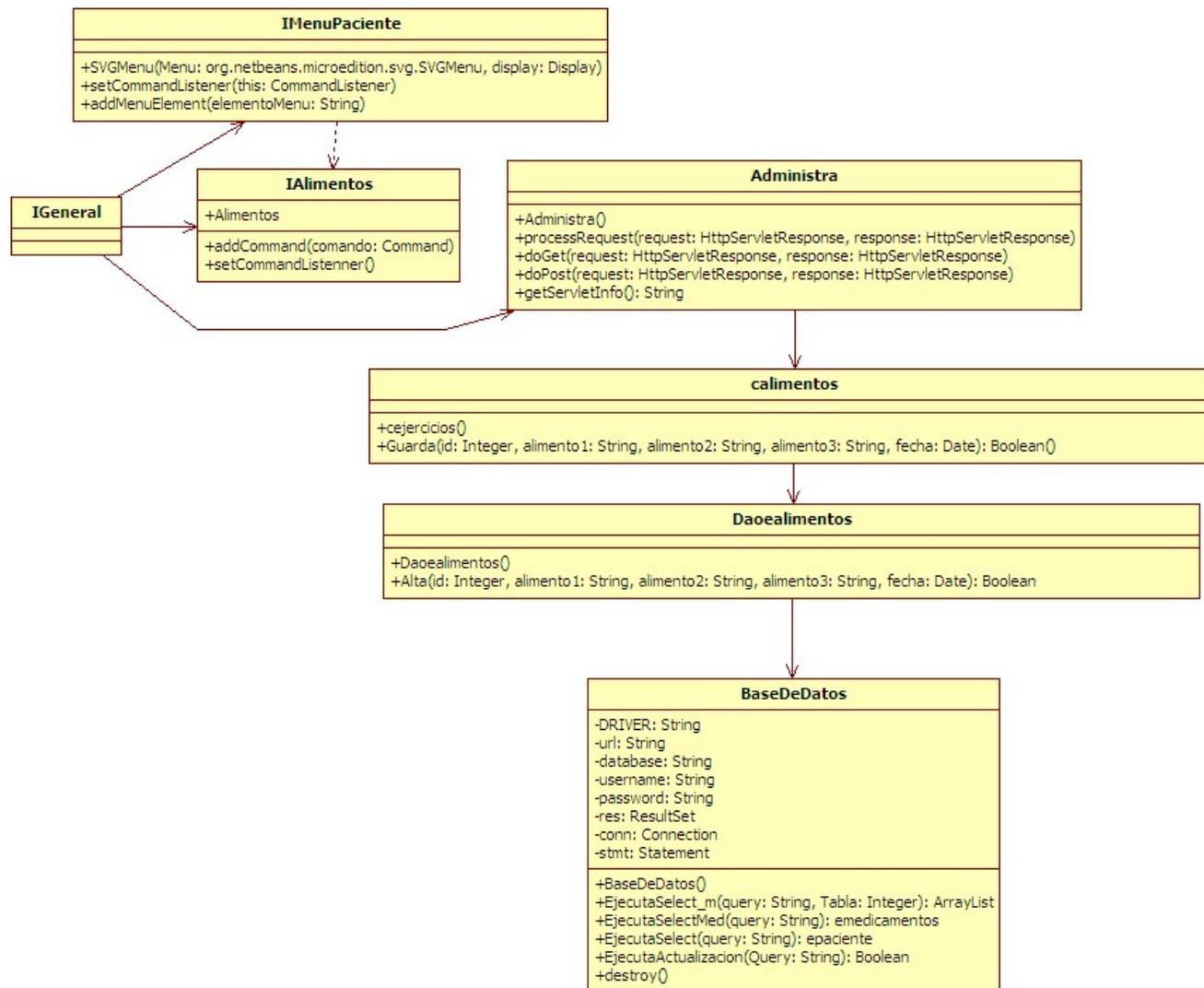
Clases de diseño para el caso de uso: Administrar niveles de glucosa



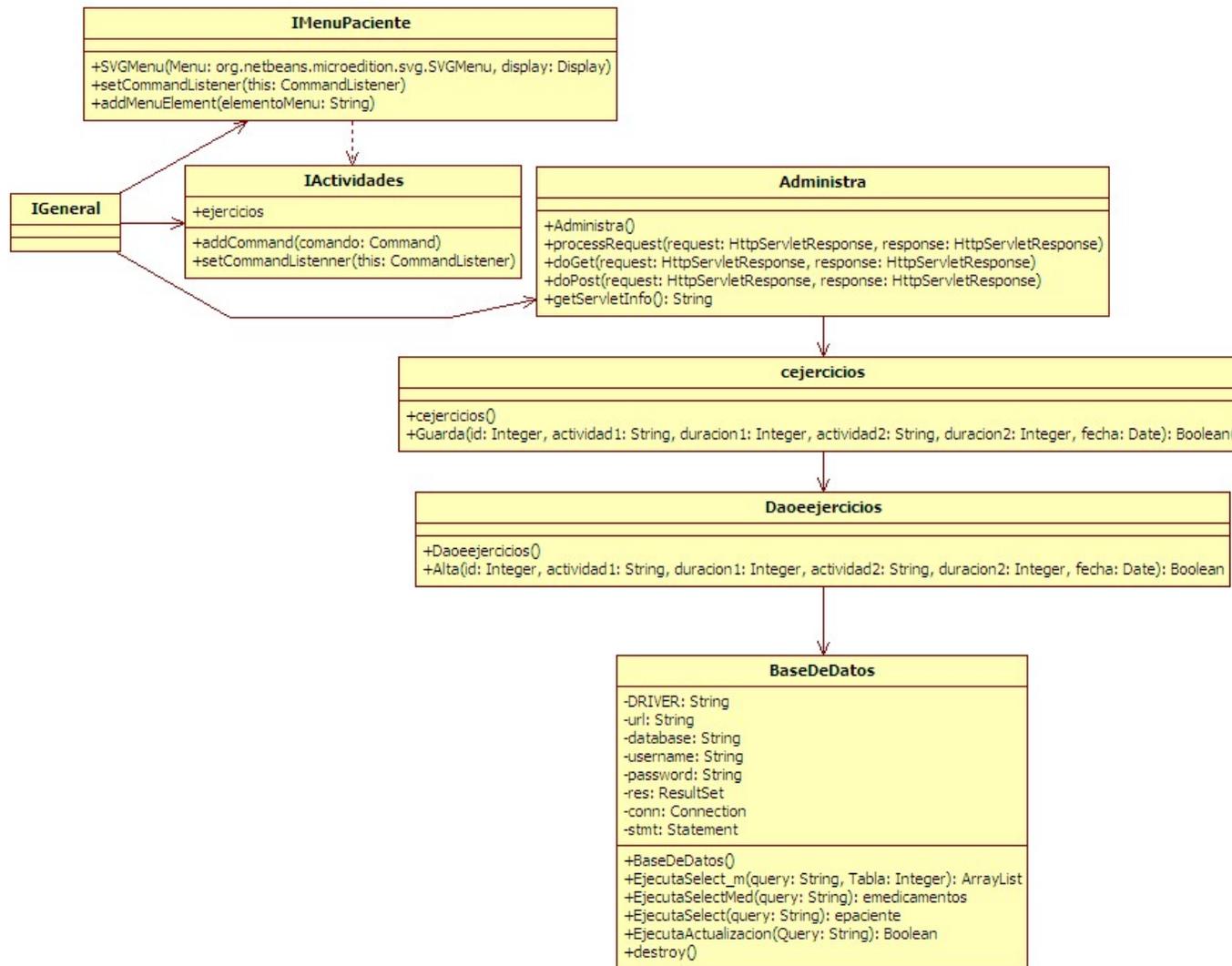
Clases de diseño para el caso de uso: Administrar niveles de glucosa en el celular



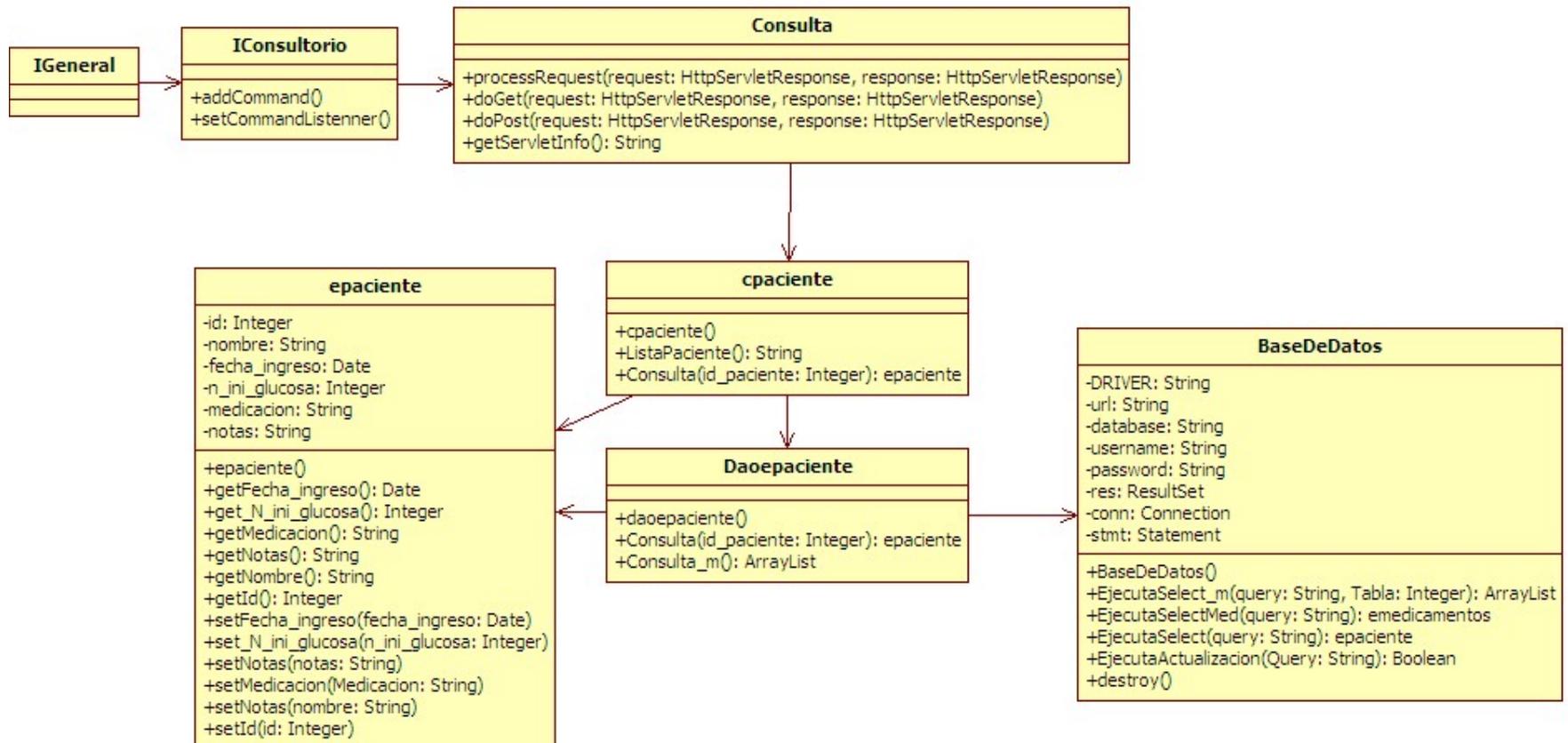
Clases del diseño para el caso de uso: Registrar niveles de insulina



Clases del diseño para el caso de uso: Registrar alimentación y dieta

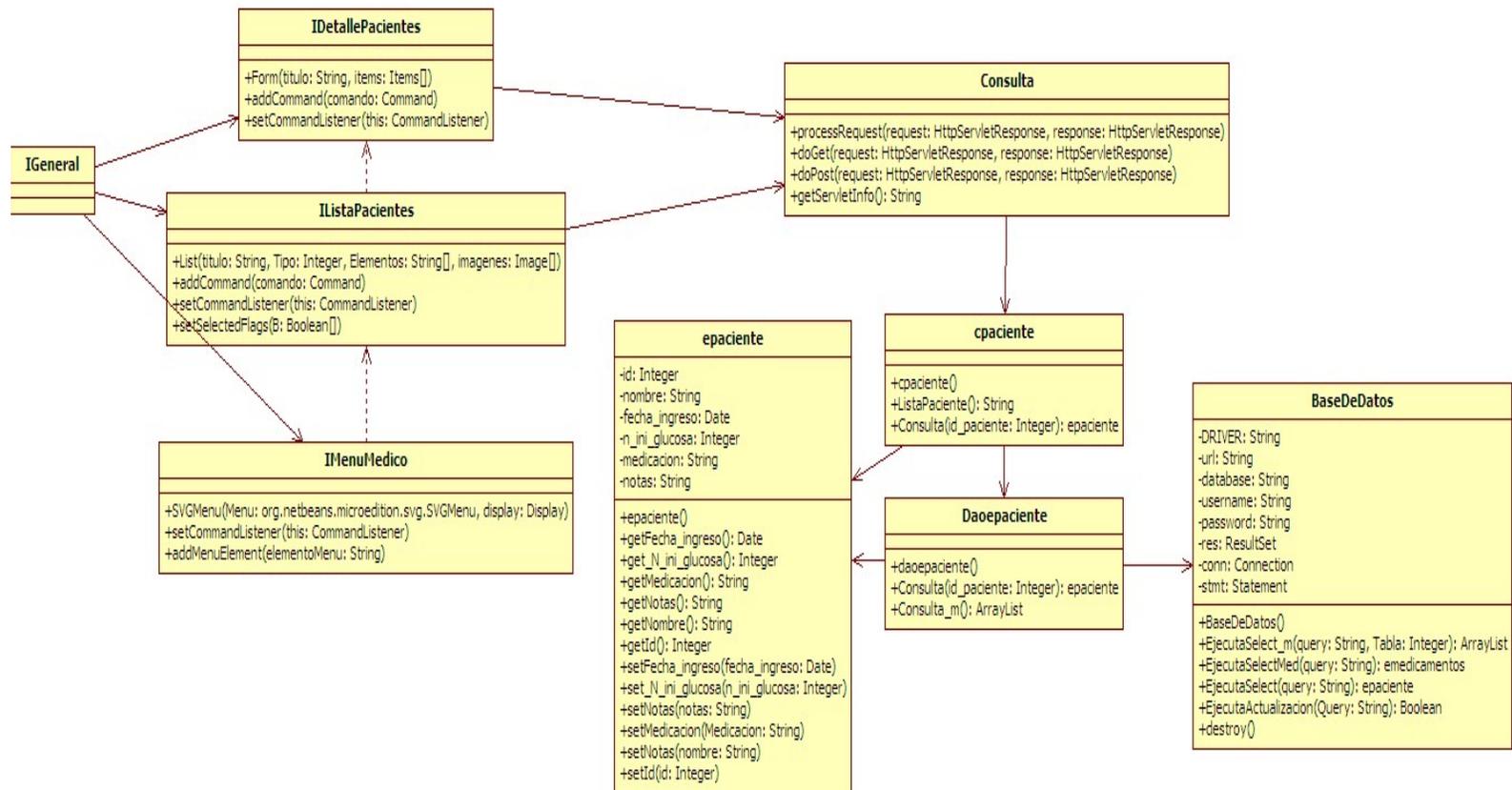


Clases de diseño para el caso de uso: Registrar actividades y ejercicio

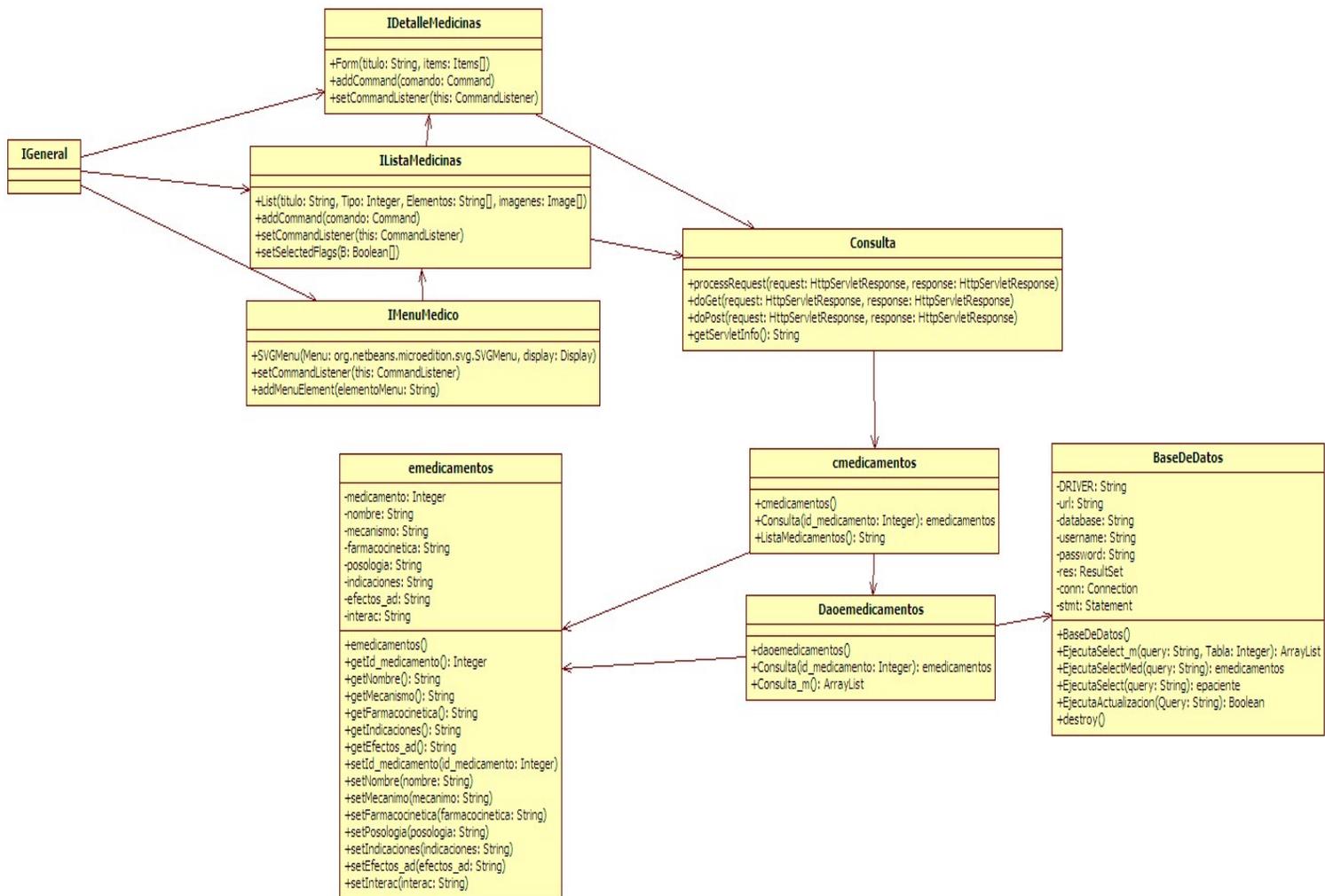


Clases de diseño para el caso de uso: Consultar médico virtualmente

Las clases anteriores se refieren a los casos de uso asociados al paciente. En las siguientes clases de diseño se aprecian las correspondientes al médico.



Clases de diseño para el caso de uso: Consultar datos de pacientes



Clases de diseño para el caso de uso: Consultar medicamentos