



Trabajo Fin de Máster

**Diseño e implementación de una aplicación
Android para la gestión de datos de equipos
de diagnóstico clínico.**

Autor

Juan Carlos Sirera Palao

Director

Eduardo Mena Nieto
Área de Lenguajes y Sistemas Informáticos
Dpto. de Informática e Ingeniería de Sistemas

**Máster de Ingeniería Biomédica
Febrero 2013**

Agradecimientos

Me gustaría dar mi primer agradecimiento a toda la gente que anónimamente ha aportado un valor en mayor o menor medida a este Trabajo Fin de Máster, así como personalmente a...

Cristina, por sus consejos, apoyo y estar siempre ahí.

Eduardo, por su comprensión (y por ser mi tutor).

Y por supuesto a mi familia, que son los que en silencio “sufren” y me apoyan en todos los proyectos que he emprendido en mi vida.

A todos aquellos que alguna vez me preguntaron cómo me iba...

GRACIAS !!!

RESUMEN

Actualmente, el sector de las comunicaciones e internet están experimentando un gran crecimiento y evolución tecnológica, y por otra parte las empresas cada día necesitan que sus procesos sean ágiles, eficientes y automatizados. Teniendo en cuenta lo anterior, el presente Trabajo Fin de Máster se centra en el desarrollo de una aplicación que permitirá al ingeniero de campo conocer toda la información relevante del equipo de diagnóstico médico en el que realiza la intervención, así como poder descargar un backup anterior con el que restaurar los diferentes parámetros completos del equipo y la configuración de test en caso de inestabilidad del sistema. También permitirá almacenar en la base de datos nuevos backup, configuraciones del protocolo ASTM y toda la información generada de la intervención realizada, que a su vez, puede ser consultada por los diferentes ingenieros de campo con acceso a la aplicación para poder diagnosticar un problema o potencial problema en un futuro al consultar el historial de intervenciones.

En este documento se detalla el análisis, diseño e implementación de la aplicación creada para dispositivos móviles Android.

PALABRAS CLAVE: Gestión de equipos, Android, coagulación, internet, base de datos.

ABSTRACT

Nowadays, IT and internet areas are experimenting a fast growing and technological evolution. Companies and hospitals are in need of more agile, efficient and automated processes. Considering the objectives cited before, this work is focus in the development of a new application that will allow engineers to know all the relevant information about medical diagnostic equipments, solve the problems they presented as well as download previous backup files to restore the different equipment's parameters and test configurations when the system don't operate properly. With this new application it will be also possible to store in the data base new backup, ASTM protocols configurations and all the relevant information related with the last work developed in the system. This information will be available to be consulted by engineers when they access to the application, helping them to diagnosed problems using previous data records.

The document details the design, implementation and analysis of the new Android application for mobile devices.

KEYWORDS: Equipment management, Android, coagulation, internet, database.

ÍNDICE DE CONTENIDOS.

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1 Motivación.....	8
1.2 Objetivos.....	9
1.3 Glosario de términos.....	10
2. ESTADO DEL ARTE.....	11
2.1 Equipos STA y DESTINY.....	11
2.2 Android.....	12
2.3 Justificación de tecnologías.....	15
3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.....	17
3.1 Descripción general.....	17
3.2 Casos de uso.....	19
3.3 Requisitos del sistema.....	27
3.3.1 Requisitos funcionales.....	27
3.3.2 Requisitos no funcionales.....	29
3.3.3 Requisitos de restricción.....	30
4. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN.....	31
4.1 Diseño de la base de datos.....	31
4.2 Flujo de navegación.....	35
4.3 Decisiones de diseño.....	36
5. PRUEBAS.....	37
5.1 Pruebas de aceptación.....	37
6. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS.....	41
6.1 Conclusiones.....	41
6.2 Desarrollo del proyecto.....	42
6.3 Líneas futuras.....	43
7. ÍNDICE DE FIGURAS.....	44
8. ÍNDICE DE TABLAS.....	45
9. REFERENCIAS.....	46

ANEXO 1. MANUAL DE USUARIO.....	48
--	-----------

ANEXO 2. EXPERIENCIA LABORAL EN EL SECTOR DE LA INGENIERÍA BIOMÉDICA.....	59
--	-----------

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este capítulo es presentar el trabajo realizado en este Trabajo Fin de Máster.

En esta introducción, se describe brevemente la situación técnica, los motivos que me han llevado a su desarrollo y los objetivos que se desean alcanzar.

1.1 Motivación

La motivación principal que me ha llevado a la realización de este Trabajo Final de Máster (TFM) viene dada por mi experiencia personal y las impresiones intercambiadas con compañeros de trabajo.

Actualmente trabajo en Diagnóstica Stago S.L., una multinacional farmacéutica líder en el sector de la hemostasia como ingeniero de campo, responsable técnico de Portugal y especialista de Tcoag y Thrombinoscope. En la actualidad gestiona y realiza diferentes intervenciones sobre nuestros analizadores en hospitales y laboratorios, y es en ese momento, donde encuentro la necesidad de tener una herramienta que centralice toda la información necesaria de manera ordenada, simple de utilizar y accesible en cualquier momento.

En estos momentos solo se dispone de la información de los analizadores en la sede central o en la filial de cada país, por lo que tener toda la información actualizada en cualquier momento de los diferentes equipos es imposible. El único método que se utiliza para conseguir información del equipo cuando el ingeniero se encuentra en el campo es contactando con el servicio de “*Hotline*” y pedir la información necesaria, dificultando el trabajo del departamento y retrasando el tiempo de respuesta y reparación. Con el sistema desarrollado el ingeniero de campo es capaz de acceder a la información que se detalla a continuación:

- Consultar/modificar el reactivo utilizado para cada uno de los test que se realiza en el laboratorio.
- Información sobre el piercing del analizador.
- Listado completo de intervenciones realizadas en el equipo, con fecha e ingeniero que las ha realizado.
- Posibilidad de actualizar la intervención realizada desde la misma aplicación, con un campo para el código de intervención y breve descripción.
- Consulta/modificación de los valores de Ratio para el PT y APTT.
- Descarga/subida de ficheros de backup del analizador.
- Descarga/subida del documento de protocolo de comunicación ASTM.

El acceso a toda la información detallada anteriormente se traduce en un acortamiento del tiempo en el que el analizador se encuentra fuera de servicio, un hecho de vital importancia en los centros de urgencia.

Otro factor que me ha motivado en la realización de este TFM es la importante expansión que tienen a día de hoy los dispositivos móviles inteligentes (principalmente smartphones y tablets) que nos permiten almacenar gran cantidad de datos y total comunicación.

Por último, otro aspecto muy importante para la viabilidad del TFM es el gran avance en la infraestructura de red permitiéndonos conectarnos a la red prácticamente en cualquier ubicación geográfica en nuestro ámbito de trabajo.

En resumen, los factores expuestos hacen que sea totalmente viable la realización de este TFM, puesto que, existe una necesidad, se cuenta con los recursos necesarios y no existen factores de importancia que limiten su aplicación.

1.2 Objetivos

El objetivo principal de este TFM consiste en desarrollar una aplicación completa y totalmente funcional basada en la plataforma Android, así como la gestión de los datos almacenados reales y de importancia en la gestión y reparación de los equipos.

El desarrollo de esta herramienta facilitará las tareas diarias, optimizará recursos y tiempo, mejorando de este modo los tiempos de respuesta en reparación y predicción de fallos en el sector de diagnóstico médico.

Para alcanzar el objetivo principal, existen otros objetivos secundarios a conseguir:

- Analizar la situación actual de los analizadores de hemostasia.
- Análisis previo de la información importante y necesaria de una intervención que se integrará en la aplicación.
- Análisis de la información de la información necesaria que se almacenará en la base de datos.
- Diseño e implementación de la base de datos.
- Análisis de servidores existentes y las formas de comunicación con Android OS.
- Conocer los detalles de la arquitectura Android^[1] y obtener los conocimientos necesarios para desarrollar la aplicación.
- Diseñar e implementar una aplicación Android completa que implemente las necesidades identificadas, que se comunique con el servidor de manera eficaz y eficiente, y presente la información de manera sencilla, intuitiva y ordenada.
- Realizar pruebas a la finalización de la implementación del sistema, para asegurar el cumplimiento de los objetivos.

1.3 Glosario de Términos

ASTM:	Protocolo de intercambio de datos analíticos.
SDK:	Kit de Desarrollo de Software. Conjunto de herramientas de desarrollo que permite a un programador crear aplicaciones para un sistema concreto.
ADT:	Android Development Tools. Plugin para Eclipse que integra el entorno para la creación de aplicaciones.
APK:	Aplicación diseñada para Android OS.
API:	Interfaz de programación de aplicaciones.
Código QR:	Código de respuesta rápida. Es un módulo útil para almacenar información en una matriz de puntos o un código de barras bidimensional.
Hemostasia:	Conjunto de mecanismos aptos para detener los procesos hemorrágicos.
Piercing:	Sistema de perforación de tubos.
Mapping:	Mapeado 3D de los movimientos de la aguja.
PT:	Tiempo de protrombina.
APTT:	Tiempo de Tromboplastina Parcial Activada.
INR:	El International Normalized Ratio (INR) es una forma de estandarizar los valores obtenidos a través del tiempo de protrombina.
FIB:	Fibrinógeno.
D-DIMER:	Productos de degradación de fibrina.
AT-III:	Antitrombina III.
FC-VIII:	Factor VIII de coagulación o factor anti-hemofílico A.
HEPARIN:	Heparina.
LUPUS:	Anticoagulante.
QC:	Control de calidad (normal + patológico).
AndroidMarket:	Tienda de aplicaciones Android.
Swipe:	Deslizar.
Dashboard:	Interfaz.

2. ESTADO DEL ARTE

2.1 Equipos STA y DESTINY

La aplicación diseñada va enfocada directamente a equipos de diagnóstico clínico, concretamente la hemostasia. Las familias STA y DESTINY son equipos pertenecientes a Diagnóstica Stago S.A.S. La principal característica de estos analizadores es la posibilidad de elección de detección del coágulo por el método óptico o micro-mecánico, ya que el método micro-mecánico es una patente de Diagnóstica Stago S.A.S. Existen principalmente siete modelos sin diferencias en el sistema de obtención de resultados. Todos los analizadores están totalmente automatizados, conexión completa al sistema informático del laboratorio, calibraciones de técnicas precalibradas (código de barras) y detección del coágulo de forma cronométrica, cromogénica e inmunológica.

- Equipos STA

Los equipos STA son analizadores diseñados y fabricados en su totalidad por Diagnóstica Stago S.A.S. La diferencia fundamental la encontramos en el volumen de muestras capaz de procesar, lo que permite una adaptación a las necesidades de cada cliente.

- STA Satellite: Equipo con un volumen de procesado de muestras bajo.
- STA Compact CT: Posibilidad de cap piercing. Equipo con detección de coágulo únicamente cronométrica. Capacidad de procesado de muestras medio.
- STA Compact: Posibilidad de cap piercing. Equipo con capacidad de procesado de muestras medio.
- STA Compact MAX: Posibilidad de cap piercing. Equipo con capacidad de procesado de muestras medio-alto.
- STA-R Evolution: Único equipo en la actualidad con posibilidad de conexión remota por parte del servicio técnico. Posibilidad de cap piercing. Capacidad de procesado de muestras alto.

- Equipos DESTINY

Los equipos DESTINY son analizadores diseñados y fabricados en su totalidad por Tcoag (División alemana de coagulación de Trinity Biotech adquirida por Diagnóstica Stago S.A.S en 2010). Actualmente existen dos modelos de analizadores DESTINY.

- DESTINY Plus: Equipo con un volumen de procesado de muestras medio.

- DESTINY Max: Posibilidad de cap piercing. Equipo totalmente adaptado a toda la gama de reactivos Stago. Capacidad de procesado de muestras alto.



Figura 1. Analizadores.

2.2Android

Android es una plataforma de software y un sistema operativo para dispositivos móviles basada en un kernel Linux, desarrollada por Google y más tarde por la Open Handset Alliance^[2]. Esta plataforma permite a los desarrolladores escribir código en Java que se ejecuten en móviles mediante las librerías Java desarrolladas por Google. También se pueden escribir aplicaciones en otros lenguajes, como por ejemplo C, para posteriormente ser compiladas en código nativo ARM y ejecutarlas, aunque este proceso de desarrollo no está soportado oficialmente por Google. La mayor parte de la plataforma de Android está disponible bajo licencia de software libre de Apache y otras licencias de código abierto.

La estructura del sistema operativo, compuesto por más de 12 millones de líneas de código escritas en C, C++, Java y XML, está formada por un conjunto de aplicaciones que se ejecutan en un framework Java^[3] de aplicaciones orientadas a objetos sobre una máquina virtual conocida como Dalvik Virtual Machine^[4] y que se compilan en tiempo de ejecución.

Versiones

Las versiones de Android reciben el nombre de postres en inglés. En cada versión el postre elegido empieza por una letra distinta siguiendo un orden alfabético:

Número de versión	Nombre de la versión	Fecha de salida
Beta	-	5 de noviembre de 2007
1.0	<u>A</u> pple Pie	23 de septiembre de 2008
1.1	<u>B</u> anana Bread	9 de febrero de 2009
1.5	<u>C</u> upcake	30 de abril de 2009
1.6	<u>D</u> onut	15 de septiembre de 2009
2.1/2.1	<u>E</u> clair	26 de octubre de 2009
2.2	<u>F</u> royo	20 de mayo de 2010
2.3	<u>G</u> ingerbread	6 de diciembre de 2010
3.0/3.1	<u>H</u> oneycomb	27 de enero de 2011
4.0	<u>I</u> ce Cream Sandwich	19 de octubre de 2011
4.1/4.1.2/4.2/4.2.1	<u>J</u> ellyBean	9 de julio de 2012
5	<u>K</u> ey Lime Pie	-

Tabla 1. Versiones Android.

Diseño y desarrollo

Android, al contrario que otros sistemas operativos para dispositivos móviles como iOS o Windows Phone, se desarrolla de forma abierta y se puede acceder tanto al código fuente como a la lista de incidencias donde se pueden ver problemas aún no resueltos y reportar problemas nuevos.

El que se tenga acceso al código fuente no significa que se pueda tener siempre la última versión de Android en un determinado móvil, ya que el código para soportar el hardware (controladores) de cada fabricante normalmente no es público, así que faltaría un trozo básico del firmware para poder hacerlo funcionar en dicho terminal, y porque las nuevas versiones de Android suelen requerir más recursos, por lo que los modelos más antiguos quedan descartados por razones de memoria (RAM), velocidad de procesador, etc.

Aplicaciones

Las aplicaciones se desarrollan habitualmente en el lenguaje Java con *Android Software Development Kit (Android SDK)*, pero están disponibles otras herramientas de desarrollo, incluyendo un Kit de Desarrollo Nativo para aplicaciones o extensiones en C o C++, *Google App Inventor*, un entorno visual para programadores novatos y varias aplicaciones de la plataforma web móvil marcos y también es posible usar las bibliotecas Qt gracias al proyecto *Necessitas SDK*.

El desarrollo de aplicaciones para Android no requiere aprender lenguajes complejos de programación. Todo lo que se necesita es un conocimiento aceptable de Java y estar en posesión del kit de desarrollo de software o «*SDK*» provisto por Google y herramientas de desarrollo «*ADT*»^[5] las cuales se pueden descargar gratuitamente.

Todas las aplicaciones están comprimidas en formato *APK*, que se pueden instalar sin dificultad desde cualquier explorador de archivos en la mayoría de dispositivos.

También se ha de tener en cuenta que no todos los móviles tienen la misma versión del sistema operativo instalada, y que por tanto, algunas de las funciones del *API* de Android no son compatibles.

Características de Android

Características y especificaciones actuales	
Diseño de dispositivo	La plataforma es adaptable a pantallas de mayor resolución, VGA, biblioteca de gráficos 2D, biblioteca de gráficos 3D basada en las especificaciones de la OpenGL ES 2.0 y diseño de teléfonos tradicionales.
Almacenamiento	SQLite ^[6] , una base de datos liviana, que es usada para propósitos de almacenamiento de datos.
Conectividad	GSM/EDGE, IDEN, CDMA, EV-DO, UMTS, Bluetooth, Wi-Fi, LTE, HSDPA, HSPA+ y WiMAX.
Mensajería	SMS y MMS son formas de mensajería, incluyendo mensajería de texto y ahora la Android Cloud to Device Messaging Framework (C2DM) es parte del servicio de Push Messaging de Android.
Navegador web	El navegador web incluido en Android está basado en el motor de renderizado de código abierto WebKit, emparejado con el motor JavaScript V8 de Google Chrome. El navegador por defecto de Ice Cream Sandwich obtiene una puntuación de 100/100 en el test Acid3.
Soporte de Java	Aunque la mayoría de las aplicaciones están escritas en Java, no hay una máquina virtual Java en la plataforma. El byte code Java no es ejecutado, sino que primero se compila en un ejecutable Dalvik y corre en la Máquina Virtual Dalvik.

Soporte multimedia	WebM, H.263, H.264 (en 3GP o MP4), MPEG-4 SP, AMR, AMR-WB (en un contenedor 3GP), AAC, HE-AAC (en contenedores MP4 o 3GP), MP3, MIDI, OggVorbis, WAV, JPEG, PNG, GIF y BMP.
Soporte para streaming	Streaming RTP/RTSP (3GPP PSS, ISMA), descarga progresiva de HTML (HTML5 <video>tag). Adobe Flash Streaming (RTMP) es soportado mediante el Adobe Flash Player.
Soporte para hardware adicional	Cámaras de fotos, de vídeo, pantallas táctiles, GPS, acelerómetros, giroscopios, magnetómetros, sensores de proximidad y de presión, sensores de luz, gamepad, termómetro, aceleración por GPU 2D y 3D.
Entorno de desarrollo	Incluye un emulador de dispositivos, herramientas para depuración de memoria y análisis del rendimiento del software. El entorno de desarrollo integrado es Eclipse (actualmente 3.4, 3.5 o 3.6) usando el plugin de Herramientas de Desarrollo de Android.
Multi-táctil	Soporte nativo para pantallas capacitivas con soporte multi-táctil
Bluetooth	El soporte para A2DF y AVRCP fue agregado en la versión 1.5, el envío de archivos (OPP) y la exploración del directorio telefónico fueron agregados en la versión 2.0, y el marcado por voz junto con el envío de contactos entre teléfonos lo fueron en la versión 2.2.
Multitarea	Multitarea real de aplicaciones está disponible, es decir, las aplicaciones que no estén ejecutándose en primer plano reciben ciclos de reloj.
Características basadas en voz	La búsqueda en Google a través de voz está disponible como "Entrada de Búsqueda" desde la versión inicial del sistema.
Tethering	Android soporta tethering, que permite al teléfono ser usado como un punto de acceso alámbrico o inalámbrico.

Tabla 2. Características Android.

2.3 Justificación de las tecnologías

Android

Principales alternativas: iOS, Windows Phone, Symbian, BlackBerry OS.

Se ha optado por utilizar Android ya que es el sistema operativo mayoritario en estos momentos tanto en smartphones como en tablets que son el tipo de terminales a los que va enfocada esta aplicación.

Otro aspecto muy importante y determinante ha sido la facilidad que proporciona el propio sistema operativo de código abierto, gran cantidad de cursos/tutoriales online desde la propia página de Android para desarrolladores, códigos fuente libre y la existencia de un *plugin* de desarrollo para Eclipse proporcionado por Google gratuitamente.

Eclipse IDE

Alternativas: Netbeans.

Se ha optado por la utilización de Eclipse IDE[\[7\]](#) principalmente (y casi obligatoriamente) por la existencia de un *plugin* proporcionado por Google para facilitar el desarrollo de aplicaciones en Android.

JAVA y XML

Alternativas: Ninguna.

Las aplicaciones Android están escritas en JAVA y XML[\[8\]](#). Existe la posibilidad de una alternativa, en nuestro caso, en el momento de transmitir los datos.

Backend parse.com

Alternativas: MySQL[\[9\]](#), Oracle, SQL Server.

Para la parte servidora, hemos utilizado el backend parse.com a través de su SDK[\[10\]](#) para Android por la facilidad de uso e integración en la aplicación.

Integración SDK parse

Alternativas: REST, SOAP.

La integración de SDK para Android, permite la obtención de entidades de un modelo asíncronamente. Esto evita tener que parsear ficheros XML o JSON[\[11\]](#) provenientes de servicios REST[\[12\]](#)/SOAP[\[13\]](#), ya que está todo incluido en el SDK de Parse[\[14\]](#).

ZXing

Alternativa: Desarrollo de la aplicación para la lectura de códigos QR e integración en la misma aplicación.

En cuanto a la captura de código QR, se utiliza la librería externa ZXing[\[15\]](#), que es la más común para cubrir éste tipo de funcionalidades ya que si existe una aplicación que realiza una función es fácilmente incluir la librería para su utilización.

3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

3.1 Descripción general

El sistema desarrollado tiene como objetivo facilitar el acceso, tanto para la consulta como para el almacenamiento, de todos los datos que tienen relevancia en el momento de realizar una intervención en un equipo de diagnóstico clínico.

A continuación se enumeran las características de uso principales:

- En la aplicación es posible almacenar y/o consultar información tan importante como los reactivos que utiliza cada centro (previamente configurado) para cada uno de los test que se realizan, aportando de este modo posibles causas de contaminación, problemas con el sistema fluídico o problemas de ajustes de temperaturas en los *brazos*, ya que existen diferentes reactivos con características y parámetros diferentes y, en unos casos u otros, en caso de error aportan información sobre parámetros configurados en el equipo.

La información de piercing y modelo también está presente en la información general del equipo.

- Otro de los aspectos importantes en el diseño de la aplicación es que permite conocer todas las intervenciones que se han realizado en el equipo, la fecha en que se han realizado y el ingeniero/a que ha realizado dicha intervención, aportando en una lista todo el historial completo del equipo de actualizaciones, mantenimientos preventivos y mantenimientos correctivos realizados, especificando mediante códigos internos de uso en la empresa diferentes para cada tipo de fallo y una breve descripción del problema solucionado.
- Así mismo, la aplicación permite: descargar/ subir los ficheros de backup (.zip), una gran ventaja en caso de inestabilidad del sistema, ya que con tan solo pulsar sobre el fichero que deseemos descargar tenemos en nuestro dispositivo la configuración correcta para el equipo que contiene la siguientes información:
 - Toda la información del mapping de los brazos.
 - Temperaturas de las agujas.
 - Cajones de reactivos.
 - Posiciones de incubación.
 - Configuración de los test específicos para el laboratorio.

Estos backups son realizados por los ingenieros después de cada intervención, por lo que en la base de datos existen diferentes copias de

seguridad para estabilizar el sistema, desde esta misma aplicación también es posible subir el fichero de backup que se ha realizado al terminar la intervención.

- Otra herramienta de subida y descarga disponible es la de almacenamiento del protocolo ASTM, permitiendo mantener la misma configuración con el sistema informático del hospital. Una vez descargado el documento, permite volver a subir el documento actualizado para futuras descargas y modificaciones.
- El último aspecto importante que se ha tenido en cuenta para el diseño del sistema es la posibilidad de almacenar y mostrar en forma de listado los valores de Ratio para los test de PT y APTT. Los valores de Ratio son realmente importantes, ya que el equipo utiliza el valor para calcular el INR de cada técnica y con ella el diagnóstico de paciente normal o patológico. La información queda almacenada para un posible análisis posterior, ya que los valores de Ratio se obtienen de 20 muestras de pacientes normales en el caso del PT y 100 muestras de pacientes normales para el APTT y podríamos estudiar la evolución en la coagulación de la población normal por diferentes zonas.

Debido a que la aplicación se va a ejecutar en dispositivos móviles, en diferentes localizaciones y con mucha frecuencia, se ha integrado la librería externa ZXing que permite escanear códigos QR, diseñados para cada uno de los equipos que, una vez autenticados en la aplicación permiten el acceso instantáneo a la información.

Además de la aplicación, es necesario contar con un servidor que disponga de la base de datos y que disponga de los mecanismos necesarios para recibir y enviar la información desde y hacia los dispositivos móviles que ejecutan la aplicación.

A continuación, se puede ver de manera gráfica la estructura del sistema.



Figura 2. Esquema de comunicación.

Como se observa, la comunicación del dispositivo con el servidor se realiza a través de la red de telefonía móvil o Wifi.

3.2 Casos de uso

A continuación, se presenta el esquema de casos de uso:

Usuario	Caso de uso
User	Log-In
	Scan QR
	Consultar. Dashboard-Equipment
	Modificar. Dashboard-Equipment
	Consultar. Dashboard-Intervention
	Añadir. Dashboard-Intervention

	Consultar. Dashboard-Ratio
	Añadir. Dashboard-Ratio
	Download. Dashboard-Backups
	Upload. Dashboard-Backups
	Download. Dashboard-ASTM
	Upload. Dashboard-ASTM

Tabla 3. Esquema de casos de uso.

Una vez especificados los casos de uso, se muestra una especificación más detallada mediante la utilización de unas tablas preconcebidas que contienen campos referidos a aspectos o características de la naturaleza del caso de uso. A continuación, se describe el significado de cada uno de los campos:

- **Identificación:** Identificador asociado a cada caso de uso. Su nomenclatura viene dada por CUXX, donde XX es el número incremental único de los casos.
- **Caso de uso:** Nombre descriptivo del caso de uso.
- **Actores:** Usuario implicado en el caso de uso.
- **Objetivo:** Descripción de la funcionalidad atribuida al caso.
- **Precondiciones:** Condiciones necesarias que se deben cumplir para realizar el caso de uso.
- **Postcondiciones:** Consecuencia que provoca la ejecución del caso en el sistema.
- **Escenario básico:** Descripción del flujo principal del caso de uso en relación a la interacción entre el actor y el sistema.
- **Escenario alternativo:** Uno o varios de los flujos del caso de uso, diferentes al escenario básico, que se pueden llevar a cabo debido a la evaluación de condiciones de error u otros factores.

Casos de uso:

Caso de uso	Log-In	CU01
Actores	Usuario	
Objetivo	El usuario de auténtica mediante usuario y contraseña	
Precondiciones	Ninguna	
Postcondiciones	Usuario registrado en el sistema	
Escenario Básico	1) Se ejecuta la aplicación. 2) El usuario introduce su user y password. 3) Se muestra la pantalla Escaneo.	
Escenario Alternativo	Se muestra un mensaje de error si: - El usuario no existe en el sistema. - La contraseña no corresponde con el usuario.	

Tabla 4. Caso de uso 01.

Caso de uso	Scan QR	CU02
Actores	Usuario	
Objetivo	Introducir manualmente el S/N o escanear el código QR del equipo	
Precondiciones	Log-In correcto	
Postcondiciones	S/N existente en el sistema	
Escenario Básico	1) Se introduce el S/N manual o por escaneo. 2) Se confirma la existencia del equipo. 3) Se muestra la pantalla Dashboard-Equipment.	
Escenario Alternativo	Se muestra un mensaje de error si: - El S/N no existe en el sistema. - El código QR no es válido para la aplicación.	

Tabla 5. Caso de uso 02.

Caso de uso	Consultar. Dashboard-Equipment	CU03
Actores	Usuario	
Objetivo	Consultar información de relevancia almacenada en el sistema	
Precondiciones	Log-In y S/N correcto	
Postcondiciones	No existen alteraciones en el sistema	
Escenario Básico	Se muestra la información del equipo automáticamente.	
Escenario Alternativo	Se muestra un mensaje de error si: - Se produce un error en la recuperación de la información.	

Tabla 6. Caso de uso 03.

Caso de uso	Modificar. Dashboard-Equipment	CU04
Actores	Usuario	
Objetivo	Modificar la información del equipo.	
Precondiciones	Log-In y S/N correcto.	
Postcondiciones	La nueva intervención se encuentra añadida en el sistema.	
Escenario Básico	1) Se pulsa la tecla menú –Edit values. 2) Se modifican los valores deseados y se pulsa el botón Upload. 3) Los nuevos valores aparecen automáticamente en la información del equipo.	
Escenario Alternativo	Se muestra un mensaje de error si: - Se produce un error en el envío de la información.	

Tabla 7. Caso de uso 04.

Caso de uso	Consultar. Dashboard-Intervention	CU05
Actores	Usuario	
Objetivo	Consultar las intervenciones anteriores realizadas al equipo.	
Precondiciones	Log-In y S/N correcto	
Postcondiciones	No existen alteraciones en el sistema	
Escenario Básico	Se muestra la información del equipo automáticamente.	
Escenario Alternativo	Se muestra un mensaje de error si: - Se produce un error en la recuperación de la información.	

Tabla 8. Caso de uso 05.

Caso de uso	Añadir. Dashboard-Intervention	CU06
Actores	Usuario	
Objetivo	Añadir intervención realizada al equipo.	
Precondiciones	Log-In y S/N correcto.	
Postcondiciones	La nueva intervención se encuentra añadida en el sistema.	
Escenario Básico	1) Se introduce la codificación de la intervención. 2) Se introduce una breve descripción sobre el trabajo realizado. 3) La intervención aparece automáticamente en el listado de intervenciones.	
Escenario Alternativo	Se muestra un mensaje de error si: - Se produce un error en el envío de la información.	

Tabla 9. Caso de uso 06.

Caso de uso	Consultar. Dashboard-Ratio	CU07
Actores	Usuario	
Objetivo	Consultar los valores de Ratio de PT y APTT anteriores del equipo.	
Precondiciones	Log-In y S/N correcto	
Postcondiciones	No existen alteraciones en el sistema	
Escenario Básico	Se muestra la información del equipo automáticamente.	
Escenario Alternativo	Se muestra un mensaje de error si: - Se produce un error en la recuperación de la información.	

Tabla 10. Caso de uso 07.

Caso de uso	Añadir. Dashboard-Ratio	CU08
Actores	Usuario	
Objetivo	Añadir valores actuales de Ratio de PT y APTT al equipo.	
Precondiciones	Log-In y S/N correcto.	
Postcondiciones	Los nuevos valores se encuentran añadidos en el sistema.	
Escenario Básico	1) Se introduce el valor de Ratio para PT. 2) Se introduce el valor de Ratio para APTT. 3) Los valores de Ratio aparecen automáticamente en el listado de Ratio.	
Escenario Alternativo	Se muestra un mensaje de error si: - Se produce un error en el envío de la información.	

Tabla 11. Caso de uso 08.

Caso de uso	Download. Dashboard-Backups	CU09
Actores	Usuario	
Objetivo	Descargar backup anterior para restaurar el equipo.	
Precondiciones	Log-In y S/N correcto	
Postcondiciones	No existen alteraciones en el sistema	
Escenario Básico	<ul style="list-style-type: none"> Se pulsa sobre el backup deseado. Se descarga el fichero .zip a la carpeta downloads. 	
Escenario Alternativo	<p>Se muestra un mensaje de error si:</p> <ul style="list-style-type: none"> Se produce un error en la recuperación del fichero de backup. 	

Tabla 12. Caso de uso 09.

Caso de uso	Upload. Dashboard-Backups	CU10
Actores	Usuario	
Objetivo	Subir un nuevo backup del equipo al sistema.	
Precondiciones	Log-In y S/N correcto.	
Postcondiciones	Los nuevos valores se encuentran añadidos en el sistema.	
Escenario Básico	<ol style="list-style-type: none"> 1) Se selecciona el fichero de backup (.zip). 2) El nuevo fichero aparece automáticamente en el listado de backups. 	
Escenario Alternativo	<p>Se muestra un mensaje de error si:</p> <ul style="list-style-type: none"> Se produce un error en el envío de la información. 	

Tabla 13. Caso de uso 10.

Caso de uso	Download. Dashboard-ASTM	CU11
Actores	Usuario	
Objetivo	Descargar protocolo ASTM de configuración del equipo.	
Precondiciones	Log-In y S/N correcto	
Postcondiciones	No existen alteraciones en el sistema	
Escenario Básico	1) Se pulsa sobre el archivo ASTM deseado. 2) Se descarga el fichero .doc a la carpeta downloads.	
Escenario Alternativo	Se muestra un mensaje de error si: - Se produce un error en la recuperación del fichero ASTM.	

Tabla 14. Caso de uso 11.

Caso de uso	Upload. Dashboard-ASTM	CU12
Actores	Usuario	
Objetivo	Subir un nuevo protocolo ASTM de configuración del equipo.	
Precondiciones	Log-In y S/N correcto.	
Postcondiciones	Los nuevos valores se encuentran añadidos en el sistema.	
Escenario Básico	1) Se selecciona el fichero ASTM (.doc). 2) El nuevo fichero aparece automáticamente en el listado de protocolos ASTM.	
Escenario Alternativo	Se muestra un mensaje de error si: - Se produce un error en el envío de la información.	

Tabla 15. Caso de uso 12.

3.3 Requisitos del Sistema

Los requisitos del sistema son una necesidad documentada sobre el contenido, forma o funcionalidad de un producto o servicio.

Para realizar la definición de los requisitos se usará una tabla, cuyo significado de los campos es el siguiente:

- **Funcionalidad:** Cadena corta que describe de manera rápida la funcionalidad y/o ámbito del requisito en cuestión.
- **Descripción:** Definición más amplia de las características del requisito, tratando aspectos más concretos como objetivos, usuarios, restricciones, etc.
- **Prioridad:** Grado de urgencia con el que debe cumplirse el requisito. Puede ser Alta, Media o Baja.
- **Fuente:** Indica la procedencia de la necesidad del requisito.

3.3.1 Requisitos Funcionales

Un requisito funcional es una descripción de lo que un sistema debe hacer en cada caso de uso. Este tipo de requisito especifica algo que el sistema entregado debe ser capaz de realizar.

Funcionalidad	Descripción	Prioridad	Fuente
Log-In	Para acceder al sistema se deberá proporcionar la información de autenticación. Si la información es correcta, se mostrará el menú principal de la aplicación del perfil correspondiente; en caso contrario, se informará del error.	Alta	Descripción del TFM.
Scan QR	El sistema permitirá realizar consultas sobre la información de equipos, según la siguiente información: Por código, pudiendo introducirse éste manualmente o leyéndolo a través de la cámara.	Alta	Descripción del TFM.
Dashboard-Equipment	El sistema permitirá realizar consultas sobre elementos, según la siguiente información: Por código, pudiendo introducirse éste manualmente o leyéndolo a través de la cámara.	Alta	Descripción del TFM.

Consulta. Dashboard- Intervention	El sistema permitirá realizar consultas sobre elementos, según la siguiente información: Por código, pudiendo introducirse éste manualmente o leyéndolo a través de la cámara.	Alta	Descripción del TFM.
Añadir. Dashboard- Intervention	El sistema permitirá añadir nuevas intervenciones, completando la información de dicho elemento a través de la interfaz. Esta operación sólo la podrá realizar el perfil usuario.	Alta	Descripción del TFM.
Consulta. Dashboard-Ratio	El sistema permitirá realizar consultas sobre elementos, según la siguiente información: Por código, pudiendo introducirse éste manualmente o leyéndolo a través de la cámara.	Alta	Descripción del TFM.
Añadir. Dashboard-Ratio	El sistema permitirá añadir nuevos valores de Ratio, completando la información de dicho elemento a través de la interfaz. Esta operación sólo la podrá realizar el perfil usuario.	Alta	Descripción del TFM.
Consulta. Dashboard- Backups	El sistema permitirá realizar consultas sobre elementos, según la siguiente información: Por código, pudiendo introducirse éste manualmente o leyéndolo a través de la cámara.	Alta	Descripción del TFM.
Añadir. Dashboard- Backups	El sistema permitirá añadir nuevos ficheros de backup, completando la información de dicho elemento a través de la interfaz. Esta operación sólo la podrá realizar el perfil usuario.	Alta	Descripción del TFM.
Consulta. Dashboard- ASTM	El sistema permitirá realizar consultas sobre elementos, según la siguiente información: Por código, pudiendo introducirse éste manualmente o leyéndolo a través de la cámara.	Alta	Descripción del TFM.
Añadir. Dashboard- ASTM	El sistema permitirá añadir nuevas configuraciones ASTM, completando la información de dicho elemento a través de la interfaz. Esta operación sólo la podrá realizar el perfil usuario.	Alta	Descripción del TFM.

Tabla 16. Requisitos funcionales.

3.3.2 Requisitos no funcionales

Un requisito no funcional: de rendimiento, de calidad, etc.; especifica algo sobre el propio sistema, y cómo debe realizar sus funciones.

Funcionalidad	Descripción	Prioridad	Fuente
Resolución de la aplicación	La aplicación se adaptará a la resolución por defecto del dispositivo en que se ejecute.	Alta	Descripción del TFM.
Licencia GPL	El código completo de la aplicación será de libre distribución, gozando de licencia GNU General Public License.	Media	Descripción del TFM.
Perfiles de usuario	En el sistema existirá únicamente el perfil de usuario para proteger la información la información más importante.	Alta	Decisión de diseño.
Interfaz de usuario	La interfaz de usuario de la aplicación móvil será poco cargada y fácil de manejar, siendo un aspecto fundamental su alta usabilidad.	Alta	Descripción del TFM.
Identificación de usuarios	El atributo idfse de usuario será la única forma de identificar a un usuario en el sistema.	Media	Decisión de diseño

Tabla 17. Requisitos no funcionales

3.3.3 Requisitos de Restricción

Un requisito restrictivo especifica las limitaciones externas, que afectan en una forma indirecta al producto.

Funcionalidad	Descripción	Prioridad	Fuente
Versión de Android	El sistema será ejecutable exclusivamente en el sistema operativo Android, versión 2.2 o superior.	Alta	Descripción del TFM.
Barcode Scanner	Será necesario tener instalado en el dispositivo el programa Barcode Scanner, para ejecutar la funcionalidad de lectura de códigos.	Media	Decisión de diseño.
Cámara de fotos	El dispositivo en el que se ejecute la aplicación deberá contar con cámara de fotos.	Media	Decisión de diseño.
Conexión a Internet	Todo dispositivo que ejecute la aplicación deberá contar con una conexión funcional a Internet, para poder realizar las comunicaciones con el servidor.	Alta	Descripción del TFM.

Tabla 18. Requisitos de restricción.

4. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

4.1 Diseño de la base de datos

En esta sección se muestra el modelo Entidad-Relación y el modelo lógico de la base de datos implementada para la aplicación servidor. Tras las figuras de los modelos, se describen varias consideraciones relacionadas con la base de datos del sistema.

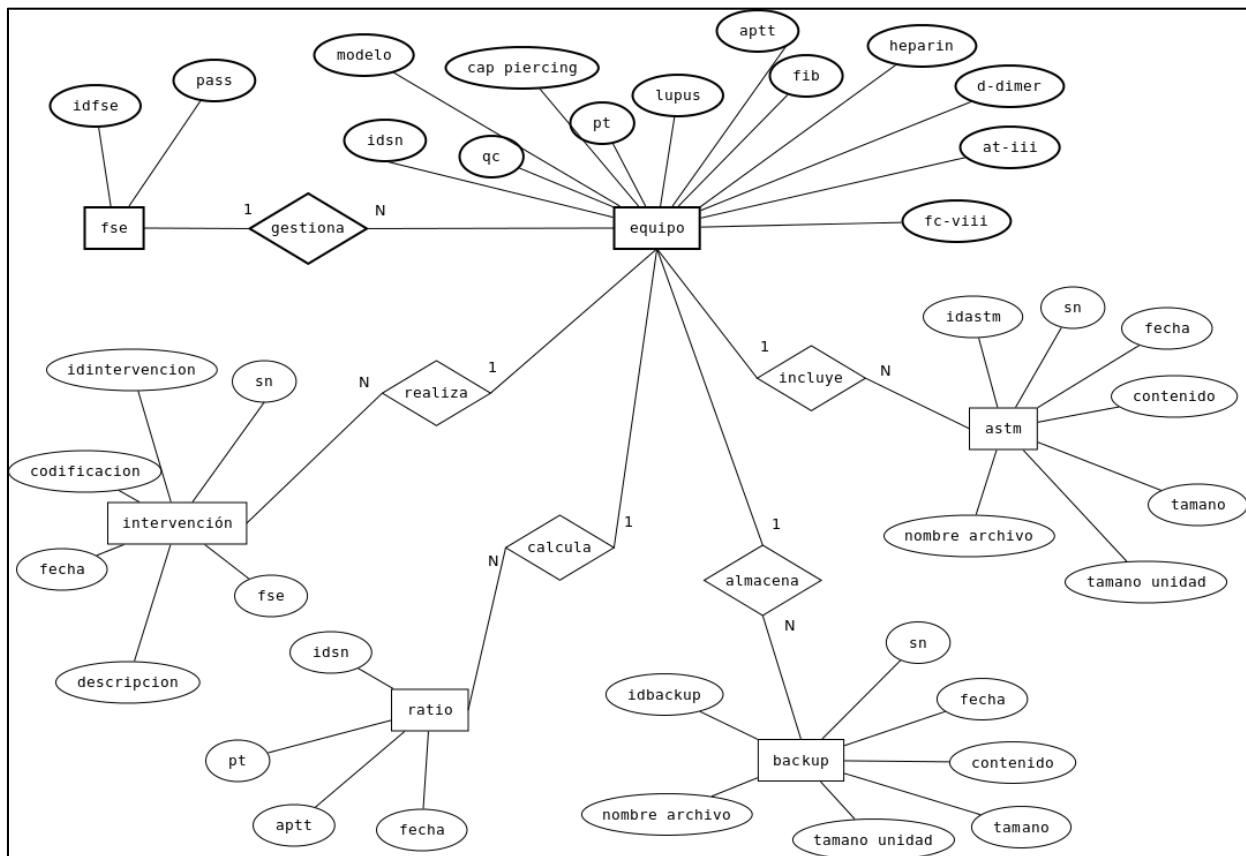


Figura 3. Modelo Entidad-Relación.

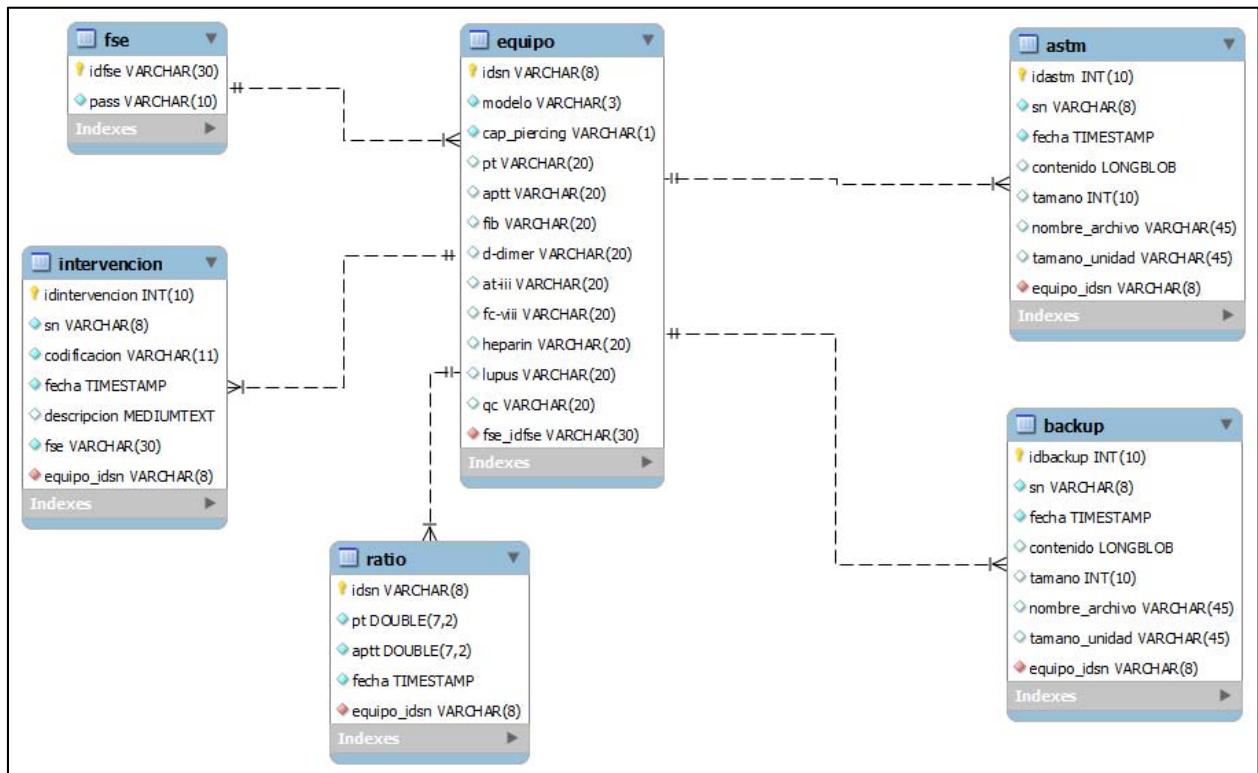


Figura 4. Modelo Lógico.

Como se puede observar con mayor claridad en el modelo lógico, existe una tabla por cada tipo de datos que maneja el sistema.

Las principales son *FSE* y *Equipo*, tipos de datos gestionados de manera principal por la aplicación. Por otra parte tenemos las tablas *Astm*, *Intervención*, *Ratio* y *Backup* utilizadas para almacenar toda la información que el usuario podrá recuperar desde la aplicación cliente o realizar las inserciones de los diferentes tipos de información.

Consideraciones sobre las tablas de la base de datos:

Tabla Fse

En esta tabla se encuentra almacenada la información de usuarios que permite el acceso a la aplicación.

Se pueden encontrar dos campos:

- Idfse: nombre del ingeniero de campo.
- Pass: contraseña de acceso.

Tabla equipo

La información general de los equipos se encuentra en esta tabla. La información contenida es de relevante importancia ya que en una única pantalla podemos ver la información sobre las principales características de los test que realizan en el laboratorio y el tipo de sistema de piercing utilizado. Como se observa, no están reflejados todos los tipos de test que se pueden realizar por los equipos, ya que al tratarse de un proyecto lo más importante era comprobar la funcionalidad del sistema.

Es posible encontrar los siguientes campos:

- Idsn: Número de serie del equipo.
- Modelo: Modelo del equipo STA.
- Cap piercing: Modalidad de piercing del equipo.
- PT: Reactivo específico que se utiliza para la realización del test.
- APTT: Reactivo específico que se utiliza para la realización del test.
- FIB: Reactivo específico que se utiliza para la realización del test.
- D-DIMER: Reactivo específico que se utiliza para la realización del test.
- AT-III: Reactivo específico que se utiliza para la realización del test.
- FC-VIII: Reactivo específico que se utiliza para la realización del test.
- HEPARIN: Reactivo específico que se utiliza para la realización del test.
- LUPUS: Reactivo específico que se utiliza para la realización del test.
- QC: Familia de reactivos que se utilizan para la realización de los controles de calidad.

Tabla Ratio

La información contenida en esta tabla son los valores de Ratio para los test de PT y APTT.

Podemos encontrar los siguientes campos:

- PT: Ratio para el test PT.
- APTT: Ratio para el test APTT.
- Fecha: Fecha en la que se suben los Ratios. Valores tomados del sistema, no modificables.

Tabla Intervención

La información contenida en la tabla está referida a las intervenciones que se realizan en el equipo, ya sean actualizaciones, preventivas o correctivas.

Podemos encontrar los siguientes campos:

- Idintervencion: Numeración de la intervención.
- Sn: Número de serie del equipo.
- Codificación: Codificación interna que se utiliza para clasificar el tipo de intervención, causa del error, partes afectadas o involucradas o actualización realizada.
- Fecha: Fecha en la que se realiza la intervención. Valores tomados del sistema, no modificables.

- Descripción: Campo de texto donde se almacena una breve descripción del problema y su solución.
- Fse: Ingeniero de campo que ha realizado la acción.

Tabla ASTM

En esta tabla se describe la configuración del protocolo ASTM que permite la trasmisión y recepción de peticiones y resultados de test a pacientes entre el equipo y el sistema informático del hospital o laboratorio.

Es posible encontrar los siguientes campos:

- Idastm: Numeración del protocolo.
- Sn: Número de serie del equipo.
- Fecha: Fecha en la que se suben el protocolo. Valores tomados del sistema, no modificables.
- Contenido: Contenido del archivo.
- Tamano: Información de tamaño
- Nombre_archivo: Nombre del archivo almacenado.
- Tamano_unidad: Información de tamaño.

Tabla Backup

En esta tabla se describe los backups almacenados y disponibles para su descarga.

Formado por los siguientes campos:

- Idbackup: Numeración del backup.
- Sn: Número de serie del equipo.
- Fecha: Fecha en la que se suben el backup. Valores tomados del sistema, no modificables.
- Contenido: Contenido del archivo.
- Tamano: Información de tamaño
- Nombre_archivo: Nombre del archivo almacenado.
- Tamano_unidad: Información de tamaño.

4.2 Flujo de Navegación

A continuación se representa el diagrama de flujo de navegación de la aplicación:

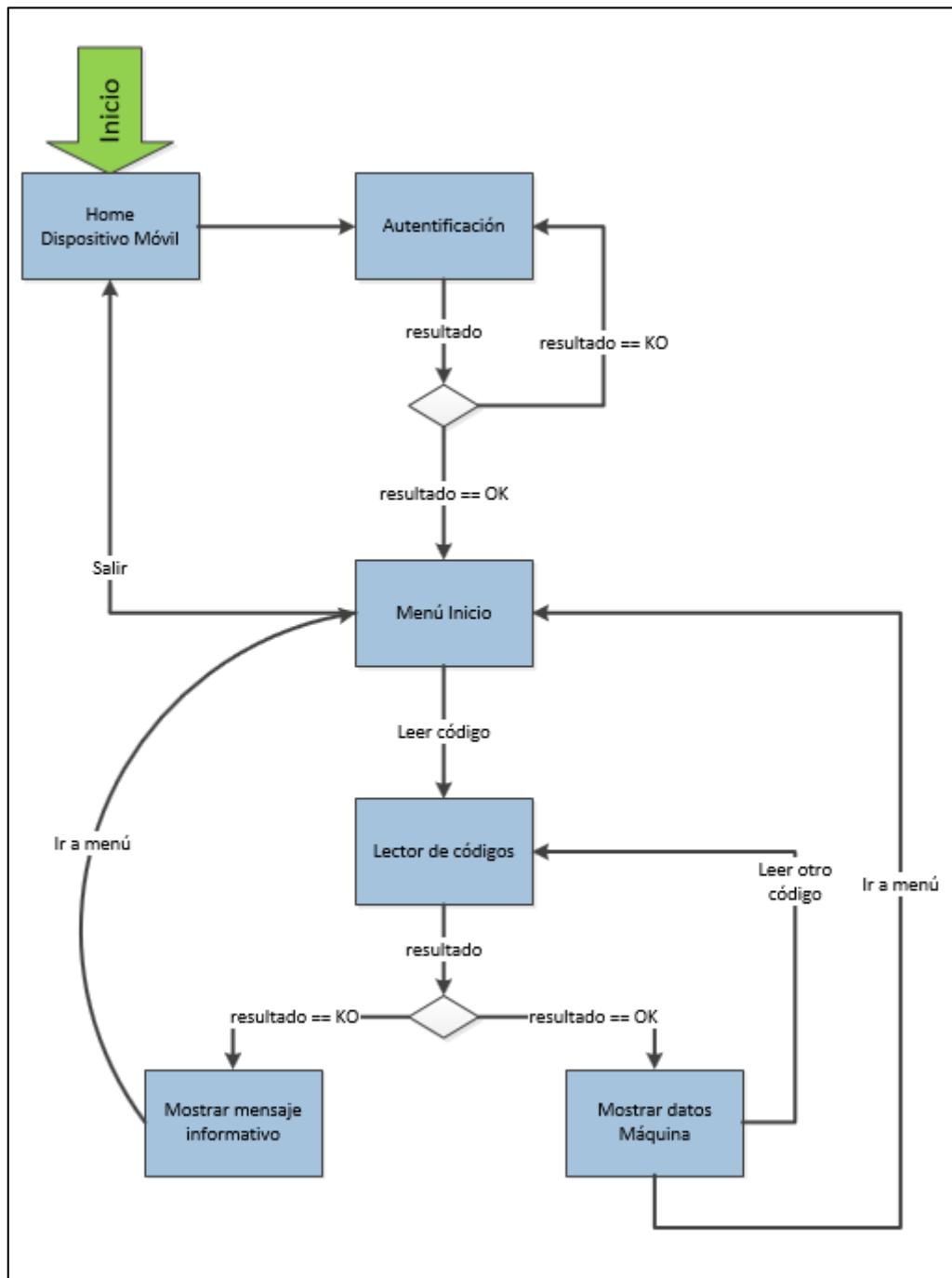


Figura 5. Flujo de navegación.

4.3 Decisiones de diseño

- No se permite modificar números de serie de equipos, ya que es información importante para los sistemas totales de empresa.
- No se permite acceso a información de otros equipos si no es previamente conocido por el usuario el número de serie.
- No se permite modificar fechas en las que se suben archivos o realizan intervenciones para que la información reflejada sea segura.
- No se permite ningún tipo de registro de usuarios. El administrador del sistema dará de alta/baja a los usuarios que deben tener acceso a la aplicación.
- No se permite acceso a información de ningún otro usuario de la aplicación por motivos de seguridad.
- Se ha decidido integrar la aplicación *BarcodeScanner* para leer códigos QR debido a su gratuidad en *Android Market* y a que se proporcionan unas clases de integración en aplicaciones.

5. PRUEBAS

5.1 Pruebas de Aceptación

En esta sección se presentan las pruebas realizadas a la aplicación que han servido para verificar la corrección de todas las funcionalidades del sistema y para validar la lista de requisitos expuestos anteriormente.

Las pruebas se presentan en forma de tabla con los siguientes campos:

- **Identificación:** Identificador asociado a cada prueba. Su nomenclatura viene dada por PAXX, donde XX es el número incremental único de las pruebas.
- **Descripción:** Descripción de la prueba realizada.
- **Resultado:** Resultado de la prueba.

Las pruebas han sido realizadas con un Nexus 4 con Android 4.2.1.

NOTA: No se tendrá en cuenta en la realización de las pruebas los posibles errores por parte del servidor, fallos de conexión o de la base de datos.

Pruebas de aceptación:

Identificación	PA01
Descripción	Se va a comprobar el proceso Log-In de la aplicación. Los procesos realizados son los siguientes: 1) Se introducen los datos correctos de un usuario: user y password 2) Se introduce user correcto y password incorrecto 3) Se introduce user incorrecto y password correcto
Resultado	Los resultados de los distintos procesos han sido los esperados: 1) Se muestra la pantalla Scan 2) Se muestra " Login error. Please, check credentials" 3) Se muestra " Login error. Please, check credentials"

Tabla 19. Prueba de aceptación 01.

Identificación	PA02
Descripción	<p>Se va a comprobar el proceso Scan de la aplicación. Los procesos realizados son los siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Se escanea un código QR correspondiente a un número de serie correcto 2) Se introduce manualmente un número de serie correcto 3) Se escanea un código QR que no corresponde a ningún equipo 4) Se introduce manualmente un número de serie que no corresponde a ningún equipo
Resultado	<p>Los resultados de los distintos procesos han sido los esperados:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Se muestra la pantalla Dashboard-Equipment correspondiente 2) Se muestra la pantalla Dashboard-Equipment correspondiente 3) Se muestra " This QR is not valid for this application" 4) Se muestra " Sorry, the desired equipment was not found"

Tabla 20. Prueba de aceptación 02.

Identificación	PA03
Descripción	<p>Se va a comprobar el proceso Equipment de la aplicación. Los procesos realizados son los siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Se comprueba que la información descargada corresponde con la base de datos 2) Se modifican los campos editables 3) Se intenta modificar campos no editables
Resultado	<p>Los resultados de los distintos procesos han sido los esperados:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Se muestra la información correcta 2) Se modifican correctamente los valores editables 2) No permite la modificación de datos no editables

Tabla 21. Prueba de aceptación 03.

Identificación	PA04
Descripción	<p>Se va a comprobar el proceso Intervention de la aplicación. Los procesos realizados son los siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Se comprueba que la información mostrada en la lista corresponde con la esperada 2) Se introducen los campos Encoding y Description correctamente 3) Se introduce el campo Encoding correctamente y Description se deja en blanco 4) Se dejan los campos Encoding y Description en blanco
Resultado	<p>Los resultados de los distintos procesos han sido los esperados:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Se muestra la información de la lista correcta 2) La intervención es enviada correctamente y actualizada en la lista 2) Se muestra " Please fill in all the values" 4) Se muestra " Please fill in all the values"

Tabla 22. Prueba de aceptación 04.

Identificación	PA05
Descripción	<p>Se va a comprobar el proceso Ratio de la aplicación. Los procesos realizados son los siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Se comprueba que la información mostrada en la lista corresponde con la esperada 2) Se introducen los campos PT y APTT correctamente 3) Se introduce el campo PT correctamente y APTT se deja en blanco 4) Se dejan los campos PT y APTT en blanco
Resultado	<p>Los resultados de los distintos procesos han sido los esperados:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Se muestra la información de la lista correcta 2) Los nuevos valores son enviados correctamente y actualizados en la lista 2) Se muestra " Please fill in all the values" 4) Se muestra " Please fill in all the values"

Tabla 23. Prueba de aceptación 05.

Identificación	PA06
Descripción	<p>Se va a comprobar el proceso Backups de la aplicación. Los procesos realizados son los siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Se comprueba que la información mostrada en la lista corresponde con la esperada 2) Se sube un fichero .zip correspondiente a un backup 3) Se eliminan los ficheros .zip de la memoria y se intenta subir un fichero 4) Se selecciona un fichero de backup para su descarga
Resultado	<p>Los resultados de los distintos procesos han sido los esperados:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Se muestra la información de la lista correcta 2) El nuevo fichero de backup es enviado correctamente y actualizado en la lista 2) Se muestra " Please, select a file to upload... y la lista está vacía" 4) Se descarga correctamente en la carpeta Downloads

Tabla 24. Prueba de aceptación 06.

Identificación	PA07
Descripción	<p>Se va a comprobar el proceso ASTM de la aplicación. Los procesos realizados son los siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Se comprueba que la información mostrada en la lista corresponde con la esperada 2) Se sube un archivo .doc correspondiente a un protocolo ASTM 3) Se eliminan los ficheros .doc de la memoria y se intenta subir un archivo 4) Se selecciona un archivo de protocolo ASTM para su descarga
Resultado	<p>Los resultados de los distintos procesos han sido los esperados:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Se muestra la información de la lista correcta 2) El nuevo archivo ASTM es enviado correctamente y actualizado en la lista 2) Se muestra " Please, select a file to upload... y la lista está vacía" 4) Se descarga correctamente en la carpeta Downloads

Tabla 25. Prueba de aceptación 07.

6. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

En este apartado se presentan las conclusiones posteriores a la realización del Trabajo Fin de Máster y se revisan los objetivos planteados en el punto de introducción.

Asimismo, se presentan futuras líneas de trabajo para posteriores ampliaciones o mejoras de la aplicación.

6.1 Conclusiones

Tal y como se ha comentado, en el primer capítulo de este documento, se presentaron una serie de objetivos que había que cumplir para perseguir un objetivo principal, la realización de la aplicación. De este modo, a continuación se exponen las conclusiones respecto al cumplimiento de dichos objetivos:

- Se ha identificado correctamente la principal información necesaria para realizar una intervención y se ha integrado en la aplicación.
- Se ha conseguido almacenar en una base de datos toda la información necesaria para ejecutar el sistema con total normalidad y eficacia.
- Se ha diseñado e implementado de manera satisfactoria una base de datos que actúe de ejemplo en el sistema desarrollado, teniendo en cuenta la información identificada anteriormente.
- Se ha construido exitosamente una aplicación que cumple con su cometido de manera eficiente, accediendo a la base de datos implementada, y comunicándose correctamente con los dispositivos móviles.
- Se ha conseguido el conocimiento necesario acerca de la arquitectura de Android para poder implementar una aplicación adecuada a los requerimientos.
- Se ha diseñado e implementado una aplicación Android para ejecutar en los dispositivos móviles que cumple con todas las especificaciones necesarias para su correcto funcionamiento, implementando todos los procesos requeridos, comunicándose con el servidor de manera correcta, y presentando al usuario una interfaz sencilla e intuitiva, con la que es fácil cumplir los cometidos para los que se ha desarrollado.
- Se ha realizado una batería de pruebas completa y exhaustiva, que ha permitido validar todos los requisitos planteados inicialmente, y que ha permitido concluir que el sistema funciona correctamente en todos los aspectos solicitados.

De este modo, se cumple con la finalidad descrita. Es posible afirmar que se han alcanzado satisfactoriamente los objetivos principales en la realización de esta aplicación eficaz, eficiente, sencilla e intuitiva para los usuarios.

En conclusión, el presente proyecto ha logrado superar las expectativas definidas en un principio, tanto desde el punto de vista del correcto funcionamiento de todo el sistema, hasta las impresiones y satisfacciones que ha supuesto la realización del mismo.

6.2 Desarrollo del proyecto

En este apartado se presentan las distintas fases del desarrollo del proyecto mediante un diagrama de Gantt.

Las fases del proyecto se han dividido en cuatro tareas principales que se detallan a continuación:

- Análisis: Recopilación de todo tipo de información necesaria para la realización del proyecto (necesidades para el aplicativo, estado de las tecnologías actuales, manuales,etc).
- Implementación: Implementación de la parte servidora y de la aplicación.
- Pruebas: Pruebas de aceptación de la aplicación.
- Documentación: Recopilación de la documentación utilizada y redacción de la memoria final.

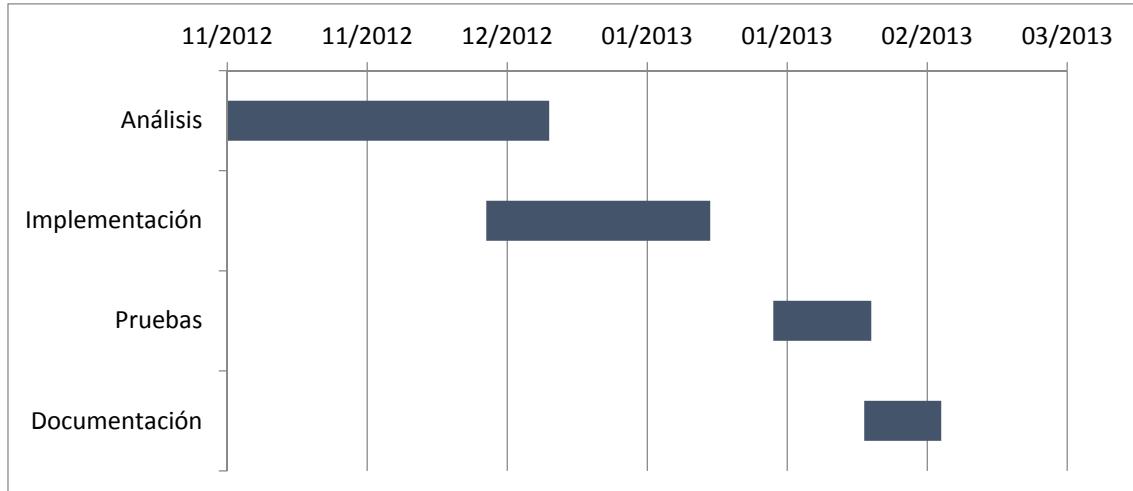


Figura 6. Diagrama de Gantt.

6.3 Líneas Futuras

En este apartado se presentan algunas posibles líneas de investigación de cara a posibles futuras ampliaciones de este proyecto:

- Conexión Segura SSL: en esta primera versión no se ha considerado como máxima prioridad la seguridad en las conexiones con el servidor, prefiriendo centrar los esfuerzos en otras funcionalidades. De todas formas, es evidente que sería una de las primeras ampliaciones que sería recomendable realizar al sistema.
- Autentificación por usuarios y equipos: Sería interesante identificar usuarios con acceso únicamente a alguna gama de equipos, en principio en esta versión no se ha considerado porque actualmente la aplicación va dirigida exclusivamente al uso del personal del SAT de la misma empresa, pero en un futuro, es posible que se desee externalizar el servicio de alguna gama de los equipos. De esta manera, la aplicación sería válida para la utilización de personal externo sin acceso al resto de equipos aun conociendo el número de serie.
- Creación de acceso a foro: Un aspecto realmente interesante en el ámbito de trabajo para el que va dirigida la aplicación es el intercambio de información y acceso instantáneo. La creación de un foro para los usuarios de la aplicación sería una mejora en la calidad de servicio, ya que permitiría reducir el tiempo de respuesta y por tanto el tiempo que el equipo se encuentra fuera de servicio. El foro sería para todas las filiales mundiales, donde ingenieros de todas las filiales podrían exponer soluciones a problemas poco habituales o de difícil solución, y pedir ayuda a cualquier ingeniero en cualquier parte del mundo.
- Ejecución en otras plataformas: se ha decidido utilizar Android para la realización del proyecto por su amplia utilización hoy en día, pero podría ser interesante en un futuro ampliar la aplicación para su ejecución en otros entornos, como iOS, Windows Phone, Symbian o BlackBerry OS.

7. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Analizadores.

Figura 2. Esquema de comunicación.

Figura 3. Modelo Entidad-Relación.

Figura 4. Modelo Lógico.

Figura 5. Flujo de navegación.

Figura 6. Diagrama de Gantt.

Figura 7. Pantalla Log-in.

Figura 8. Pantalla Scan.

Figura 9. Pantalla Dashboard-Equipment.

Figura 10. Pantalla Dashboard-Intervention.

Figura 11. Pantalla Dashboard-Ratio.

Figura 12. Pantalla Dashboard-Backups.

Figura 13. Pantalla Dashboard-ASTM.

Figura 14. Pantalla About.

Figura 15. Menú contextual.

8. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Versiones Android.

Tabla 2. Características Android.

Tabla 3. Esquema de casos de uso.

Tabla 4. Caso de uso 01.

Tabla 5. Caso de uso 02.

Tabla 6. Caso de uso 03.

Tabla 7. Caso de uso 04.

Tabla 8. Caso de uso 05.

Tabla 9. Caso de uso 06.

Tabla 10. Caso de uso 07.

Tabla 11. Caso de uso 08.

Tabla 12. Caso de uso 09.

Tabla 13. Caso de uso 10.

Tabla 14. Caso de uso 11.

Tabla 15. Caso de uso 12.

Tabla 16. Requisitos funcionales.

Tabla 17. Requisitos no funcionales

Tabla 18. Requisitos de restricción.

Tabla 19. Prueba de aceptación 01.

Tabla 20. Prueba de aceptación 02.

Tabla 21. Prueba de aceptación 03.

Tabla 22. Prueba de aceptación 04.

Tabla 23. Prueba de aceptación 05.

Tabla 24. Prueba de aceptación 06.

Tabla 25. Prueba de aceptación 07.

9. REFERENCIAS

[1] Curso Android

<http://developer.android.com/training/index.html>

http://www.sgoliver.net/blog/?page_id=2935

https://parse.com/docs/android_guide

[2] Open Handset Alliance

http://www.openhandsetalliance.com/oha_members.html

[3] Java

<http://www.oracle.com/technetwork/java/index.html>

[4] Dalvik Virtual Machine

<http://www.dalvikvm.com/>

[5] Herramientas de Desarrollo Android (ADT)

<http://developer.android.com/sdk/eclipse-adt.html>

[6] SQLite

<http://www.sqlite.org/>

[7] Eclipse

<http://www.eclipse.org/>

[8] XML

<http://www.w3schools.com/xml/>

[9] MySQL

<http://dev.mysql.com/downloads/workbench/5.2.html>

[10] SDK

<http://developer.android.com/sdk/index.html>

[11] JSON

<http://www.json.org/>

[12] REST

<http://blogs.captechconsulting.com/blog/jack-cox/soap-vs-rest-mobile-services>

<http://www.sgoliver.net/blog/?p=2610>

[13] SOAP

<http://blogs.captechconsulting.com/blog/jack-cox/soap-vs-rest-mobile-services>

<http://www.sgoliver.net/blog/?p=2610>

[14] Parse

<https://parse.com/docs/downloads/>

[15] ZXing

<http://code.google.com/p/zxing/>

ANEXO 1.

MANUAL DE USUARIO.

Navegabilidad

El sistema de navegación que la aplicación utiliza ha sido diseñado para facilitar al máximo la experiencia del usuario. En primer lugar, aparece una pantalla de log-in, donde se le piden al usuario sus credenciales (nombre usuario y password). Tan solo aquellas personas habilitadas por el administrador del sistema tienen acceso a la aplicación, ya que no existe opción de registro in-app. En caso de haber introducido los datos correctos, se llega a la pantalla de serial number. En dicha pantalla, el usuario tiene la posibilidad de escanear un número de serie a través de la cámara del dispositivo, o bien introducirlo manualmente.

En cualquiera de los dos casos, si dicho número de serie ha podido ser hallado en el servidor, ese usuario será llevado al dashboard principal. En ella, se encuentran las opciones para operar con el equipo cuyo número de serie ha sido introducido. Dichas opciones son:

- Equipment: Ver / modificar las características del equipo.
- Intervention: Ver / añadir notas referentes a una intervención sobre el equipo.
- Ratio: Ver / añadir valores de Ratio al equipo.
- Backups: Upload/download de archivos backup (en formato .zip).
- ASTM: Upload/download de documentación del protocolo (en formato .doc)

Para navegar a través de estas opciones basta con hacer swipe horizontal sobre la pantalla. Al entrar en el dashboard, por defecto el usuario siempre empezará en la pantalla 2 (Equipment). A la izquierda de ésta se encuentran, por orden, las pantallas de Intervention y Ratio, y a la derecha se encuentran, también por orden, las pantallas de Backups y ASTM.

Adicionalmente a todo ello, la mayoría de pantallas también presentan la opción de desplegar un menú contextual que, dependiendo de la pantalla en la que el usuario se encuentre, añadirán funcionalidades a ella.

Cabe notar que, durante la edición de este manual, se ha utilizado un dispositivo de 4.7" para tomar las capturas de pantalla. Aún así, la aplicación es completamente compatible con cualquier dispositivo con sistema operativo Android (siempre que tenga versión de sistema operativo 2.2 o superior).

A continuación, se describen los componentes y el uso de cada una de estas pantallas.

Interfaz Log-In

Esta interfaz está formada de dos campos de texto, así como de un botón. En el campo “username” debe de introducirse el nombre de inicio de sesión del usuario, y en el campo “password” su contraseña.

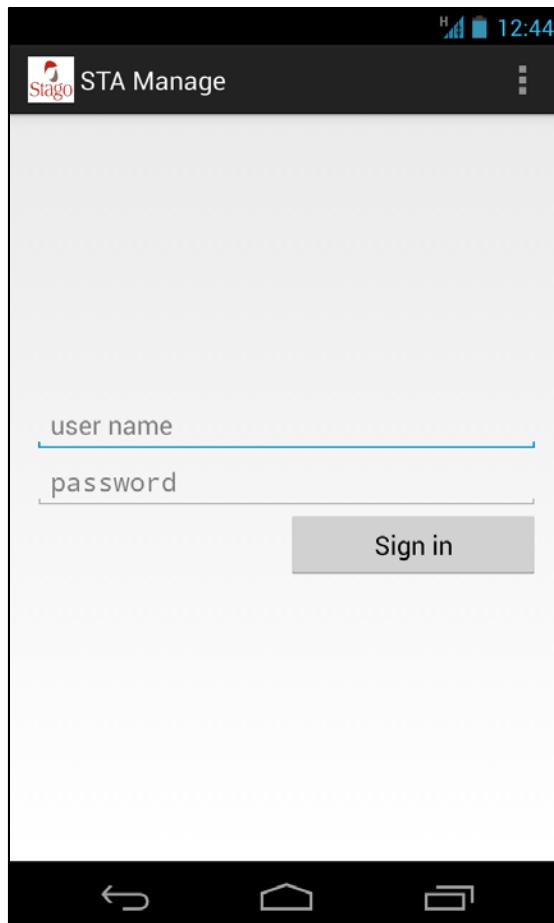


Figura 7. Pantalla Log-in.

Un vez realizado esto, al presionar sobre el botón “Sign in”, el usuario es redireccionado a la pantalla siguiente, siempre y cuando los datos sean correctos.

Cuando un usuario ha hecho sign-in, este queda persistido, de forma que posteriores ejecuciones del aplicativo harán que automáticamente trate de autenticarse.

Adicionalmente, el programa guarda además el nombre de usuario de la última persona que se autenticó en la aplicación, después que el usuario haya hecho un log-out.

Interfaz Scan

Esta es la pantalla donde se introduce el número de serie del equipo con el que se desea operar.

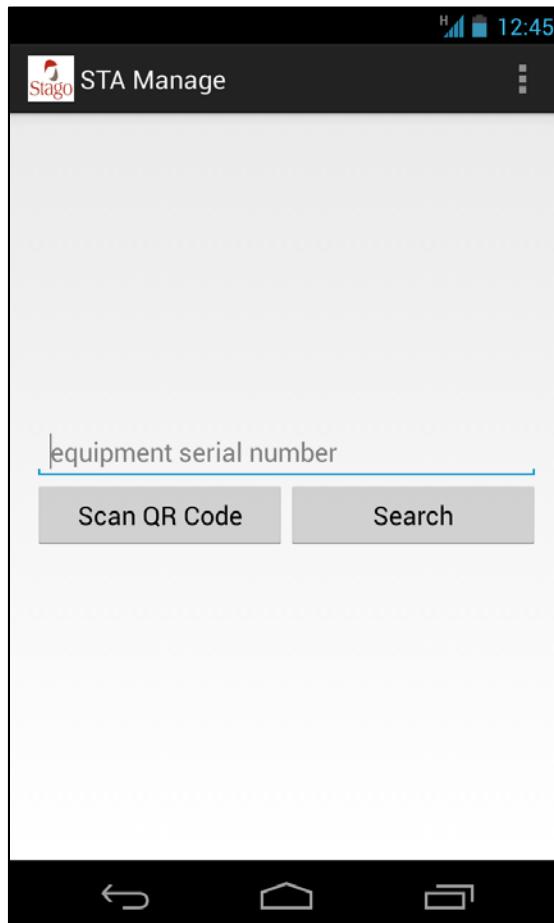


Figura 8. Pantalla Scan.

Existen dos formas de introducirlo: una es a través del escaneo de un código QR, y la segunda es usar el campo de texto “equipment serial number” para especificarlo a mano.

En ambas formas, en caso de encontrar un equipo en el sistema, se pasa a la pantalla siguiente (el dashboard) donde se puede operar activamente con el equipo deseado.

En este punto, presionar el botón de “back” del dispositivo, hace que se cierre la aplicación.

Interfaz Dashboard-Equipment

En esta pantalla se muestra información general sobre el equipo. Para modificar la información que aparece (el Serial number no puede ser modificado) basta con desplegar el menú contextual y seleccionar la opción “Edit values”. Tras ello, los campos de texto aparecerán editables, y tres nuevos botones serán mostrados en la parte inferior de la pantalla:

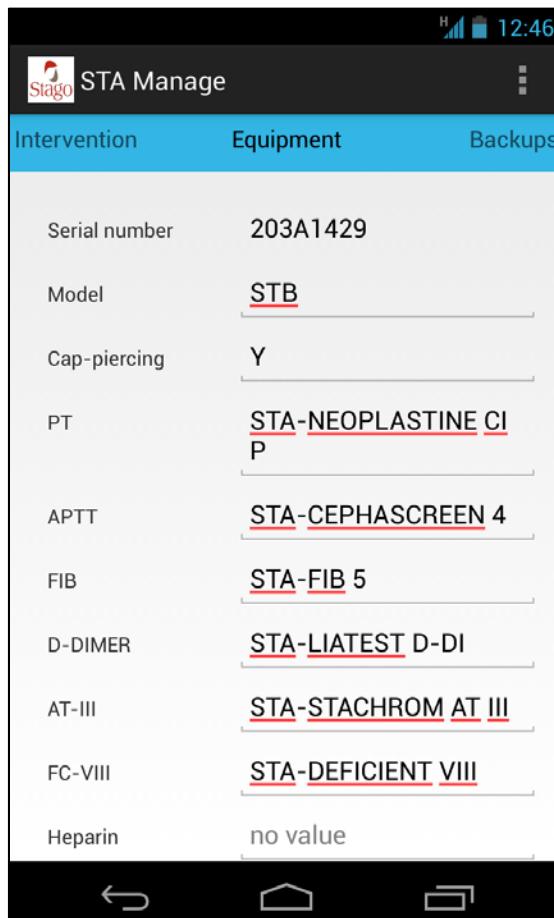


Figura 9. Pantalla Dashboard-Equipment.

- Upload equipment: Guarda los nuevos valores introducidos en el servidor.
- Reset values: Deja los campos en su estado original.
- Cancel: Deja los campos en su estado original, e impide su edición.

Para volver a la pantalla de introducción del número de serie, hay que presionar el botón “back” del dispositivo.

Interfaz Dashboard-Intervention

En esta interfaz es posible introducir datos referentes a una intervención del equipo, así como revisar todas las intervenciones que se han llevado a cabo.

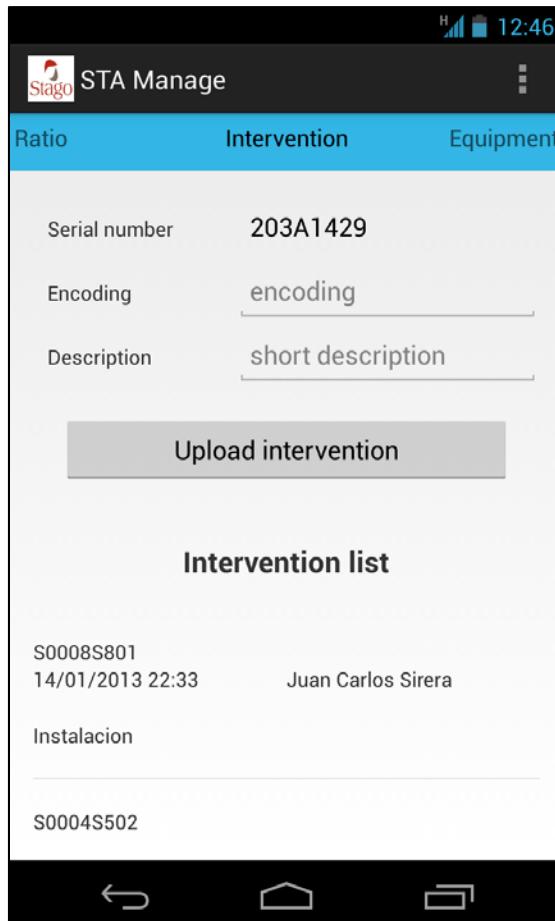


Figura 10. Pantalla Dashboard-Intervention.

En concreto, la información que lleva relacionada una Intervención es:

- Serial number (No editable, se toma el equipo actual)
- Date (No editable, se toma la fecha actual)
- Encoding (Editable)
- FSE (No editable, referencia al usuario logueado)
- Description (Editable)

Interfaz Dashboard-Ratio

En la pantalla de ratio se pueden introducir datos referentes a una valoración, así como revisar los datos de todas las valoraciones que se han llevado a cabo sobre el equipo.

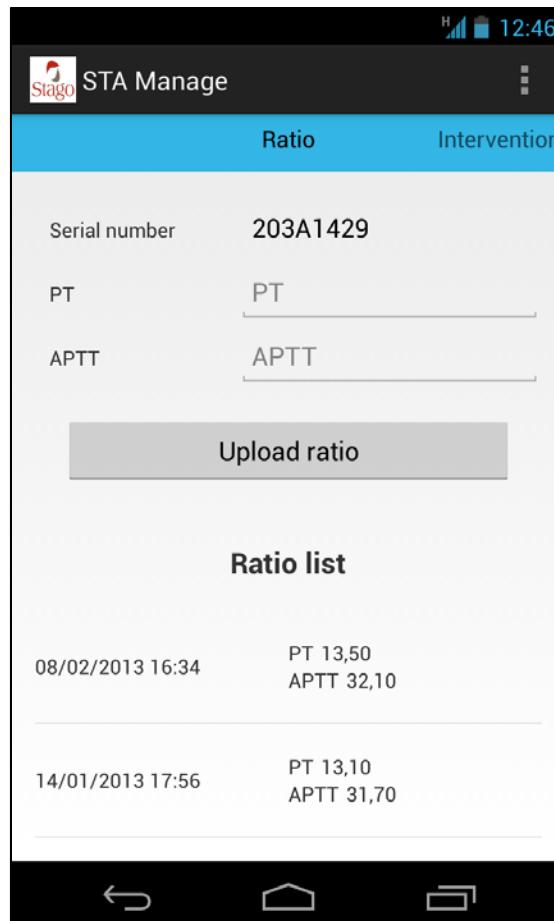


Figura 11. Pantalla Dashboard-Ratio.

En concreto, la información que lleva relacionada una Intervención es:

- Serial number: (No editable, se toma el equipo actual)
- Date: (No editable, se toma la fecha actual)
- PT: (Editable)
- APTT: (Editable)

Interfaz Dashboard-Backups

A través de la pantalla de backups puede gestionarse el contenido en forma de ficheros .zip que han sido subidos al servidor.

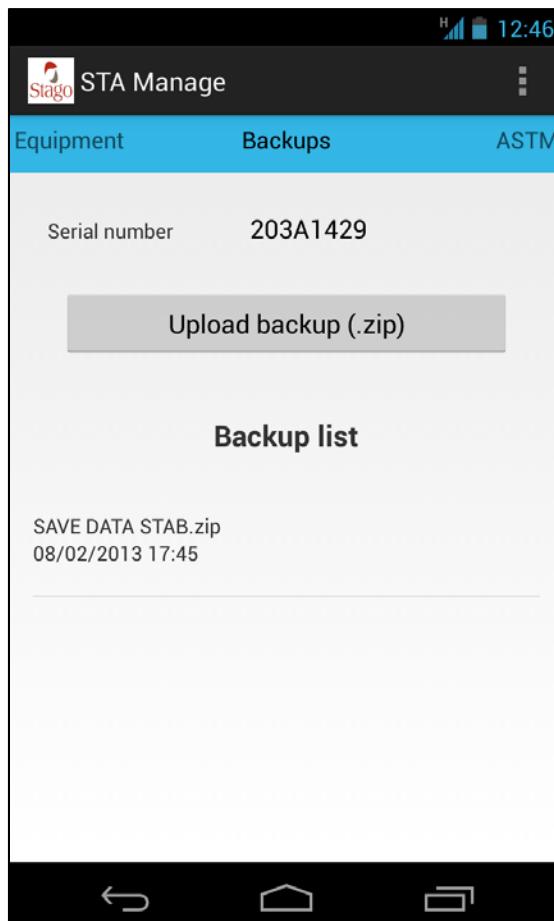


Figura 12. Pantalla Dashboard-Backups.

Para subir un nuevo fichero, tan solo hay que presionar el botón “Upload backup”, y seleccionar uno de los ficheros de la lista. Una vez subido, la lista de archivos (que se corresponden con aquellos existentes en el servidor) se actualiza automáticamente.

Para descargar un fichero, basta con presionar sobre la entrada del listado correspondiente. Si al descargar dicho fichero, ya hubiera uno con ese mismo nombre en el dispositivo, al fichero descargado se le pondría un apéndice para poder diferenciarlo.

NOTA: Tanto los ficheros descargados, como escaneados, se situarán dentro de la carpeta “downloads” del almacenamiento interno. Puede hacerse uso de cualquier app capaz de explorar el contenido del dispositivo para visualizarlo (como, por ejemplo, ASTRO file explorer).

Interfaz Dashboard-Astm

A través de la pantalla de ASTM puede gestionarse el contenido en forma de ficheros .doc que ha sido subido al servidor.

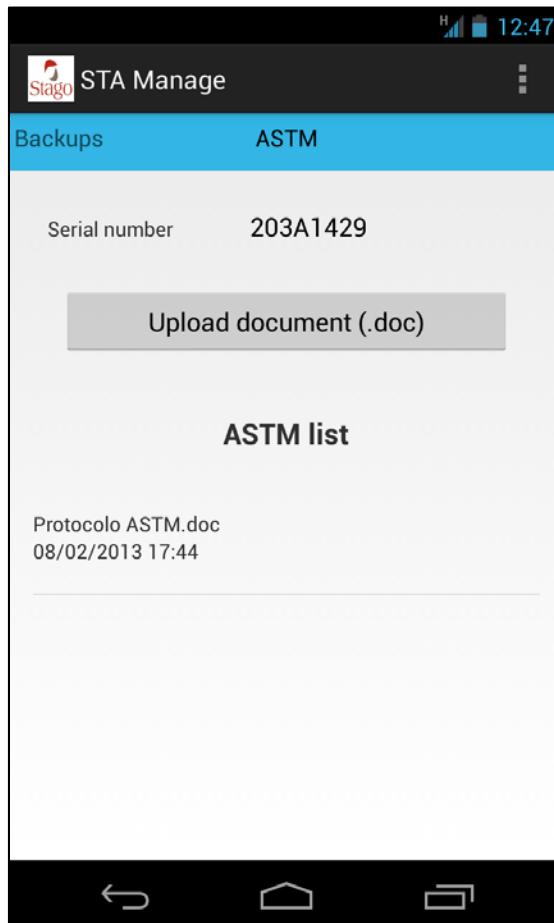


Figura 13. Pantalla Dashboard-ASTM.

Para subir un nuevo fichero, tan solo hay que presionar el botón “Upload ASTM”, y seleccionar uno de los ficheros de la lista. Una vez subido, la lista de archivos (que se corresponden con aquellos existentes en el servidor) se actualiza automáticamente.

Para descargar un fichero, basta con presionar sobre la entrada del listado correspondiente. Si al descargar dicho fichero, ya hubiera uno con ese mismo nombre en el dispositivo, al fichero descargado se le pondría un apéndice para poder diferenciarlo.

NOTA: Tanto los ficheros descargados, como escaneados, se situarán dentro de la carpeta “downloads” del almacenamiento interno.

Interfaz About...

En esta pantalla se muestra información general sobre la aplicación.

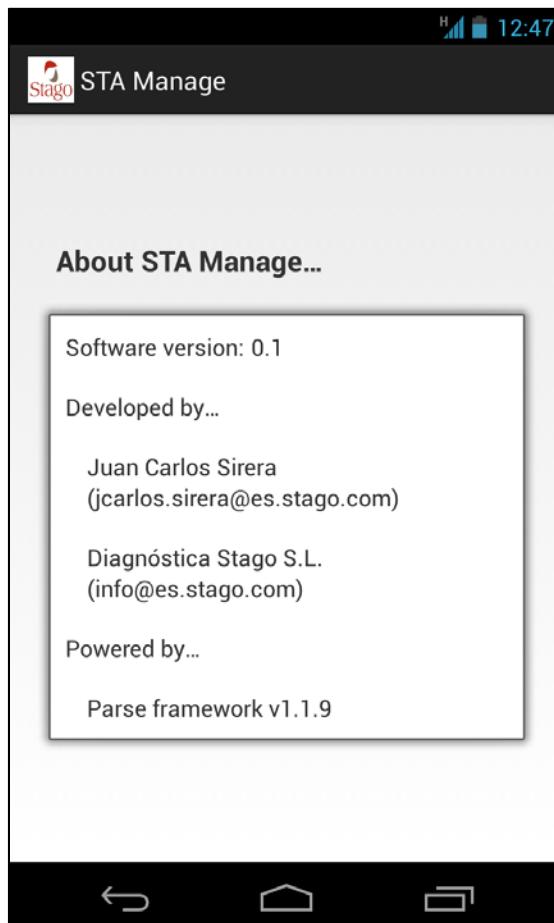


Figura 14. Pantalla About.

Si se hace clic sobre el nombre del desarrollador, se muestra la opción de enviar un correo electrónico.

Menú Contextual

Tal y como se ha comentado anteriormente en este manual, la mayoría de las pantallas de este aplicativo disponen de un menú contextual, cuyo contenido depende directamente de la pantalla en la que el usuario se encuentre.

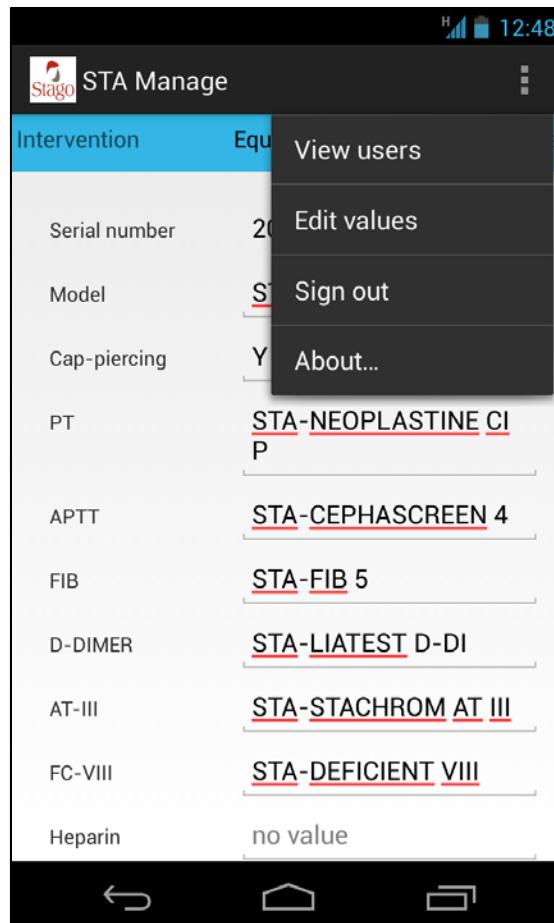


Figura 15. Menú contextual.

El listado de operaciones que este menú puede mostrar son las listadas a continuación:

- Users: Lleva al usuario a la pantalla con el listado de usuarios.
- Edit values: Hace que los campos de la pantalla se vuelvan editables.
- Signout: Des-autentica al usuario y devuelve a pantalla de log-in.
- About...: Muestra la pantalla de About...

ANEXO 2.

EXPERIENCIA LABORAL EN EL SECTOR DE LA INGENIERÍA BIOMÉDICA.

En el siguiente anexo se detalla la experiencia laboral relacionada con la ingeniería biomédica desde la finalización del periodo presencial.

- Febrero 2011-Abril 2011

Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa. Zaragoza.

Puesto: **Técnico de electromedicina (prácticas).**

Funciones: Introducción a la gestión de equipos médicos en el ámbito hospitalario, realización de mantenimientos preventivos y correctivos de equipos médicos.

- Abril 2011-Diciembre 2011

Hospital Universitari Germans Trias i Pujol. Badalona.

Puesto: **Técnico de electromedicina.**

Funciones: Realización de mantenimientos preventivos y correctivos de equipos médicos. Gestión de reparaciones externas. Gestión de material fungible.

- Enero 2012-Actual

Diagnóstica Stago S.L.

Puesto: **Ingeniero de campo zona este (Cataluña, Comunidad Valenciana y Baleares), Responsable técnico de Portugal, Especialista de equipos de coagulación Tcoag y Thrombinoscope en la península ibérica.**

Funciones:

- o Ingeniero de campo: Realización de instalaciones, mantenimientos correctivos y preventivos de equipos STA. Instalación y configuración de metodologías.
- o Responsable técnico de Portugal: Control y gestión del servicio técnico de Portugal, análisis técnico de las necesidades de cliente y decisiones de instalación o intervención. Funciones de ingeniero de campo en casos complicados o especializados.
- o Especialista Tcoag: Responsable en la península ibérica de las instalaciones e intervenciones de los equipos Tcoag (División de hemostasia alemana de Trinity Biotech adquirida por Diagnóstica Stago S.A.S. en 2010).
- o Especialista Thrombinoscope: Responsable de los equipos de investigación CAT (Calibrated Automated Thrombogram) con software Thrombinoscope (empresa adquirida por Diagnóstica Stago S.A.S. en 2009) instalados en la península ibérica.

