

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR



Grado en Ingeniería Informática

TRABAJO FIN DE GRADO

Aplicación Android para gestionar y monitorizar tratamientos y otros eventos médicos

Patricia Anza Mateos
Tutor: Alejandro Bellogín Kouki
Ponente: Iván Cantador Gutiérrez

Mayo 2017

Aplicación Android para gestionar y monitorizar tratamientos y otros eventos médicos

AUTOR: Patricia Anza Mateos
TUTOR: Alejandro Bellogín Kouki

Dpto. Ingeniería Informática
Escuela Politécnica Superior
Universidad Autónoma de Madrid
Mayo 2017

Resumen (castellano)

Hoy en día todo avanza muy rápido en la sociedad en el que vivimos. Dos de los campos que presentan más avances en la actualidad son el mundo de las tecnologías y el mundo de la ciencia. Actualmente casi todas las personas disponen de un dispositivo móvil. Además, la ciencia avanza constantemente para poder encontrar nuevas medicinas para tratar distintos tipos de enfermedades.

Actualmente existen aplicaciones que relacionan estos dos mundos, pero presentan interfaces poco intuitivas y con una gran cantidad de datos a cumplimentar. Esto resulta difícil de usar para ciertos usuarios y restringe el acceso de las mismas para ciertos sectores de la población.

Este Trabajo Fin de Grado tiene como fin combinar el campo de la medicina y la tecnología en una aplicación móvil, PharmaRem, para así facilitar a las personas la gestión de sus tratamientos médicos. La aplicación se encargará de notificar a los usuarios el nombre, la dosis y la hora a la que se debe realizar la toma del medicamento. Además permitirá al usuario la gestión de otros eventos médicos, como la generación de gráficas de control de medidas como el peso, el azúcar y la tensión, búsqueda de medicamentos y conexión con *Google Maps* para obtener las farmacias más cercanas según la posición del usuario.

El objetivo es crear una aplicación sencilla e intuitiva, ya que está dirigida a todo tipo de usuarios. Por ello se ha creado una aplicación con pocas pantallas e interfaz clara, que sean de fácil acceso y sin una gran cantidad de datos a rellenar.

El desarrollo de la aplicación se ha realizado para el Sistema Operativo Android ya que es el más extendido entre los dispositivos móviles del mundo.

Palabras clave (castellano)

Aplicación móvil, tratamientos médicos, Android, medicinas, mapa, usabilidad.

Abstract (English)

Nowadays everything progresses very fast in the society we live in. Two of the areas which show at this moment more advantages are the world of technologies and the world of science. At the present time, most of the people have a smartphone. At the same time, science keeps progressing to find new medicines to treat all kind of illnesses.

Currently there are many applications which connect these two worlds, but they do not present very intuitive interfaces and usually require a lot of data to be completed. This seems to be difficult to use to some part of the population, hence limiting the access of these applications.

The main purpose of this Bachelor Thesis is to combine the fields of medicine and technology into a mobile application, PharmaRem, to make easier managing medical treatments to the general population. This application will be on charge of notifying the users the name, the dose and the time they should take the medicine. In addition, the application will allow users to manage other medical events, like the generation of measurement charts like weight, blood pressure, and blood sugar, searching for medicines and *Google Maps* connection to get the nearest pharmacies depending on the actual user's position.

The objective is, therefore, to create an easy and intuitive application as it is aimed at all types of users. With this goal in mind, we created an intuitive application with few screens, easy access to them and requiring not too much data to be submitted.

The development of the application has been done for Android Operating System as it is the most extended system around smartphones.

Keywords (inglés)

Mobile application, medical treatments, Android, medicines, maps, usability.

Agradecimientos

Me gustaría agradecer en primer lugar a mi familia, por haber estado siempre a mi lado y haberme apoyado en todo momento. Gracias por acompañarme siempre. Muchas gracias mamá, por aguantarme, escucharme, aconsejarme y estar siempre conmigo. Os quiero.

En segundo lugar quiero agradecer a todos esos amigos que he conocido en la carrera. Gracias a todos ellos por acompañarme en esta etapa de mi vida. En especial a Ángel y Óscar porque empezamos juntos y acabamos de la misma manera. Alejandro, porque siempre me has escuchado, apoyado y animado. Silvia, sé que me llevo a una amiga para toda la vida. Y Javi, por ayudarme y hacerme reír siempre.

Finalmente me gustaría agradecer a mi tutor, Alejandro Bellogín Kouki, porque me ha guiado en el desarrollo de este proyecto y siempre ha estado atento y me ha ayudado.

INDICE DE CONTENIDOS

1	Introducción.....	1
1.1	Motivación.....	1
1.2	Objetivos.....	1
1.3	Organización de la memoria.....	2
2	Estado del arte.....	3
2.1	Análisis de las aplicaciones de gestión de tratamientos y otros eventos médicos.....	3
2.1.1	Conclusiones del análisis.....	5
2.2	Estudio de sistemas operativos para dispositivos móviles.....	6
2.3	Otras tecnologías empleadas en el desarrollo del proyecto.....	7
3	Diseño.....	9
3.1	Modelo del ciclo de vida.....	9
3.2	Requisitos de la aplicación.....	10
3.2.1	Requisitos funcionales.....	10
3.2.2	Requisitos no funcionales.....	10
3.3	Diseño de la aplicación.....	11
3.3.1	Diseño gráfico de la aplicación.....	11
3.3.2	Base de datos.....	12
3.3.3	Casos de uso.....	15
4	Desarrollo.....	19
4.1	Arquitectura del software.....	19
4.2	Bases de datos.....	19
4.3	Gestión de notificaciones.....	20
4.4	Gestión de farmacias cercanas.....	21
4.5	Gestión de medidas y gráficas de control.....	21
4.6	Herramientas de desarrollo.....	22
4.6.1	Desarrollo de la aplicación.....	22
4.6.2	Gestión de bases de datos.....	22
4.6.3	Maquetas y diagramas.....	23
4.6.4	Control de versiones.....	23
5	Integración, pruebas y resultados.....	25
5.1	Pruebas.....	25
5.1.1	Pruebas de caja negra.....	25
5.2	Cuestionario de usabilidad.....	29
6	Conclusiones y trabajo futuro.....	31
6.1	Conclusiones.....	31
6.2	Trabajo futuro.....	31
	Referencias.....	33
	Glosario.....	35
	Anexos.....	- 1 -
A	Maquetas de la aplicación.....	- 1 -
B	Manual de uso de la aplicación.....	- 5 -
C	Manual de instalación.....	- 13 -

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2-1: LOGO MEDISAFE.....	3
FIGURA 2-2: LOGO MYTHERAPY	4
FIGURA 2-3: LOGO HORA DE LA MEDICINA!	5
FIGURA 2-4: GRÁFICO PORCENTAJE DE VENTAS DISPOSITIVOS MÓVILES AÑO 2016	6
FIGURA 3-1: MODELO CICLO DE VIDA EN CASCADA	9
FIGURA 3-2: ESQUEMA ENTIDAD-RELACIÓN DE LA APLICACIÓN	13
FIGURA 3-3: DIAGRAMA DE CASOS DE USO DE LA APLICACIÓN.....	16
FIGURA 3-4: DIAGRAMA DE SECUENCIA DE CREACIÓN DE UN TRATAMIENTO.....	17
FIGURA 3-5: DIAGRAMA DE SECUENCIA DE BÚSQUEDA DE UN MEDICAMENTO.....	18
FIGURA 4-1: PATRÓN MODELO-VISTA-CONTROLADOR	19
FIGURA 4-2: NOTIFICACIÓN DE LA APLICACIÓN.....	21
FIGURA 4-3: MAPA DE LA APLICACIÓN	21
FIGURA 4-4: GRÁFICA DE CONTROL DE GLUCOSA EN SANGRE.....	22
FIGURA 4-5: HERRAMIENTA SOURCE TREE	23
FIGURA 5-1: MENSAJE DE AVISO DATOS INCORRECTOS.....	25
FIGURA 5-2: MENSAJE DE AVISO USUARIO YA REGISTRADO	26
FIGURA 5-3: MENSAJE DE AVISO DE USUARIO REGISTRADO CON ÉXITO.....	26
FIGURA 5-4: MENSAJE DE AVISO USUARIO O CONTRASEÑA INCORRECTO	27
FIGURA 5-5: MENSAJE DE AVISO TOMA AÑADIDA CORRECTAMENTE	27
FIGURA 5-6: MENSAJE DE AVISO DE MEDIA YA INSERTADA PARA ESE DÍA.....	28
FIGURA 5-7: MENSAJE DE NECESIDAD DE MÁS DATOS PARA GENERAR GRÁFICA.....	28
FIGURA 5-8: MENSAJE DE AVISO DE FORMATO DE LOS DATOS INCORRECTO	29
FIGURA 5-9: MENSAJE DE AVISO DE TRATAMIENTO YA FINALIZADO	29

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2-1: TABLA PORCENTAJE DE VENTAS DE DISPOSITIVOS MÓVILES AÑO 2016.....	6
TABLA 2-2: PORCENTAJE DE VENTAS EN LOS AÑOS 2015 Y 2016.....	7
TABLA 5-1: CUESTIONARIO DE USABILIDAD.....	30

1 Introducción

1.1 Motivación

El avance de la ciencia de los últimos años ha desembocado en un gran avance en la medicina, y por tanto, en el desarrollo de nuevas medicinas, ofreciendo así una amplia variedad de tratamientos médicos para cubrir distintas necesidades. Muchas personas se ven obligadas a llevar a cabo una gran cantidad de tratamientos, y de esta forma a llevar un control de las medicinas, los horarios y las dosis que deben tomar. Por ello surge la necesidad de crear una herramienta que ayude en el desempeño de esta tarea. De la misma forma, el gran avance de los dispositivos móviles durante los últimos años ha desembocado en que una gran parte de las personas dispongamos de uno.

Por ello este proyecto tiene como fin la creación de una aplicación móvil que ayude al usuario en la gestión de los tratamientos, de manera que tras haber introducido un nuevo tratamiento, la aplicación se encargue de recordar al usuario qué medicamento, a qué hora y qué cantidad debe tomarse. Así mismo, la aplicación ofrecerá otras funcionalidades que puedan servir de ayuda, como la búsqueda de información de medicamentos.

1.2 Objetivos

El objetivo de este Trabajo de Fin de Grado es el diseño y creación de una aplicación móvil, PharmaRem, cuyas funcionalidades principales serán las siguientes:

- Gestión de usuarios, a partir del cual un usuario que no está registrado podrá darse de alta en la aplicación. Una vez el usuario se haya dado de alta, podrá acceder a su perfil y realizar las acciones que desee.
- Gestión de tratamientos médicos, en el que el usuario podrá crear, modificar o eliminar un tratamiento.
- Gestión de tomas, a través de la cual el usuario será avisado de la medicina que debe tomarse según el horario establecido en el tratamiento.
- Gestión de medicamentos, que permitirá a los usuarios buscar información de un medicamento, ya sea por el Código Nacional del medicamento o por el nombre del mismo.
- Gestión de medidas, a través de la cual el usuario será capaz de meter sus medidas referentes al peso, la glucosa en sangre y la tensión.
- Gestión de gráficas, que permitirá visualizar unas gráficas de seguimiento con los datos de las medidas del usuario.
- Gestión de contactos, mediante la cual el usuario podrá añadir contactos a su agenda y visualizar los mismos.
- Gestión de farmacias cercanas, que permitirá al usuario conocer cuáles son las farmacias más cercanas según su posición.

1.3 Organización de la memoria

La memoria consta de los siguientes capítulos:

Capítulo 1: En esta parte de la memoria se expone la motivación de este trabajo de fin de grado y los objetivos que se desean cumplir.

Capítulo 2: Se realiza un estudio detallado del estado del arte. Se evalúa el estado del mercado relacionado con las aplicaciones de gestión de medicamentos y se analizan los puntos a mejorar. Además también se hace un estudio de las tecnologías disponibles para el desarrollo del proyecto y se elige la que más se adecua al mismo.

Capítulo 3: En este capítulo se especifica el diseño que se ha llevado a cabo para el posterior desarrollo de la aplicación: especificación de requisitos, diseño de la base de datos, definición de pantallas de la aplicación, casos de uso y diagramas de secuencia.

Capítulo 4: En este capítulo se especifican los detalles que se han llevado a cabo en el desarrollo de los principales módulos de la aplicación, así como los entornos de desarrollo utilizados durante el desarrollo del proyecto,

Capítulo 5: En este capítulo se especifican las pruebas que se han llevado a cabo para comprobar el buen funcionamiento de la aplicación. Así mismo se incluye un cuestionario realizado a distintas personas sobre la aplicación y su usabilidad.

Capítulo 6: En este capítulo se exponen las conclusiones finales tras el desarrollo del proyecto. Así mismo se incluyen las ideas que se abordarán en un futuro en el proyecto.

2 Estado del arte

En este capítulo se hará un estudio de las distintas aplicaciones existentes relacionadas con la gestión de tratamientos médicos. De esta manera se sacarán tanto los puntos positivos como los negativos de las mismas para que así sirvan para el desarrollo de este proyecto. Así mismo se procede también a hacer un estudio de las distintas herramientas para poder desarrollar dicho proyecto.

2.1 Análisis de las aplicaciones de gestión de tratamientos y otros eventos médicos

En el siguiente punto se procede a hacer un estudio sobre las aplicaciones existentes orientadas a la gestión de tratamientos médicos y a la realización de gráficas con distintas medidas, como IMC, tensión y glucosa en sangre.

Durante el estudio se observó que existe una gran cantidad de aplicaciones orientadas al campo de gestión de tratamientos. Además algunas de ellas ofrecen otras características como llevar un control sobre distintas medidas o llevar un control sobre citas médicas.

De esta manera, se analizaron una serie de aplicaciones con el fin de obtener información de las principales aplicaciones dedicadas a este campo, y de las características que estas presentan.

Medisafe

Se trata de la aplicación líder en descargas en este campo y se encuentra disponible para dispositivos IOS y Android.



Figura 2-1: Logo Medisafe

Se presentan como una aplicación recordatorio de pastillas, que se encuentra en el puesto número uno del ranking de los farmacéuticos.

La principal funcionalidad es alertar a los usuarios de las pastillas que se tienen que tomar a lo largo del día.

De esta manera, el usuario deberá introducir el nombre del medicamento o el ingrediente activo. Tras haber seleccionado el medicamento, deberá seleccionar la cantidad y el número de tomas, así como la frecuencia. También se le da la opción de elegir la forma y el color de la pastilla. A partir de este momento se le notificará al usuario cuando debe realizar la siguiente toma.

Otra de las características que ofrece es llevar un registro sobre distintas mediciones. Con estas mediciones, la aplicación se encargará automáticamente de pintar una gráfica con las medidas de la última semana.

La aplicación también ofrece otras funcionalidades, como recordar a los usuarios que deben reponer algún medicamento o como gestor de citas médicas. También es posible añadir a otro usuario vinculado a la misma cuenta, de manera que ese otro usuario también sea partícipe de los tratamientos y de las tomas que debe realizar la persona.

Tras descargar la aplicación, he podido observar que esta dispone de algunas partes sencillas de utilizar y con una interfaz clara. Sin embargo otras partes son más complicadas de utilizar, si se tiene en cuenta que una parte de los usuarios serán personas mayores. Por ejemplo la sección de mediciones o la sección de añadir tratamientos, ya que estas requieren una gran cantidad de datos.

MyTherapy

Otra de las aplicaciones destacadas en este campo es MyTherapy. Se encuentra disponible para IOS y Android.

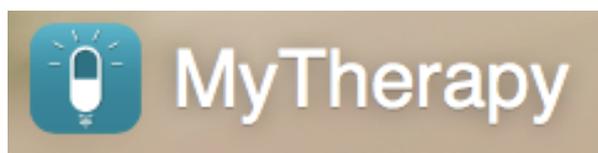


Figura 2-2: Logo MyTherapy

Se presentan como una aplicación fácil de usar y eficaz a la hora de administrar tratamientos médicos. Así mismo, incorpora un análisis gráfico que ayuda a visualizar el cumplimiento del tratamiento médico.

La aplicación presenta dos modos: uno para el paciente, y otro para los profesionales.

La principal funcionalidad de la aplicación para el modo paciente es que esta realice alertas al usuario sobre las tomas que debe realizar. Para ello, el usuario debe haber registrado previamente los tratamientos. Por ello, lo primero que le pedirá será el medicamento. El usuario podrá introducir el medicamento de dos formas distintas: escaneando el código de barras del medicamento, o introduciendo el nombre del medicamento. A continuación deberá introducir la dosis, la fecha y la hora de inicio. A partir de ahí la aplicación se encargará de enviar las alertas.

También permite introducir mediciones, como por ejemplo peso o tensión arterial, para así llevar un control sobre las mismas, o introducir las actividades físicas que se han realizado durante el día, como caminar, correr, etc.

La aplicación puede ser también utilizada también como un recordatorio de citas médicas.

El modo para los profesionales permite que los mismos visualicen y realicen un seguimiento de los progresos en los tratamientos de sus pacientes. Esto se hará gracias a los informes de salud que los paciente enviarán a los profesionales desde la aplicación.

Tras descargar la aplicación, a simple vista se observa una interfaz de usuario muy sencilla. Sin embargo, cuesta encontrar el menú principal. Por otro lado, ofrece la posibilidad de introducir una gran cantidad de datos, pero estos no se representan visualmente, lo que hace perder atractivo de cara al cliente.

Si la comparamos con Medisafe, se puede observar que el mayor atractivo que puede presentar esta aplicación es la de reconocer medicamentos por el código de barras y que la aplicación permita una conexión entre el paciente y los profesionales.

Hora de la medicina!

Se encuentra entre las aplicaciones más descargadas y con mejor valoración entre los usuarios. Se encuentra disponible en Android e IOS.



Figura 2-3: Logo Hora de la medicina!

La aplicación permite añadir nuevos recordatorios. Para ello el usuario deberá introducir el nombre del medicamento, la dosis y las fechas en las que se va a llevar a cabo el tratamiento. También deberá introducir las horas a las que el usuario desea tomarse las dosis, elegir un dibujo con la forma y el color de la medicación, y asociar el tratamiento a un usuario en concreto (previamente el usuario tendría que haber añadido un usuario para poderlo asociar a un tratamiento). Además la aplicación te permite añadir otro tipo de recordatorios.

Tras descargar la aplicación y usarla, se puede observar una interfaz de usuario sencilla. Sin embargo, resulta costoso la gran cantidad de datos que se deben cumplimentar en la pestaña de añadir tratamientos. Además algunas acciones, como la de añadir un tratamiento, requiere que el usuario haya dado de alta previamente a algún usuario, acción que no se especifica hasta que llega la hora de crear un tratamiento y se requiere un usuario.

Si la comparamos con Medisafe y MyTherapy, esta aplicación presenta menos características, ya que por ejemplo no ofrece una opción de búsqueda predictiva por el nombre del medicamento. Además no ofrece la posibilidad de hacer un seguimiento de medidas.

2.1.1 Conclusiones del análisis

Tras llevar a cabo el análisis de diferentes aplicaciones, se puede observar que las mismas presentan muchas de las características que han sido propuestas para este proyecto. La función principal de estas aplicaciones es la de alertar sobre la medicación que debe tomar el paciente a una hora determinada. Algunas de ellas además ofrecen otras características adicionales que complementan a la aplicación.

Tras haber interactuado con las aplicaciones, se ha podido observar cuáles son los aspectos que se deben mejorar en este tipo de aplicaciones y hemos llegado a las siguientes conclusiones:

- Se debe hacer que la aplicación sea intuitiva y sencilla, para que todos los usuarios puedan manejarla.

- Evitar que el usuario deba meter demasiada información, ya que esto puede resultar costoso. Por ejemplo, en el caso de las aplicaciones anteriormente mencionadas, existe una gran cantidad de mediciones a rellenar por el usuario.
- Añadir alguna funcionalidad interesante, como por ejemplo poder visualizar el prospecto de los medicamentos a través de la aplicación.

Además en este proyecto se van a añadir nuevas características que podrían ser de utilidad para los usuarios:

- Conexión con *Google Maps* para obtener cuáles son las farmacias más cercanas según la posición del usuario.
- Permitir que el usuario vea las gráficas de sus mediciones en un periodo de tiempo que elija.
- Obtener información de los medicamentos (prospecto y contraindicaciones), a través de la búsqueda por nombre o por Código Nacional del medicamento.
- Permitir al usuario añadir personas de contacto para si, en caso de duda, poder contactar con alguna persona que le ayude.

2.2 Estudio de sistemas operativos para dispositivos móviles

En este punto se procede a hacer un estudio sobre los distintos sistemas operativos existentes para dispositivos móviles, para así posteriormente elegir la que mejor se adapte a las necesidades del proyecto.

De esta manera, tras extraer datos del International Data Corporation, se ha analizado la cuota de mercado de los sistemas operativos móviles en el tercer trimestre del año 2016. Los resultados se muestran en la Tabla 2-1 y en la Figura 2-4:

SO	% ventas
Android	86,8
IOS	12,5
Windows Phone	0,3
Otros	0,4

Tabla 2-1: Tabla porcentaje de ventas de dispositivos móviles año 2016



Figura 2-4: Gráfico porcentaje de ventas dispositivos móviles año 2016

Así mismo se evalúan la evolución de las ventas en los años 2015 y 2016 y los resultados que se obtienen son los siguientes:

Period	Android	iOS	Windows Phone	Others
2015Q4	79.6%	18.7%	1.2%	0.5%
2016Q1	83.5%	15.4%	0.8%	0.4%
2016Q2	87.6%	11.7%	0.4%	0.3%
2016Q3	86.8%	12.5%	0.3%	0.4%

Tabla 2-2: Porcentaje de ventas en los años 2015 y 2016

Tras hacer un análisis de los distintos sistemas operativos y la evolución de ventas de los mismos, se concluye que Android es el Sistema Operativo más idóneo para el desarrollo del proyecto ya que este se encuentra implantado en la mayor parte de los dispositivos móviles del mundo. Así mismo Android puede ser instalado en todo tipo de dispositivos, no necesariamente móviles, sin tener que pertenecer a una determinada marca.

2.3 Otras tecnologías empleadas en el desarrollo del proyecto

1. Para la gestión de las gráficas de la aplicación, se hizo un estudio de las distintas librerías existentes en Android para su implementación. A continuación se detalla alguna de esas librerías:
 - a. MPAndroidChart: Se trata de una librería que permite crear múltiples tipos de gráficas. Así mismo permite guardar la gráfica generada en una imagen y leer una gráfica a partir de un archivo de texto.
 - b. GraphView: Esta librería permite insertar y personalizar múltiples series dentro de una misma gráfica. Así mismo permite crear gráficas de distinto tipo y personalizarlas
 - c. AChartEngine: Permite insertar múltiples series dentro de una misma gráfica pero no permite la personalización de las mismas.

Tras estudiar las opciones, se llegó a la conclusión de que la mejor librería era GraphView, ya que la aplicación requería el poder insertar y personalizar múltiples series dentro de una gráfica, y esta librería era de las pocas que ofrecía esta funcionalidad.

2. Google Maps API. Esta API fue utilizada en versiones anteriores de la aplicación para que esta tuviese conexión con Google Maps. Esta API además de ofrecer mapas, permite obtener la localización actual del usuario, para así poderle ofrecer información de los lugares que tiene alrededor según su posición.
3. SQLite. Para la gestión de las bases de datos se hace uso de SQLite, herramienta que permite almacenar datos de forma eficaz, rápida y sencilla.

3 Diseño

En el siguiente capítulo se va a detallar el diseño de la aplicación.

3.1 Modelo del ciclo de vida

Para el desarrollo de este proyecto se ha seguido un modelo de ciclo de vida de desarrollo en cascada. Este modelo se encuentra representado en la Figura 3-1 y consta de las siguientes fases:

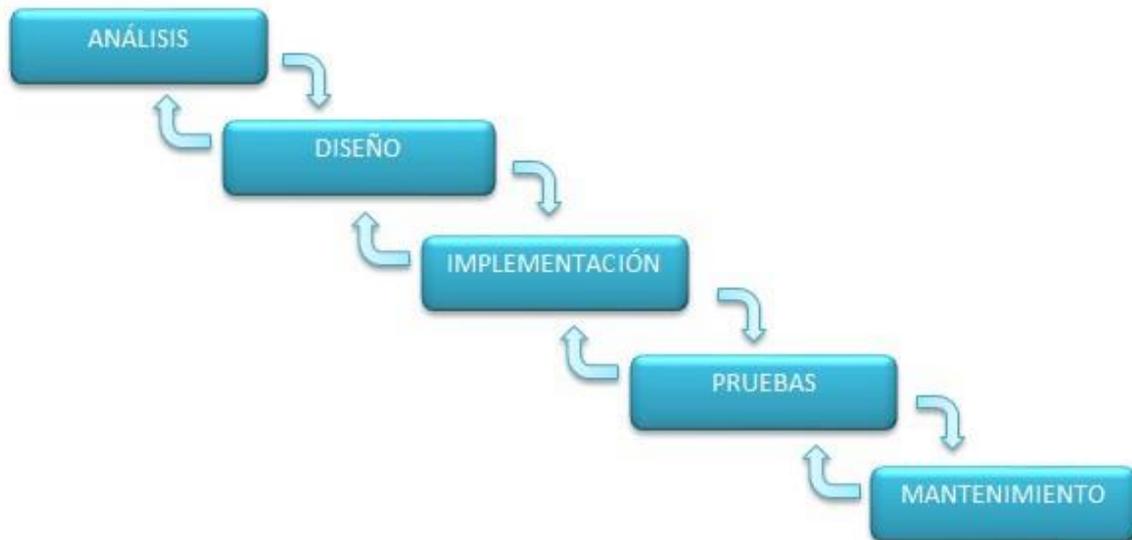


Figura 3-1: Modelo ciclo de vida en cascada

- **Análisis:** En esta tarea se hizo un estudio de las tecnologías existentes en el mercado y se sacaron los puntos importantes para poder mejorar la aplicación desarrollada en este proyecto, o bien corrigiendo posibles inconvenientes de las otras aplicaciones existentes, o añadiendo nuevas funcionalidades interesantes. De esta manera se definieron los requisitos de la aplicación. Así mismo se hizo un estudio de las tecnologías existentes para elegir las que mejor se adecuaban al proyecto.
- **Diseño:** En esta fase se realizaron las maquetas de la aplicación para definir el número de pantallas que iba a tener. Así mismo se hizo el esquema entidad-relación de la base de datos y se definieron los casos de uso y los diagramas de secuencia.
- **Implementación:** Durante esta fase se desarrolló todo el código de la aplicación y se implementó la base de datos. Durante esta fase fue necesario volver a la fase de diseño, ya que durante la implementación fueron surgiendo nuevas necesidades que implicaban cambios en el modelo de datos, por lo que fue necesario rediseñar la base de datos.
- **Pruebas:** Se llevaron a cabo pruebas de caja negra para comprobar el funcionamiento y las respuestas de la aplicación.

- **Mantenimiento:** Esta etapa se encuentra orientada a corregir las posibles incidencias que surgen a lo largo del ciclo de vida de la aplicación, y por tanto todavía no ha sido llevada a cabo en este proyecto.

3.2 Requisitos de la aplicación

En el siguiente apartado se definen los requisitos funcionales y no funcionales de la aplicación llevados a cabo en la fase de análisis:

3.2.1 Requisitos funcionales

- RF1: Los usuarios podrán darse de alta en la aplicación cumplimentando un formulario. Los nombres de los usuarios serán únicos.
- RF2: Cada usuario podrá acceder a su perfil dentro de la aplicación.
- RF3: El usuario podrá actualizar su contraseña de entrada.
- RF4: El usuario podrá crear, modificar o eliminar tratamientos.
- RF5: La aplicación mostrará una lista con todos los tratamientos del usuario.
- RF6: La aplicación permitirá buscar información de todos los medicamentos registrados en el Vademecum, ya sea por nombre o por CN.
- RF7: Cuando el usuario introduzca un nombre de un medicamento la aplicación mostrará según va escribiendo el nombre, una lista con los posibles medicamentos (autocompletado).
- RF8: La aplicación avisará al usuario de los medicamentos y de las dosis que debe tomar a una hora específica.
- RF9: La aplicación creará la siguiente toma correspondiente al tratamiento una vez el usuario haya confirmado la toma anterior.
- RF10: La aplicación mostrará una lista de las tomas pendientes del usuario.
- RF11: El usuario podrá introducir sus medidas de peso, azúcar y tensión.
- RF12: La aplicación permitirá crear al usuario gráficas de control de sus medidas en un rango de fechas que él decida.
- RF13: La aplicación permitirá a los usuarios crear contactos, de manera que si los mismos tienen dudas sobre las tomas que deben realizar, puedan contactar con alguna persona de su agenda.
- RF14: La aplicación se conectará con *Google Maps* para mostrar al usuario las farmacias más cercanas según su posición actual.

3.2.2 Requisitos no funcionales

- RNF1: La aplicación constará de una base de datos con la información de todos los medicamentos registrados en el Vademecum.
- RNF2: La aplicación dispondrá de una interfaz gráfica intuitiva y fácil de usar para todos los usuarios.
- RNF3: La aplicación se encargará de mostrar mensajes de error si los datos introducidos no son válidos y de confirmación cuando una operación ha sido realizada con éxito.
- RNF4: Estará disponible en Castellano.
- RNF5: La aplicación constará de un manual de usuario

3.3 Diseño de la aplicación

Como se ha explicado en el apartado 3.1, antes de entrar en el desarrollo de la aplicación se llevó a cabo una fase de diseño en la que se definieron tanto las pantallas de la aplicación, como el diseño de la base de datos, casos de uso y diagramas de secuencia.

3.3.1 Diseño gráfico de la aplicación

Con el fin de tener las ideas más claras en el diseño y el comportamiento de la aplicación y antes de comenzar la fase de desarrollo, se crearon unas maquetas para tener presente cuál iba a ser el diseño de la aplicación, qué pantallas iba a tener y cómo iban a estar relacionadas entre sí. Estas maquetas se encuentran disponibles en el Anexo A. Según esto, la aplicación se encuentra dividida en las siguientes pantallas:

- **Menú principal de la aplicación**, que será la primera pantalla que visualizará el usuario cuando inicie la aplicación. Podrá realizar tres acciones: Registrarse, entrar en la aplicación o ver información sobre la aplicación.
- **Menú de registro**, en la que el usuario deberá elegir un nombre y una contraseña, que serán los que tenga que utilizar para autenticarse en la aplicación.
- **Menú de información**, que estará accesible desde el menú principal de la aplicación. El objetivo de esta pantalla es ofrecer información sobre las funcionalidades que ofrece la aplicación.
- **Menú de login**, mediante el cual el usuario deberá meter sus datos para autenticarse en la aplicación.
- **Menú inicial**, que constará de las próximas tomas que el usuario tiene pendiente y de un menú desplegable con las distintas posibilidades que tiene. Así mismo dispondrá de un icono de ayuda.
- **Menú de ayuda**, que estará accesible desde un icono de ayuda situado en el menú inicial. El objetivo de esta pantalla es la de explicar las posibles acciones que el usuario puede desempeñar en la aplicación.
- **Perfil del usuario**, en la que el usuario será capaz de actualizar su contraseña si lo desea.
- **Medicamentos**, que permitirá al usuario obtener información sobre cualquier medicamento registrado en el Vademecum. La búsqueda se podrá hacer por nombre o por Código Nacional del medicamento. Para la búsqueda por nombre, esta pantalla incluirá un campo de búsqueda predictiva, es decir, según el usuario va introduciendo caracteres en el campo de búsqueda, se mostrará una lista de todos los medicamentos registrados en la base de datos que contienen esos caracteres. Si pincha sobre alguno de esos elementos de la lista, el nombre del medicamento se autocompletará.
- **Tratamientos**, pantalla en la que el usuario podrá visualizar una lista de todos los tratamientos que tiene activos. Así mismo se le permitirá visualizarlos en detalle, modificarlos o eliminarlos. En esta pantalla también podrá añadir nuevos tratamientos.
- **Confirmación de la toma**, ya que cada vez que salte una notificación de toma, el usuario deberá confirmarla.
- **Medidas**, pantalla que permitirá al usuario añadir nuevas medidas (de azúcar, peso y tensión) y obtener gráficas de control dado un periodo de tiempo determinado. Además una vez que el usuario haya generado una gráfica, podrá acceder a unas tablas orientativas de las medidas.

- **Contactos**, que permitirá al usuario añadir números de contacto y visualizar una lista con los contactos existentes.
- **Farmacias**, pantalla que conectará con *Google Maps* para mostrar las farmacias más cercanas según la posición del usuario.

Con el fin de que la aplicación sea intuitiva y fácil de usar para todo tipo de usuarios, se ha buscado un diseño sencillo e intuitivo, que no requiera rellenar una gran cantidad de datos y donde la navegación entre pantallas sea sencilla. De esta manera se ha desarrollado una aplicación que consta de pocas pantallas que son accesibles fácilmente y con formularios sencillos de rellenar, para que así todas las tareas se puedan desempeñar de forma sencilla. Además se han incluido mensajes de aviso para notificar a los usuarios que la acción se ha realizado correctamente, mensajes de aviso antes de realizar ciertas acciones y mensajes de error cuando algún dato no sea correcto o falte información por cumplimentar.

Estas pantallas están disponibles en el manual de usuario que se encuentra definido en el Anexo B.

3.3.2 Base de datos

La aplicación consta de dos bases de datos desarrolladas en Sqlite:

- Una base de datos que almacena todos los datos relacionados con los usuarios, contactos, tratamientos, tomas y medidas.
- Una base de datos que almacena todos los medicamentos registrados en el Vademecum.

La decisión de tener una base de datos independiente para los medicamentos se debe a que cada vez que se instalase la aplicación, se debía crear la tabla de los medicamentos e insertarlos en la misma. Esto se implementó durante la fase de desarrollo del proyecto y se vio que suponía una gran cantidad de tiempo y afectaba al rendimiento de la aplicación. Por ello se tomó la decisión de tener una base de datos independiente con todos los medicamentos insertados y que se carga en el sistema cada vez que se instala la aplicación. Así se evitan esperas innecesarias durante la carga de la aplicación.

En la Figura 3-2 se puede ver en detalle el diseño del diagrama entidad-relación de la base de datos principal de la aplicación.

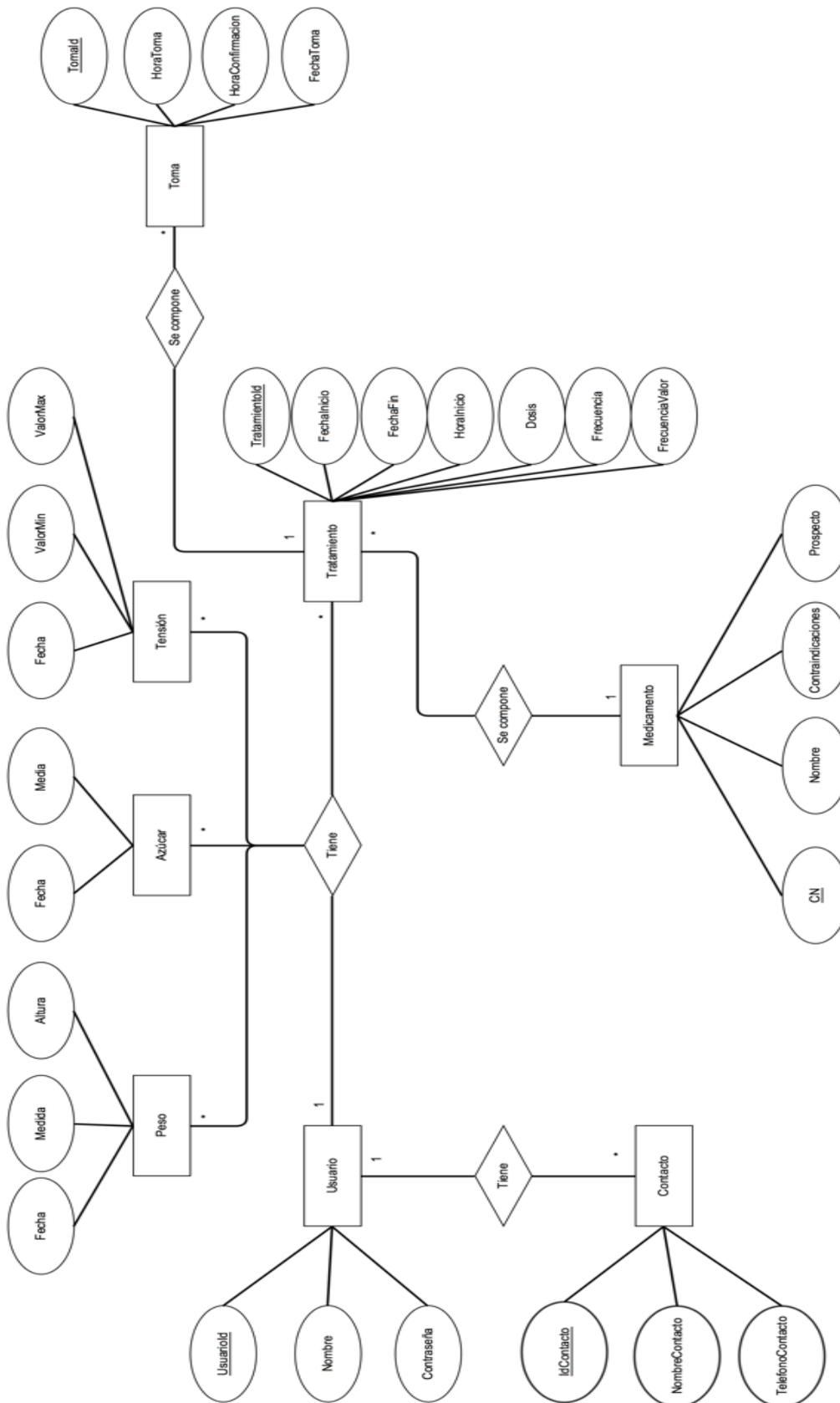


Figura 3-2: Esquema Entidad-Relación de la aplicación

Entidades de la base de datos

A continuación se describen las entidades y atributos que componen las tablas de la base de datos:

- **Usuario:** Entidad que representa los usuarios registrados en la aplicación. Sus atributos son los siguientes:
 - **UsuarioId:** Identificador del usuario. Será la clave primaria y servirá para identificar al usuario. Se encargará de relacionar al usuario con sus tratamientos, con sus contactos y con sus medidas de peso, azúcar y tensión.
 - **Nombre:** Nombre del usuario. Este valor será único, es decir, los nombres de los usuarios no pueden repetirse.
 - **Contraseña:** Contraseña del usuario

- **Contacto:** Entidad que representa los contactos que tiene un usuario. Sus atributos son los siguientes:
 - **IdContacto:** Identificador del contacto. Será la clave primaria de la entidad.
 - **NombreContacto:** Nombre del contacto.
 - **TelefonoContacto:** Número de teléfono del contacto.

- **Peso:** Entidad que representa las mediciones de peso del usuario. Servirá para poder generar gráficas de control del Índice de Masa Corporal (IMC) según el valor del peso, la altura del usuario y la fecha de la medida. Sus atributos son los siguientes:
 - **Fecha:** Fecha de la medida. El usuario no podrá introducir más de una medida por día.
 - **Medida:** Peso del usuario.
 - **Altura:** Altura del usuario necesaria para calcular el IMC.

- **Azúcar:** Entidad que representa las mediciones de azúcar del usuario. Servirá para poder generar gráficas de control según valor del azúcar y la fecha de la medida. Sus atributos son los siguientes:
 - **Fecha:** Fecha de la medida. El usuario no podrá introducir más de una medida por día.
 - **Medida:** Azúcar del usuario.

- **Tensión:** Entidad que representa las mediciones de tensión del usuario. Servirá para poder generar gráficas de control según los valores máximo y mínimo de la tensión y la fecha de la medida. Sus atributos son los siguientes:
 - **Fecha:** Fecha de la medida. El usuario no podrá introducir más de una medida por día.
 - **ValorMax:** Valor máximo de la tensión.
 - **ValorMin:** Valor mínimo de la tensión.

- **Medicamento:** Entidad que representa los medicamentos. Sus atributos son los siguientes:
 - **CN:** Código nacional del medicamento. Será la clave primaria de la entidad, que permitirá relacionar los medicamentos con los tratamientos.
 - **Nombre:** Nombre del medicamento.

- Prospecto: Prospecto del medicamento.
- Contraindicaciones: Contraindicaciones del medicamento.
- Tratamiento: Entidad que representa los tratamientos asociados a un usuario. Sus atributos son los siguientes:
 - TratamientoId: Identificador del tratamiento. Será la clave primaria de la entidad y relacionará los tratamientos con sus tomas correspondientes.
 - FechaInicio: Fecha de inicio del tratamiento.
 - FechaFin: Fecha de fin del tratamiento.
 - HoraInicio: Hora de inicio de la primera toma.
 - Dosis: Número de dosis de la toma.
 - Frecuencia: Frecuencia de las tomas. Esta se medirá en horas, días, semanas y meses.
 - FrecuenciaVal: Representa el número de horas, días, semanas o meses a las que se deberán de realizar las tomas.
- Toma: Entidad que representa las tomas asociadas a un tratamiento. Sus atributos son los siguientes:
 - TomaId: Identificador de la toma. Será la clave primaria de la entidad.
 - HoraToma: Hora a la que la aplicación notificará al usuario de la toma.
 - HoraConfirmacion: Hora a la que el usuario confirma la toma.
 - FechaToma: Fecha en la que se debe realizar la toma.

3.3.3 Casos de uso

A partir de los casos de uso se pretende hacer una descripción gráfica del comportamiento del sistema. De esta manera, a partir de los mismos podremos observar lo siguiente:

- Las distintas acciones que puede realizar el usuario en la aplicación.
- Cuáles son los caminos que se deben realizar para llegar a las distintas pantallas.
- Las acciones necesarias que el usuario debe realizar antes de llegar a las pantallas. De este modo, si el usuario desea generar una gráfica de control de alguna medida, previamente deberá haber introducido los datos con sus medidas.

En la Figura 3-3 se pueden observar los casos de uso de la aplicación, en la que habrá un solo actor principal (el usuario de la aplicación).

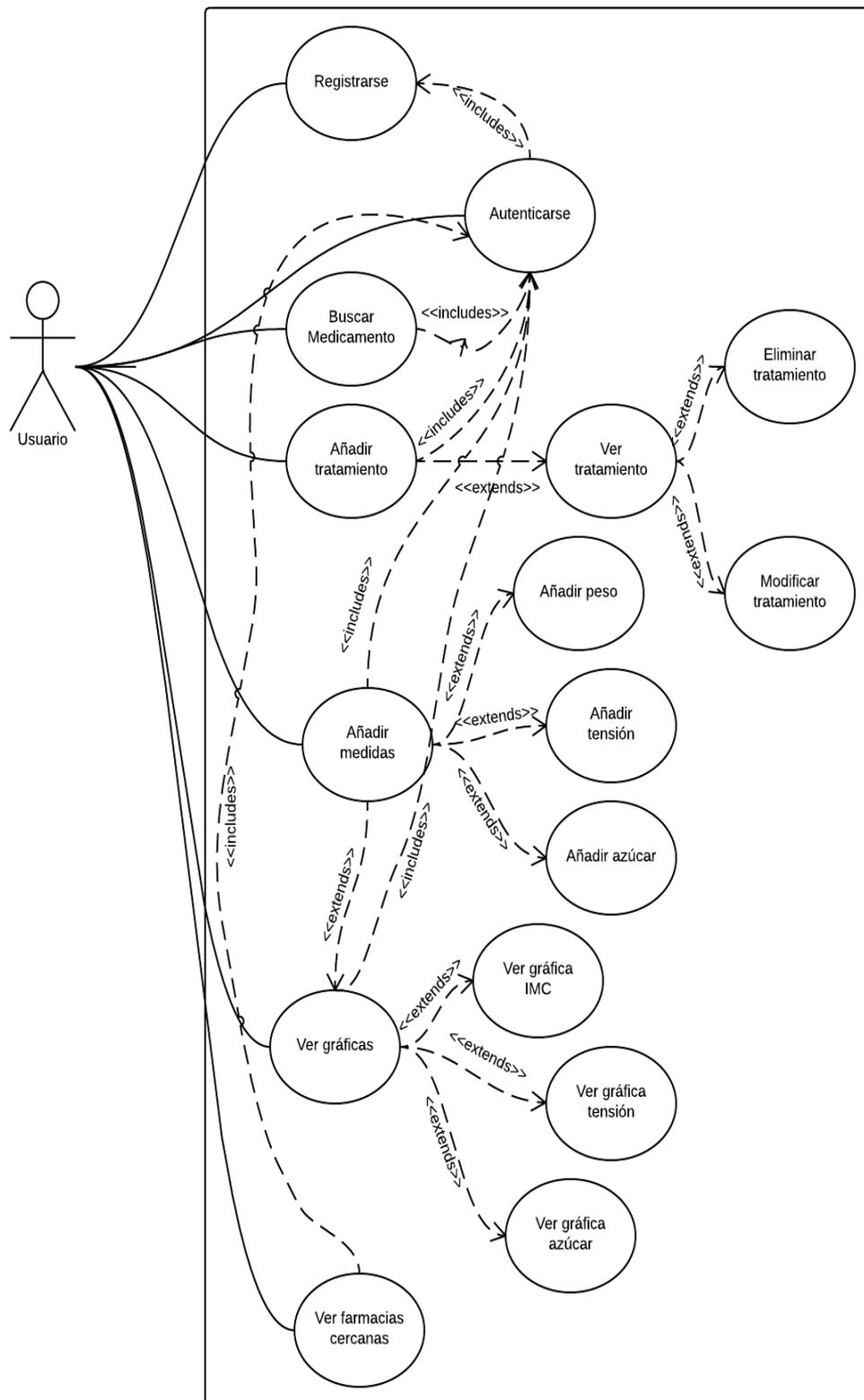


Figura 3-3: Diagrama de casos de uso de la aplicación

En este apartado se definen los diagramas de secuencia de las tareas más importantes de la aplicación:

- Creación de un nuevo tratamiento, una de las tareas más importantes a realizar por el usuario en la aplicación.

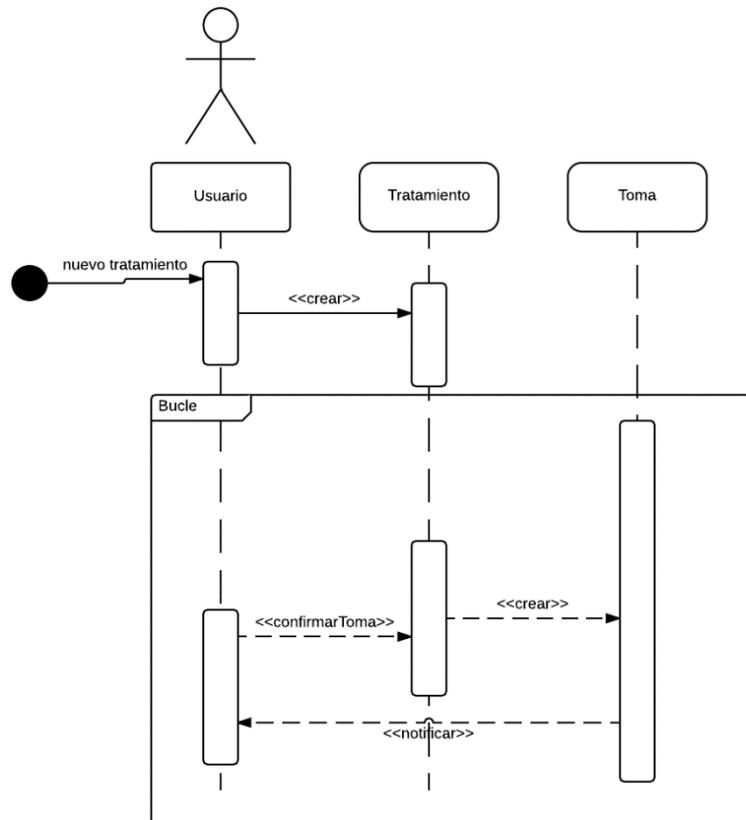


Figura 3-4: Diagrama de secuencia de creación de un tratamiento

El diagrama de secuencia de la Figura 3-4 describe los estados por los que pasa la aplicación al crear un nuevo tratamiento. Concretamente, el usuario crea un nuevo tratamiento, y al crearlo se crea una toma asociado a él. Si estos dos procesos han sido ejecutados con éxito, el usuario podrá ver su nuevo tratamiento en la pantalla correspondiente, además de la toma inicial asociada a él en el menú principal de la aplicación.

Como resultado, y cuando corresponda, esta toma recién creada es notificada al usuario a una hora que él mismo haya seleccionado. Después de que la toma haya sido notificada al usuario, este debe confirmarla. Una vez haya una hora de confirmación, se creará la siguiente toma del medicamento teniendo en cuenta la hora de confirmación.

Este bucle se repetirá mientras el tratamiento esté en fecha, es decir, hasta que la fecha actual no coincida con la fecha de finalización del tratamiento.

- Búsqueda de un medicamento, mediante la que el usuario recibe información del medicamento que desee.

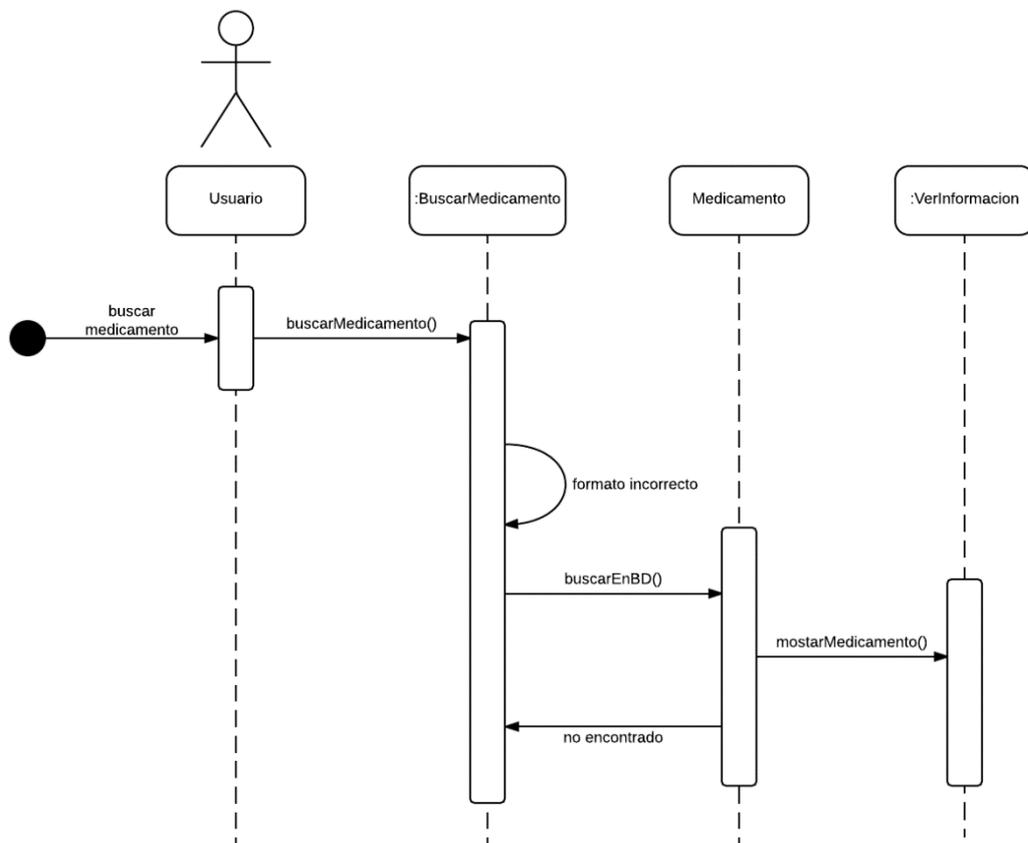


Figura 3-5: Diagrama de secuencia de búsqueda de un medicamento

El diagrama de secuencia de la Figura 3-5 muestra los estados por los que pasa la aplicación cuando un usuario busca información de un medicamento.

El usuario introducirá en un campo de búsqueda o bien el nombre del medicamento o el Código Nacional del mismo. Cuando cumplimente la información necesaria la aplicación buscará el medicamento. En el caso de que el formato de la búsqueda sea incorrecto, se le reportará al usuario mediante un mensaje de aviso y se le permitirá volver a introducir los datos. En caso de que el formato sea el correcto, se buscará en la base de datos de medicamentos. Si esta búsqueda no devuelve ningún medicamento, se reportará al usuario que ese medicamento no existe en la base de datos. En caso contrario, se le mostrará la información del medicamento buscado.

4 Desarrollo

En este capítulo se detalla la información relacionada con la fase de implementación del proyecto, así como los entornos utilizados para su desarrollo.

4.1 Arquitectura del software

Para la implementación de este proyecto se ha hecho uso del patrón modelo-vista-controlador (MVC). Este patrón permite separar por capas los datos, la lógica y la presentación de la aplicación. La Figura 4-1 representa el patrón:

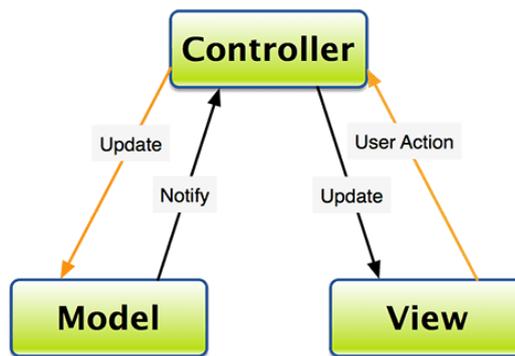


Figura 4-1: Patrón modelo-vista-controlador

De esta manera, encontraremos las siguientes capas:

- **Modelo:** Es la capa que se encarga de recoger la información de la aplicación. Es donde se almacena la información, en nuestro caso, a través de dos bases de datos, una principal de la aplicación, que recoge todos los datos relativos al usuario, y una auxiliar que contiene todos los medicamentos.
- **Vista:** Es la parte que ve el usuario. Se encuentra definido en los layouts de la aplicación.
- **Controlador:** Es la capa que se encarga de gestionar los eventos que se desencadenan tras una acción de un usuario, así como de producir una respuesta a los mismos.

Por tanto, y teniendo en cuenta el modelo que se ha seguido, el proyecto constará de tres módulos principales: los layouts, que son los archivos XML que conforman la parte gráfica de la aplicación, el módulo de la base de datos, que contiene todas las sentencias necesarias para la creación de las tablas de las bases de datos, además de los métodos necesarios para el acceso a los datos, y el módulo de las actividades, donde se define la lógica y el comportamiento de la aplicación.

4.2 Bases de datos

Como se ha mencionado con anterioridad en el Capítulo 3, la aplicación consta de dos bases de datos: una que es creada por la aplicación y una base de datos externa de medicamentos. La base de datos externa se creó con anterioridad, y para poder insertar todos los

medicamentos registrados en el Vademecum se hizo uso de un script que leía un archivo de texto que contenía todos los datos. A partir de ahí los datos eran insertados en su fila y columna correspondiente.

Para que la aplicación pueda trabajar con esta base de datos externa se hace lo siguiente: se copia el archivo de la base de datos externa en una carpeta de Assets. A continuación se crea una base de datos local nueva. A esta base de datos se le copiarán los datos de la base de datos externa. Así tendremos los datos de los medicamentos en una base de datos local. La base de datos creada por la aplicación se va rellenando según el usuario interactúa con la aplicación.

4.3 Gestión de notificaciones

Una de las principales funcionalidades de la aplicación es la de notificar a los usuarios las tomas que tiene que realizar de un medicamento. Cabe destacar que las notificaciones son a tiempo real, es decir, la aplicación no tiene que estar necesariamente activa para que se realicen las notificaciones al usuario. Por ello se hace uso de la clase AlarmManager de la SDK de Android. Esta clase tiene acceso los servicios de alarma del sistema, lo que permite programar la aplicación para que se ejecute en un tiempo futuro. Una vez se haya cumplido el tiempo de la alarma se desencadenará un evento, en el caso de esta aplicación, la notificación.

Para llevar a cabo la gestión de notificaciones, se ha desarrollado un módulo de gestión de notificaciones dentro del proyecto, que consiste en:

1. Se tendrá una notificación activa por tratamiento. Esa notificación tendrá una hora de toma. A partir de esa hora se harán los cálculos necesarios para saber el tiempo restante para notificar. Una vez se tiene ese tiempo se crea una notificación con un id único, para así poder gestionar varias notificaciones a la vez.
2. Una vez se ha alcanzado el tiempo calculado anteriormente, se notificará al usuario. En el momento en que el usuario acepte la toma, se volverán a seguir los pasos anteriores: a partir de la hora de toma se calculará la fecha y la hora de la siguiente dosis y se creará la notificación con los datos pertinentes.

Todos estos pasos serán gestionados en tres actividades distintas: una que se encargará de calcular los tiempos hasta la siguiente toma y con los mismos creará una alarma y una notificación, que será la que se pase como argumento, para que en el momento en el que se cumplan los tiempos establecidos, se envíe la notificación al usuario. Otra que se encargará de crear las siguientes tomas y de calcular las fechas y las horas de las mismas. Y por último una que se encargará de publicar las notificaciones que hemos creado.

A continuación se muestra en la Figura 4-2 un ejemplo de la notificación que recibe el usuario a su dispositivo móvil:

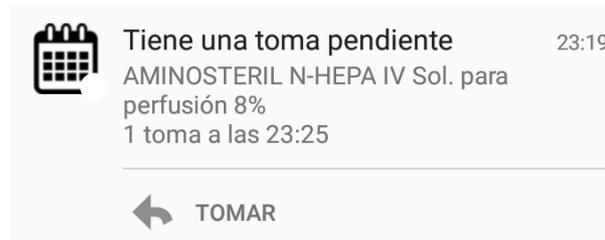


Figura 4-2: Notificación de la aplicación

Además, la notificación incluye avisos a través de sonido, iluminación de una luz led y vibración del dispositivo móvil.

4.4 Gestión de farmacias cercanas

Para poder obtener la funcionalidad de ofrecer las farmacias más cercanas según la posición del usuario, se hace uso de la herramienta de *Google Maps*. En un principio este módulo se empezó a implementar con la API de *Google Maps*, que permitía la conexión a esta herramienta a partir de una API KEY. Pero con esta solución resultaba costoso el obtener las farmacias cercanas. Finalmente se optó por el acceso a esta plataforma a partir de una URL. Así se permite al usuario conocer la situación de las farmacias más cercanas según su posición.

A continuación se muestra en la Figura 4-3 un ejemplo del mapa que el usuario visualizará en la aplicación:

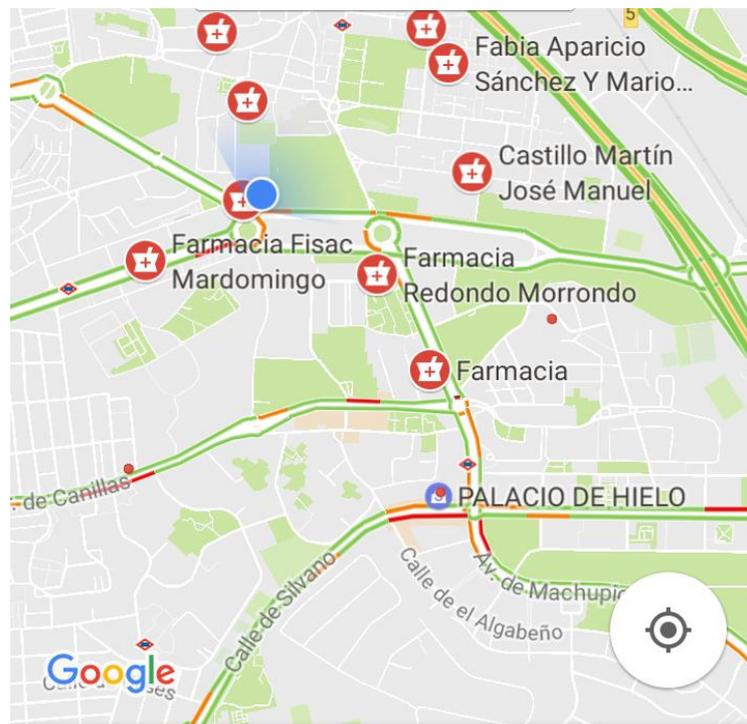


Figura 4-3: Mapa de la aplicación

4.5 Gestión de medidas y gráficas de control

Para poder gestionar las gráficas de control de la aplicación se hace uso de la librería *GraphView*. Esta librería se encarga de pintar una gráfica a partir de una serie de datos. Para ofrecer esta funcionalidad el usuario deberá haber introducido previamente datos de sus

medidas. Una vez la aplicación tenga datos suficientes para poder generar una gráfica, se hará uso de esta librería, la cual además es personalizable. Para hacer más fácil la visualización de datos de la gráfica se establecen los límites mínimos y máximos según los valores máximos y mínimos de las medidas.

En la Figura 4-4 se muestra un ejemplo de una gráfica de la aplicación. Como se puede observar, los valores máximos y mínimos del eje Y se encuentran ajustados a las medidas que el usuario ha introducido. De esta manera se asegura que la gráfica se va a ver correctamente.

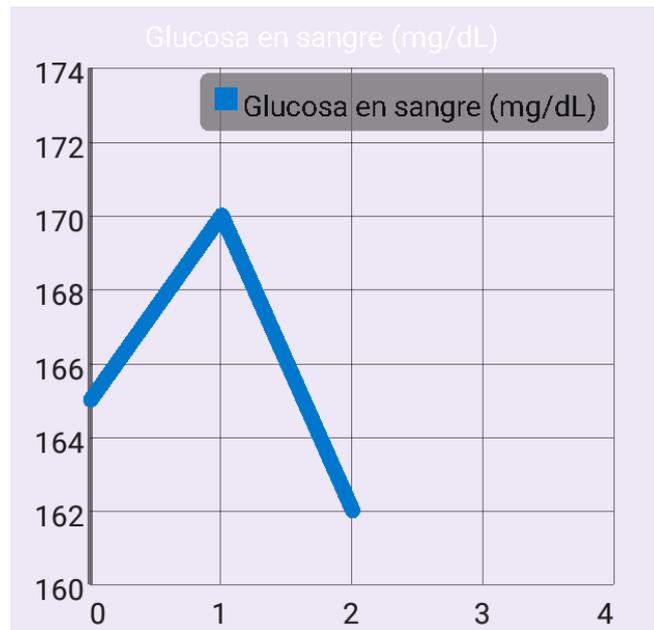


Figura 4-4: Gráfica de control de glucosa en sangre

4.6 Herramientas de desarrollo

Durante la fase de diseño y desarrollo de la aplicación se ha hecho uso de una serie de herramientas que se detallan a continuación:

4.6.1 Desarrollo de la aplicación

Para el desarrollo de la aplicación se ha hecho uso de dos entornos de desarrollo:

- Android Studio, herramienta que se ha utilizado para la implementación de los módulos del proyecto. Se decidió usar esta herramienta frente a otras porque se trata de una plataforma creada exclusivamente para programar en Android y se encuentra constantemente actualizándose. Además ofrece un emulador que permite probar la aplicación como si fuera un dispositivo móvil.
- Eclipse, herramienta que se utilizó para la creación de la base de datos de medicamentos y la posterior inserción de información de los medicamentos en la misma.

4.6.2 Gestión de bases de datos

Las bases de datos de la aplicación se encuentran en SQLite, puesto que se trata de una herramienta que genera bases de datos no muy pesadas. Además ofrece acceso rápido a datos.

Durante el desarrollo del proyecto y para comprobar que los datos se insertaban, eliminaban y modificaban de forma correcta, se hizo uso de la herramienta DB Browser for SQLite, que permite acceder a las tablas de la base de datos y ver su contenido además de poder realizar consultas a la misma.

4.6.3 Maquetas y diagramas

Antes de comenzar el desarrollo de la aplicación y con el fin de tener más claras las pantallas y los aspectos de diseño de la aplicación se realizaron una serie de maquetas. Para ello se hizo uso de la herramienta Moqups, que ofrece al usuario la posibilidad de crear maquetas como si se tratase de un dispositivo móvil.

Así mismo y para tener claro cómo iba a funcionar la aplicación y los flujos de la misma, se crearon diagramas de secuencia y diagramas de casos de uso. Para la creación de los mismos se hizo uso de Lucidchart y gliffy, herramientas on-line que permiten la creación de diagramas.

4.6.4 Control de versiones

Para llevar un control de las versiones que se iban desarrollando y para evitar la posible pérdida de archivos o sobrescritura de los mismos se hace uso de la herramienta Bitbucket. Se trata de una herramienta que ofrece un alojamiento basado en web. Permite la creación de repositorios privados, para que así no sean accesibles por otros usuarios. Durante la fase de desarrollo del proyecto el repositorio fue privado. La principal ventaja que ofrece esta herramienta es que se lleva un control de todas las subidas y de los archivos que cambian en cada una de ellas, permitiendo además añadir mensajes de información acerca de los cambios realizados.

Además se hizo uso del programa SourceTree, herramienta que permite subir y recibir los archivos correspondientes del repositorio. Además permite hacer una vista preliminar antes de subir los nuevos archivos para ver qué cambios ha habido respecto a la subida anterior, consultar el historial de cambios que ha habido en el repositorio y detectar y resolver conflictos entre archivos. En la Figura 4-5 se muestra una captura de la herramienta:



Figura 4-5: Herramienta SourceTree

5 Integración, pruebas y resultados

En este capítulo se detallan las pruebas que se han llevado a cabo para ver que la aplicación tiene el comportamiento adecuado. Así mismo se incluye un cuestionario realizado a distintos tipos de usuario para comprobar la usabilidad de la aplicación.

5.1 Pruebas

Las pruebas de la aplicación se han llevado a cabo en dos fases distintas del proyecto:

- Durante la fase de desarrollo, para comprobar que el código desarrollado es correcto y realiza las acciones que debe realizar. En este periodo se hizo uso del programa DB Browser for SQLite mencionado en el Capítulo 4, para así comprobar que los datos que se iban introduciendo en la base de datos lo hacían de manera correcta.
- Durante la fase de pruebas, donde se realizan pruebas de caja negra para comprobar el correcto comportamiento de la aplicación.

5.1.1 Pruebas de caja negra

Estas pruebas se han realizado una vez la fase de desarrollo había finalizado. Su finalidad es comprobar que la aplicación responde como se espera.

De esta manera se realizaron las siguientes pruebas:

- Comprobar que todos los datos de los formularios se han completado. Para ello la aplicación avisará al usuario a través de un mensaje avisándole que le quedan datos por rellenar en el formulario. En la Figura 5-1 se muestra un ejemplo del mensaje que le aparecerá al usuario.

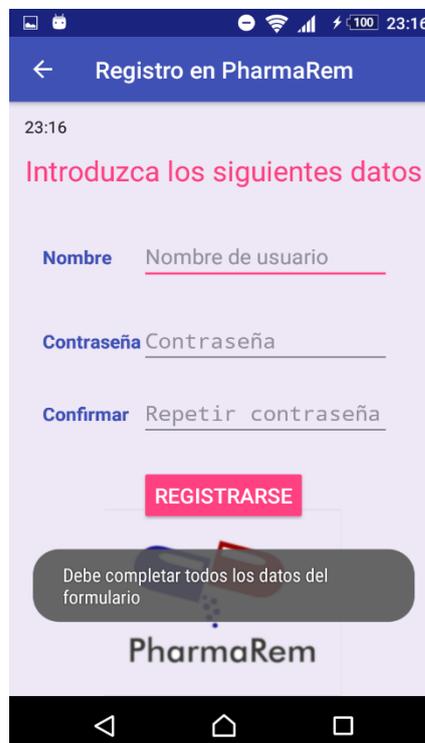


Figura 5-1: Mensaje de aviso datos incorrectos

- Comprobar que el nombre del usuario que se está registrando en la aplicación no está en uso. En caso de estar en uso, se le notificará al usuario que ese usuario ya se encuentra registrado. En caso contrario, se le notificará que se ha registrado correctamente en la aplicación. En las Figuras 5-2 y 5-3 se muestra un ejemplo del comportamiento.

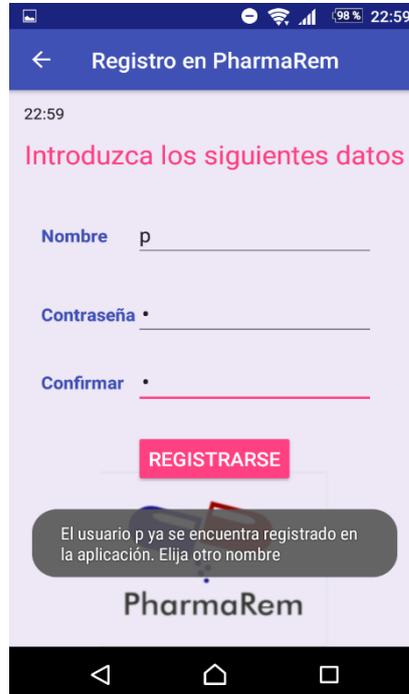


Figura 5-2: Mensaje de aviso usuario ya registrado

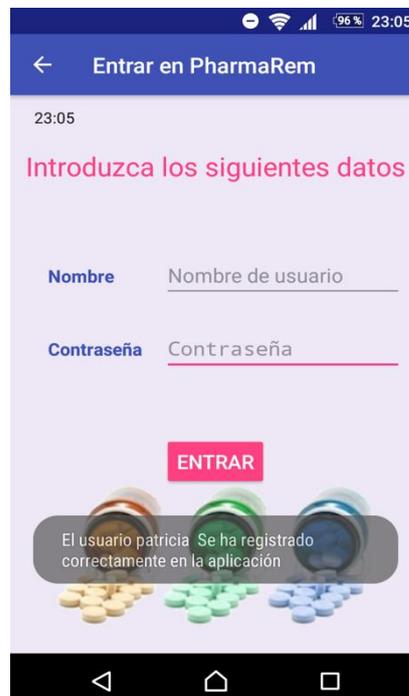


Figura 5-3: Mensaje de aviso de usuario registrado con éxito

- Comprobar que el usuario que intenta entrar en la aplicación se encuentra registrado en la misma o que introduce el nombre y la contraseña correcta. En la Figura 5-4 se muestra el mensaje que verá el usuario.

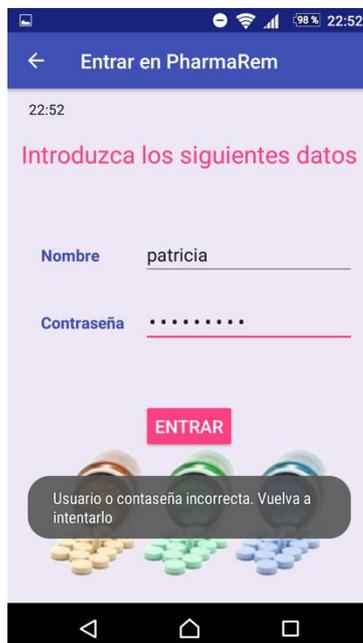


Figura 5-4: Mensaje de aviso usuario o contraseña incorrecto

- Comprobar que los tratamientos y las tomas se añaden correctamente. Para ello, además de comprobar que los tratamientos y las tomas aparecen en sus respectivas listas, se han añadido mensajes de aviso de que todo ha ido bien para así poder controlar que se ha insertado de manera correcta en la base de datos. En la Figura 5-5 se muestra un ejemplo del mensaje que visualizará el usuario.



Figura 5-5: Mensaje de aviso toma añadida correctamente

- Comprobar que no se inserta más de una medida al día, ya que sólo se le permitirá al usuario añadir una medida por día. La Figura 5-6 muestra el mensaje que el usuario visualizará.

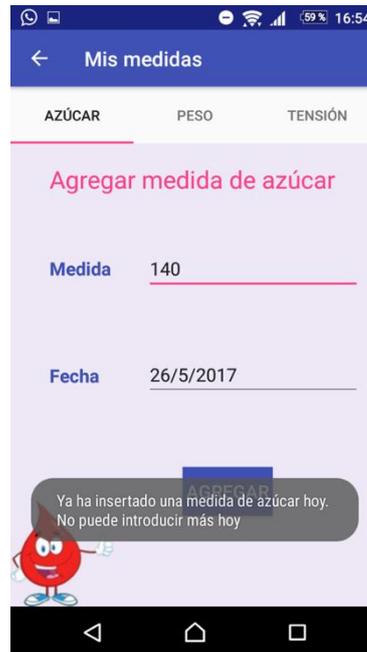


Figura 5-6: Mensaje de aviso de media ya insertada para ese día

- Comprobar que se tienen suficientes datos en la base de datos para poder generar una gráfica. En caso de que el usuario quiera generar una gráfica en un periodo de tiempo y se tengan menos de dos valores, se le mostrará un mensaje como el que se muestra a continuación en la Figura 5-7.



Figura 5-7: Mensaje de necesidad de más datos para generar gráfica

- Comprobar que el formato de los datos incluidos en los formularios es el correcto. En la Figura 5-8 se muestra un ejemplo del mensaje que visualizará el usuario en caso de introducir el nombre de un medicamento en vez del Código Nacional cuando la búsqueda se está realizando por Código Nacional. En caso de que el formato sea el correcto no se le avisará al usuario.

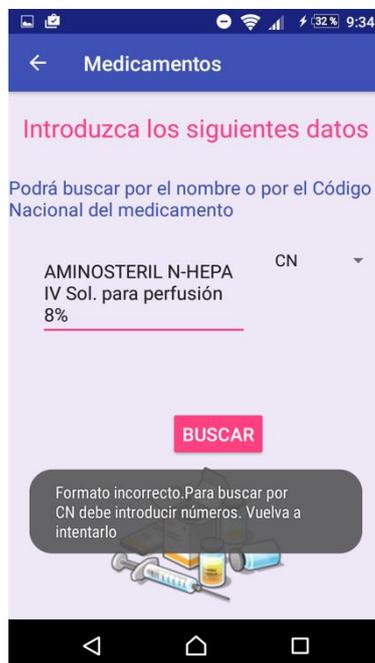


Figura 5-8: Mensaje de aviso de formato de los datos incorrecto

- Comprobar que cuando un tratamiento ha finalizado ya no se añaden más tomas pendientes. La Figura 5-9 muestra el mensaje que se le mostrará al usuario cuando acepte la última toma de su tratamiento. Se comprueba que no se ha añadido ninguna toma.

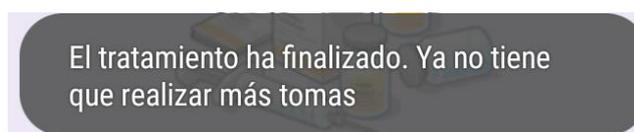


Figura 5-9: Mensaje de aviso de tratamiento ya finalizado

5.2 Cuestionario de usabilidad

Una de las características deseable de la aplicación es que fuera usable por todo tipo de usuarios. Para comprobar que este objetivo se ha cumplido se han realizado pruebas de usabilidad. Estas pruebas consisten en que distintos usuarios manejen la aplicación como si se la hubieran descargado en su dispositivo. A continuación se les proporciona un cuestionario en el que deberán contestar a preguntas acerca de la aplicación. El usuario deberá puntuar del uno al diez las preguntas que se le formulan. Finalmente se obtendrá una puntuación que ayudará a determinar la usabilidad de la aplicación y los posibles aspectos a mejorar. La Tabla 5-1 muestra el cuestionario que se le realizó a un grupo de cinco usuarios de distintas edades.

Preguntas	U1	U2	U3	U4	U5
Edad	20	22	25	52	56
¿Qué le parece la aplicación?	10	8	8	10	9
¿Es fácil de usar?	8	9	9	9	8
¿Se leen bien los caracteres de la pantalla?	9	8	9	9	9
¿Qué le parece la organización de la información?	10	8	8	10	10
¿Qué le parece la secuencia de pantallas?	7	8	7	8	8
¿Informa la aplicación del progreso de las actividades que realiza?	10	9	8	10	9
¿Es buena la posición de los mensajes?	9	7	9	9	9
¿La aplicación le avisa cuando hay un error?	10	7	8	10	8
¿La aplicación es rápida y responde bien?	8	10	9	10	10
¿Le resulta útil el menú de ayuda de la aplicación?	7	8	8	8	8
¿Le ha resultado fácil aprender a utilizar la aplicación?	10	10	10	10	9

Tabla 5-1: Cuestionario de usabilidad

Con los resultados obtenidos se puede concluir que se ha cumplido con el objetivo de crear una aplicación sencilla de usar para un amplio sector de la población. Así mismo, a este grupo de usuarios le ha resultado sencillo aprender el funcionamiento de la misma y está conforme con el diseño de la aplicación.

De igual modo, se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- Se debe mejorar el menú de ayuda de la aplicación, puesto que para dos usuarios fue complejo encontrar el botón de añadir tratamiento.
- Se debe mejorar el rendimiento de la pantalla de buscar medicamentos, puesto que la aplicación se queda bloqueada durante unos segundos ya que debe cargar toda lista con los nombres de los medicamentos para ofrecer la funcionalidad de autocompletar el nombre.

6 Conclusiones y trabajo futuro

En este capítulo se exponen las conclusiones finales del trabajo realizado durante el desarrollo de este TFG. Así mismo, se incluye un apartado con ideas a abordar en el futuro sobre el proyecto.

6.1 Conclusiones

Las conclusiones obtenidas tras la finalización de este TFG son satisfactorias. Se ha conseguido desarrollar una aplicación móvil, PharmaRem, que cumple su principal objetivo: gestionar y notificar a los usuarios las tomas que tiene que realizar en distintos tratamientos médicos.

Además, la aplicación cumple con el resto de objetivos definidos en el Capítulo 1, permitiendo así la búsqueda de cualquier medicamento registrado en el Vademecum, generación de gráficas de control de distintas medidas (azúcar, tensión y peso) y conexión con la plataforma *Google Maps* para obtener las farmacias más cercanas.

Para ello ha sido necesario realizar un diseño de la aplicación así como de la base de datos de la misma. Además ha sido necesario aprender a programar los distintos elementos del Sistema Operativo Android utilizados para el desarrollo de este proyecto, como por ejemplo las notificaciones o las gráficas de datos, partiendo de lo aprendido en la asignatura de Desarrollo de Aplicaciones para Dispositivos Móviles.

Personalmente, el desarrollo de este proyecto me ha servido para aprender cómo gestionar un proyecto desde el inicio, de manera que me ha ayudado en los siguientes aspectos:

- Tomar decisiones en cuanto al diseño de la aplicación.
- Mejorar y perfeccionar la programación para el Sistema Operativo Android.
- Gestionar el tiempo en la fase de desarrollo para la realización de las distintos módulos del proyecto.
- Utilizar distintas herramientas para el desarrollo del proyecto.
- Aprender buenas técnicas para el control de versiones del proyecto haciendo uso de herramientas como Bitbucket y SourceTree.

6.2 Trabajo futuro

Tras obtener una primera versión de la aplicación móvil PharmaRem, se plantean los siguientes objetivos, para así poder desarrollar una segunda versión de la aplicación, que incluiría las siguientes funcionalidades:

- Añadir una fotografía de los medicamentos, para así ayudar a los usuarios a identificar con más facilidad los medicamentos que deben consumirse.
- Incluir un sistema de gestión de citas médicas, de manera que el usuario pueda añadir sus citas médicas y la aplicación le recuerde el nombre del doctor, la hora y el sitio de su cita médica.
- Añadir nuevas medidas para que así el usuario pueda añadir esas nuevas medidas y generar gráficas de control.
- Añadir la posibilidad de que si un usuario no ha confirmado una toma, se le envíen recordatorios de que debe realizar dicha toma.

- Permitir al usuario controlar cómo quiere recibir las notificaciones: con o sin sonido y con o sin vibración.

Referencias

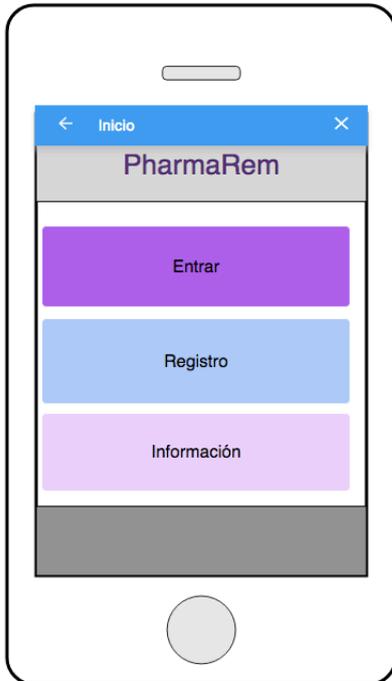
- [1] Android colors, <https://material.io/guidelines/style/color.html#>, última vez accedido en Mayo 2017
- [2] Android Developers, <https://developer.android.com/index.html?hl=es>, última vez accedido en Mayo 2017
- [3] Android Drawables, <http://androiddrawables.com>, última vez accedido en Mayo 2017
- [4] Android GraphView, <http://www.android-graphview.org>, última vez accedido en Mayo 2017
- [5] Android Studio, <https://developer.android.com/studio/index.html?hl=es-419>, última vez accedido en Mayo 2017
- [6] Bitbucket, <https://bitbucket.org>, última vez accedido en Mayo 2017
- [7] DB Browser for SQLite, <http://sqlitebrowser.org>, última vez accedido en Mayo 2017
- [8] Eclipse, <https://eclipse.org>, última vez accedido en Mayo 2017
- [9] Gliffy, <https://www.gliffy.com>, última vez accedido en Mayo 2017
- [10] Google Maps API, <https://developers.google.com/maps/documentation/android-api/start?hl=es-419>, última vez accedido en Mayo 2017
- [11] Google Maps farmacias, <https://www.google.es/maps/search/farmacia/>, última vez accedido en Mayo 2017
- [12] Imágenes de Google, https://images.google.com/?gws_rd=ssl, última vez accedido en Mayo 2017
- [13] International Data Corporation OS market, <http://www.idc.com/promo/smartphone-market-share/os>, última vez accedido en Mayo 2017
- [14] Lucidchart, <https://www.lucidchart.com>, última vez accedido en Mayo 2017
- [15] Medisafe, <https://medisafe.com/?lang=es>, última vez accedido en Mayo 2017
- [16] Moqups, <https://app.moqups.com>, última vez accedido en Mayo 2017
- [17] MyTherapy, <https://www.mytherapyapp.com/es>, última vez accedido en Mayo 2017
- [18] SourceTree, <https://www.sourcetreeapp.com>, última vez accedido en Mayo 2017
- [19] Tutorial Android, <http://www.sgoliver.net/blog/curso-de-programacion-android/indice-de-contenidos/>, última vez accedido en Mayo 2017
- [20] Tutorial SQL, <https://www.w3schools.com/SQL/default.asp>, última vez accedido en Mayo 2017
- [21] Tutorial SQLite, <http://www.sqlitetutorial.net>, última vez accedido en Mayo 2017
- [22] Vademecum, <http://vademecum.es>, última vez accedido en Mayo 2017
- [23] Wei-Meng Lee, “Android 4: Desarrollo de aplicaciones”, ANAYA

Glosario

Android	Sistema operativo basado en núcleo Linux diseñado para dispositivos móviles, tablets, relojes inteligentes y televisiones
API	Application Programming Interface
CN	Código Nacional, sistema de identificación rápida de productos de farmacia
Google Maps	Servidor de aplicaciones de mapas en la web
Layout	Define la estructura visual para una interfaz de usuario
Librería	Conjunto de implementaciones funcionales definidas en un lenguaje de programación y que ofrecen una funcionalidad
SDK de Android	Software Development Kit, kit de desarrollo de software para Android
SQLite	Sistema de gestión de bases de datos relacional
URL	Uniform Resource Identifier, localizador uniforme de recursos
XML	eXtensible Markup Language, meta-lenguaje utilizado para almacenar datos de forma legible
Vademecum	Diccionario de medicamentos y principios activos

Anexos

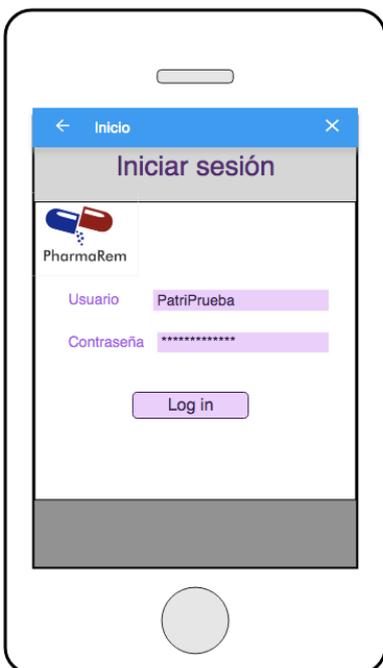
A Maquetas de la aplicación



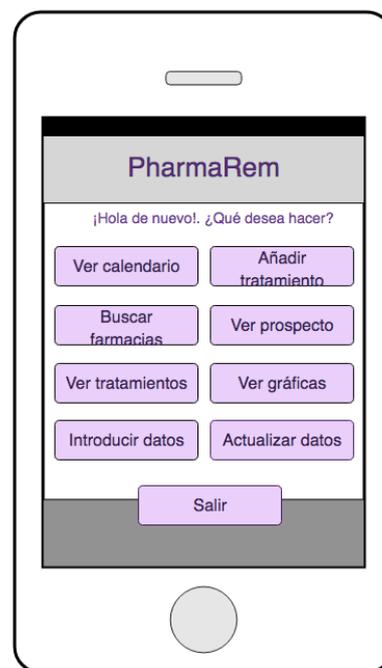
Menú inicial de la aplicación



Menú de registro en la aplicación



Menú de log in de la aplicación



Menú principal de la aplicación



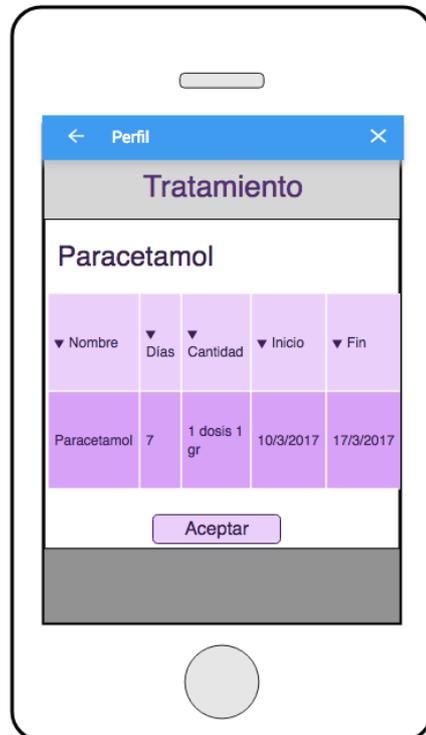
Lista de tomas para un día



Añadir un nuevo tratamiento



Lista de tratamientos



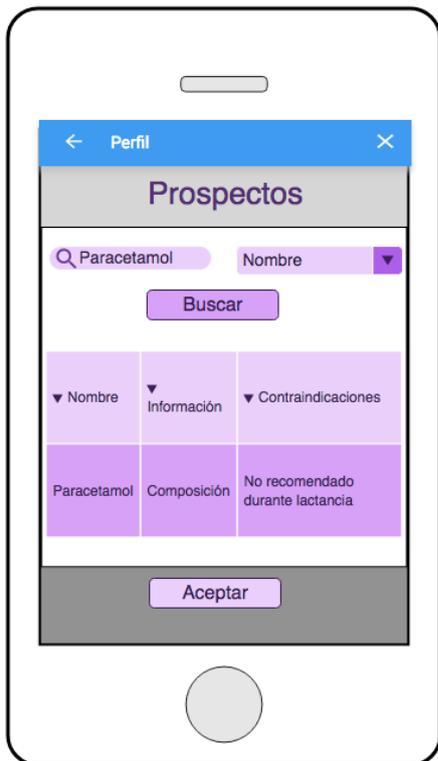
Vista de un tratamiento específico



Pantalla para añadir tratamientos



Pantalla de visualización de datos



Búsqueda de medicamentos



Pantalla de farmacias cercanas

Estas maquetas sirvieron como guía para tener en cuenta el número de pantallas que la aplicación iba a tener y cómo iba a ser su diseño. Finalmente no todas las maquetas coinciden con el resultado final obtenido.

B Manual de uso de la aplicación

Pantalla de inicio de la aplicación. Al acceder a la aplicación se le mostrará al usuario la pantalla de inicio de la aplicación. A través de ella podrá realizar tres acciones: entrar en la aplicación, registrarse en la aplicación o ver información acerca de la aplicación.



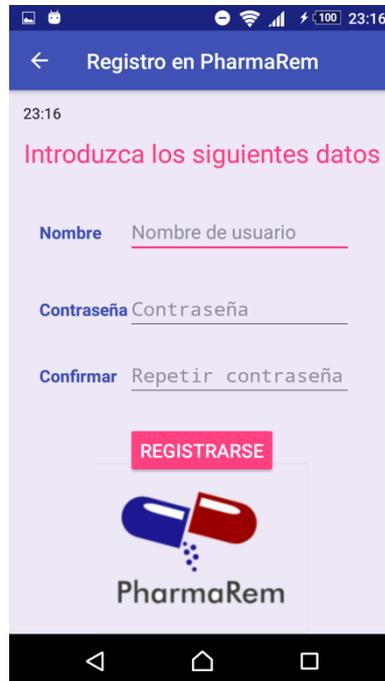
Pantalla de inicio de la aplicación

Pantalla de información de la aplicación. En ella se describirá brevemente la funcionalidad de la aplicación móvil PharmaRem.



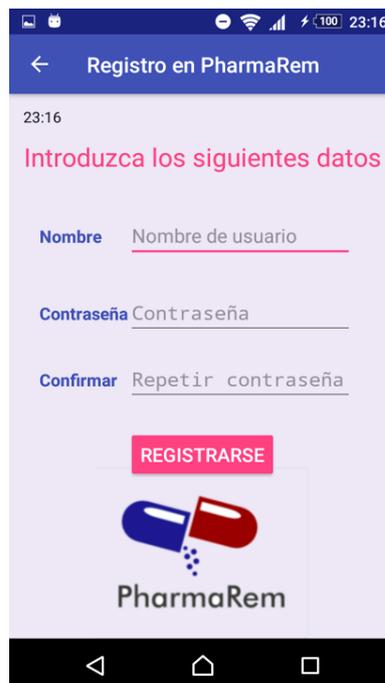
Pantalla de información de la aplicación

Pantalla de registro. Pantalla a través de la cual el usuario se registra en la aplicación. Para ello deberá de completar todos los datos del formulario, eligiendo un nombre, que será único, y una contraseña. Para evitar que haya problemas con la contraseña, se pide al usuario que repita la contraseña y se controla que ambas contraseñas sean iguales.



Pantalla de registro en la aplicación

Pantalla de login: En esta pantalla el usuario deberá introducir su nombre y contraseña para así poder acceder a su perfil.

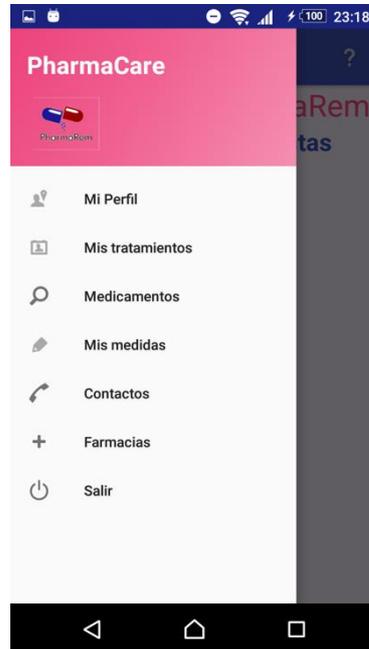


Pantalla de login de la aplicación

Menú principal de la aplicación. Una vez el usuario se haya autenticado en la aplicación, accederá a este menú. En él podrá desplegar un menú con todas las acciones que puede realizar, visualizar las tomas que tiene pendientes y acceder al menú de ayuda de la aplicación a través del icono de ayuda.



Lista de tomas pendientes



Menú desplegable



Menú de ayuda

Menú de tratamientos. A través de este menú el usuario podrá gestionar sus tratamientos médicos. Podrá añadir nuevos tratamientos, visualizará una lista con los tratamientos activos que tiene y podrá acceder a cualquiera de ellos al pinchar sobre ellos. Al ver la información detallada de uno de ellos visualizará los datos y podrá editarlo o eliminarlo.



Lista de tratamientos



Añadir tratamiento

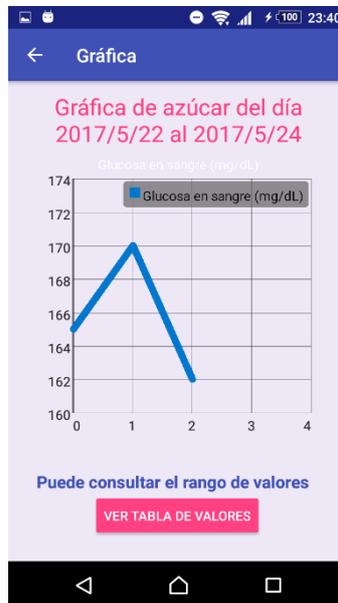


Tratamiento en detalle

Menú de medidas. En este menú el usuario podrá añadir medidas y generar gráficas de control de sus medidas de azúcar, peso o tensión. Podrá además visualizar una tabla de datos donde se establecen los rangos de las medidas.



Agregar medida

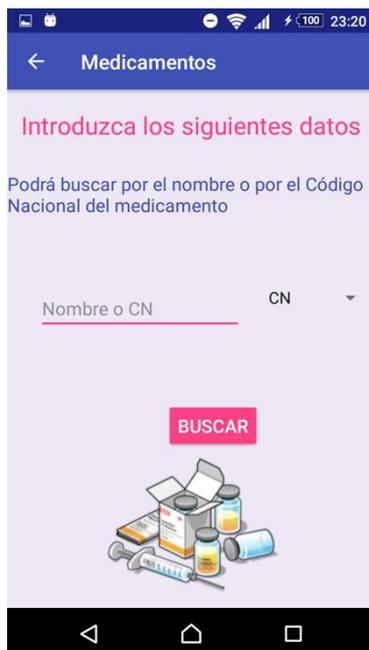


Gráfica de control de glucosa

Situación	Valores glucosa (mg/dL)
Excelente	50 - 115
Bueno	150 - 180
Malo	250 - 380

Tabla de valores de glucosa

Menú de medicamentos. En este menú el usuario podrá buscar información de cualquiera de los medicamentos registrados en el Vademecum. La búsqueda se podrá hacer por nombre o por Código Nacional del medicamento. Cuando la búsqueda se realice por nombre, mientras el usuario escribe el nombre del medicamento, le aparecerá una lista con los medicamentos que contienen esos caracteres. Una vez le dé a buscar, si el medicamento no existe se le notificará al usuario a través de un mensaje. En caso contrario, se le abrirá una nueva pantalla con la información del medicamento.



Buscar un medicamento



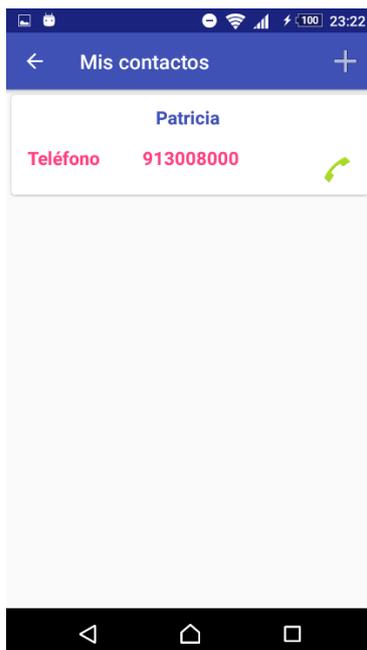
Información de un medicamento

Menú de farmacias cercanas. En este menú el usuario podrá ver la localización de las farmacias más cercanas según su posición. Cuando pulse sobre esa opción, se le abrirá la herramienta de *Google Maps*. Su posición actual estará señalada en el mapa con un punto azul, y las farmacias con un icono de fondo rojo.

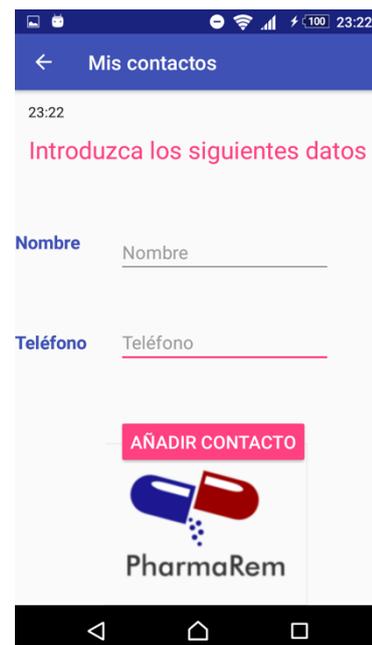


Farmacias cercanas

Menú de contactos. En este menú los usuarios podrán añadir números de contacto por si, en caso de duda en alguna de las tomas, tenga una agenda a través de la cual pueda avisar a algún contacto para preguntar.

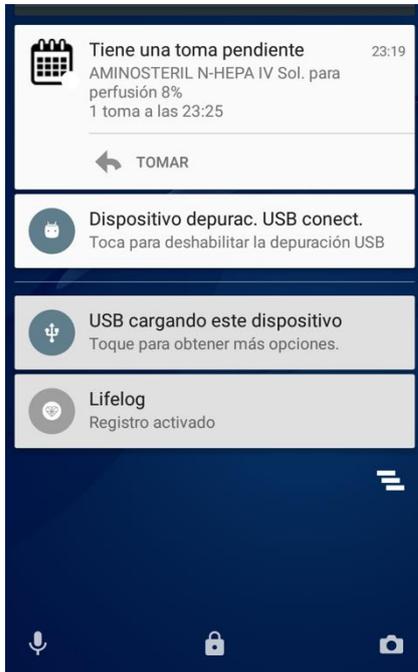


Lista de contactos

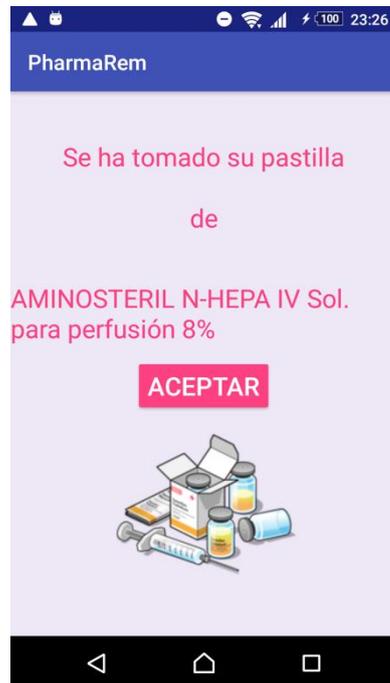


Añadir contacto

Gestión de notificaciones. El usuario recibirá una notificación cada vez que deba realizar una toma. Esta toma deberá ser confirmada, ya que una vez que se tenga la hora de confirmación, se creará la siguiente toma.



Notificación de toma

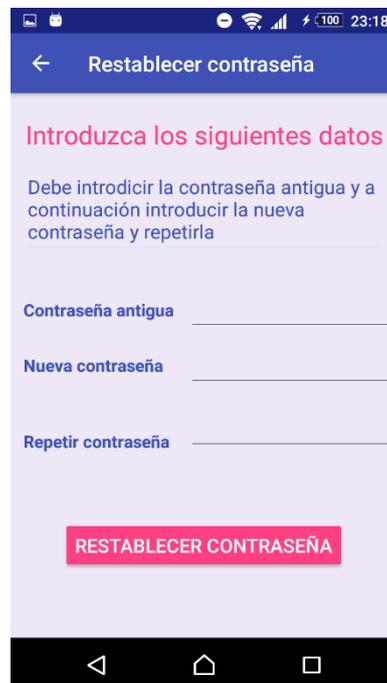


Confirmación de toma

Perfil del usuario. En este menú el usuario podrá actualizar su contraseña de acceso. Para ello deberá completar la contraseña antigua y a continuación introducir la nueva contraseña.



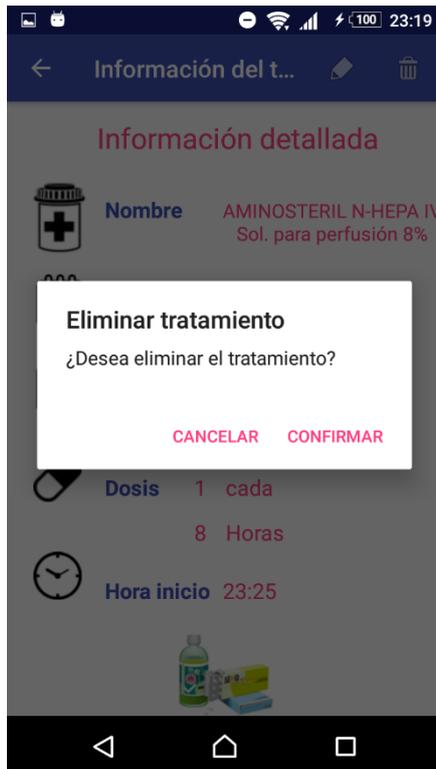
Perfil del usuario



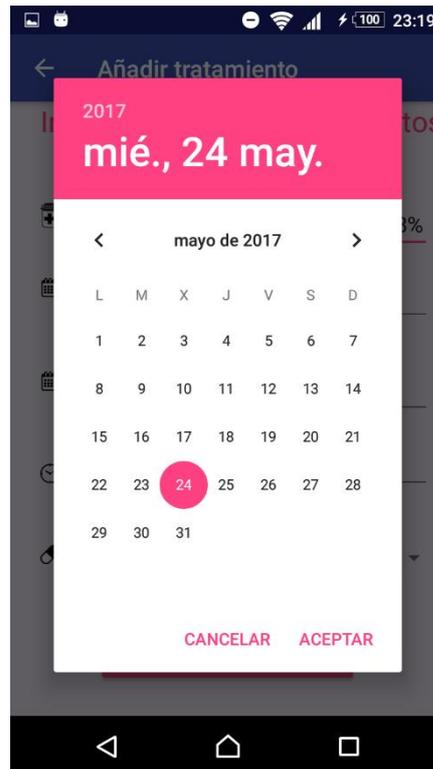
Pantalla de actualizar contraseña

Con el fin de hacer una aplicación sencilla de usar y con una interfaz clara, se han añadido los siguientes elementos para hacer más sencillo su uso.

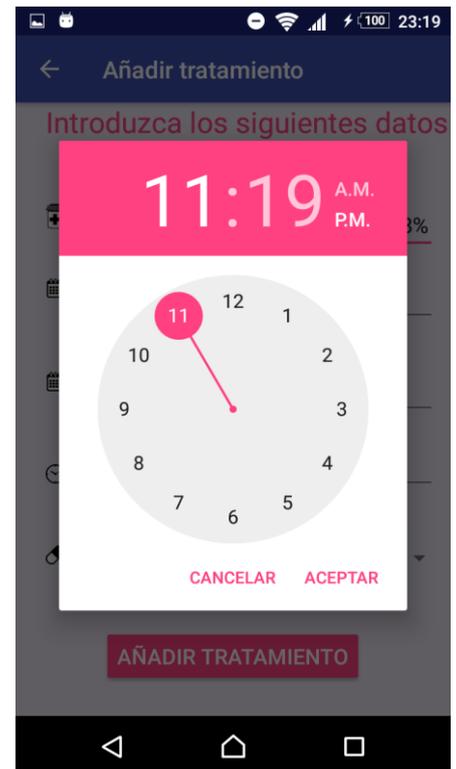
- Confirmación de acciones. Antes de que se realice la eliminación de un tratamiento, se mostrará un diálogo para que se confirme la acción.
- Se añaden calendarios y relojes para que el usuario pueda seleccionar la fecha y la hora de manera más sencilla.



Diálogo de confirmación



Selector de fecha

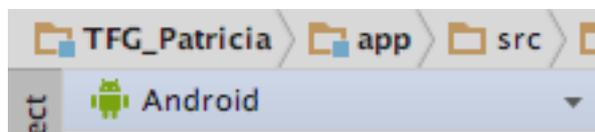


Selector de hora

C Manual de instalación

Para poder probar la aplicación bastará con seguir los siguientes pasos para su instalación:

1. Descargar Android Studio. Según el Sistema Operativo del ordenador deberá instalar distintas versiones. Podrá descargarlo en <https://developer.android.com/studio/index.html?hl=es-419>
2. Seguir los pasos de instalación de la aplicación.
3. Descargar el proyecto en la siguiente dirección https://www.dropbox.com/s/113kob0kwcbxqsi/TFG_Patricia.zip?dl=0
4. Abrir el Android Studio e ir a File → Open y seleccionar la carpeta del proyecto.
5. Para poder visualizar los módulos del proyecto, deberá cambiar la vista del proyecto de Project a Android.



Vista a la que se debe cambiar para visualizar correctamente el proyecto

6. Para poder ejecutar la aplicación lo podrá hacer de dos formas:
 - A través de un emulador que ofrece la aplicación. Si se usa esta opción bastaría con pulsar sobre “Run app”. Si es la primera vez que se usa el emulador, tendrá que descargarlo. Bastará con seguir los pasos para la instalación. A continuación deberá elegir el emulador que desea abrir. Finalmente se abrirá el emulador seleccionado y podrá utilizar la aplicación.
 - Descargando la aplicación en el móvil. Deberá poner el móvil en modo desarrollo. La manera de hacerlo dependerá del dispositivo móvil del que disponga. A continuación deberá conectar el móvil al ordenador a través de un cable USB. Finalmente deberá pulsar sobre “Run App” y elegir el dispositivo móvil para la instalación. Finalmente la aplicación se instalará en el dispositivo móvil.